



# Mjeriteljstvo ukratko

3. izdanje



# Mjeriteljstvo ukratko

## 3. izdanje

Prijevod: mr. sc. Mladen Molnar

Fotografija istočnog mosta preko Velikoga tjesnaca (Great Belt), Danska, sa svjetlima na nogostupu. Svaka od 55 predgotovljenih 48-metarskih, 500-tonskih mostovnih sekcija istočnog mosta pomno je mjerena kako bi se ugodila četiri ovjesa koji nose sekciju i postiglo pravilno naprezanje. Za ugađanje ovjesa bila su dopuštena odstupanja od 30 mm od zahtijevanih teoretskih vrijednosti. Ugađanje svakoga klina ovjesa bilo je određeno s točnošću od 1 mm. U gradnju mosta od 1988.-1997. godine bila je uključena široka mreža ugovaratelja i podugovaratelja iz 10 europskih zemalja. Za tu golemu i složenu suradnju bila su presudna pouzdana i provjerena mjerenja.

Ova brošura nije namijenjena za raspačavanje nego isključivo za uporabu kao radni materijal na seminarima i radionicama koje organiziraju DZM i HMD ili za promidžbene svrhe tih dviju organizacija.

## Mjeriteljstvo ukratko 3. izdanje

14. listopad 2010.

### AUTORI:

Preben Howarth  
Danish Fundamental Metrology Ltd,  
Matematiktorvet 307  
DK-2800 Lyngby,  
Danska  
pho@dfm.dtu.dk

Fiona Redgrave  
National Physical Laboratory  
Hampton Road, Teddington  
TW11 0LW  
Ujedinjeno Kraljevstvo  
fiona.redgrave@npl.co.uk

### EUROMET projekt 1011, sudionici:

DFM (Danska), NPL (Ujedinjeno Kraljevstvo), PTB (Njemačka)

### FOTOGRAF:

Soren Madsen, copyright: Sund & Bælt.

### DIZAJN:

www.faenodesign.dk 4160-0708

### TISAK:

Schultz Grafisk, DK 2620 Albertslund

### ISBN:

978-87-988154-5-7

Pravo umnožavanja ove knjižice zadržava © EURAMET e.V. 2008. Dopuštenje za prijevod može se dobiti od tajništva EURAMET-a. Za detaljne informacije pogledajte EURAMET-ovu internetsku adresu: [www.euramet.org](http://www.euramet.org) ili se obratite tajništvu: [secretariat@euramet.org](mailto:secretariat@euramet.org).

### NAPOMENA:

Mjeriteljstvo – ukratko, 3. izdanje, rezultat je projekta iMERA, „Primjena mjeriteljstva u istraživačkom prostoru Europe“, ugovor broj 16.220. U okviru 6. okvirnog programa financirali su ga Europsko povjerenstvo i instituti koji su sudjelovali u projektu. Stajališta, zaključci i tumačenja izražena u ovome dokumentu izražavaju samo mišljenje autora i ni na koji način ne odražavaju politiku ili mišljenje Europskoga povjerenstva.

### Ovaj je dokument prijevod „Metrology in short, 3rd edition“ ©EURAMET e.V.

Uvjeti umnožavanja i prevođenja mogu se dobiti u tajništvu EURAMET-a: [secretariat@euramet.org](mailto:secretariat@euramet.org)

This document is the translation of „Metrology in short, 3rd edition“ ©EURAMET e.V.  
The Conditions for copying and translating may be obtained from  
the EURAMET Secretariat: [secretariat@euramet.org](mailto:secretariat@euramet.org)

**Naslov originala:** Metrology in short, 3rd edition July 2008.

**Naslov hrvatskog prijevoda:** Mjeriteljstvo – kratko, 3. izdanje, Listopad 2010.

**Nakladnik hrvatskog izdanja:** Državni zavod za mjeriteljstvo

**Glavni urednik:**  
**dr.sc. Krešimir Buntak**

**Prijevod:** Mirko Vuković, dipl. ing. (Metrologija kratko 1. izdanje)  
Mirko Vuković, dipl. ing. (Metrologija kratko 2. izdanje)  
mr.sc. Mladen Molnar (Mjeriteljstvo – kratko 3. izdanje)

**ISBN**  
87-988154-1-2

**Lektorirala:**  
Ivana Canosa

**Prijelom i tisak:**  
Kopko d.o.o.

**Zagreb, 14. listopada 2010**

## **Sažetak**

Glavni je cilj 3. izdanja Mjeriteljstva - kratko povećanje svijesti o mjeriteljstvu i uspostava zajedničkoga mjeriteljskog referentnog okvira u Europi. Njezin je cilj, također, pružiti europskim korisnicima mjeriteljstva razvidno i prikladno oruđe za dobivanje osnovnih mjeriteljskih obavijesti.

Današnja globalna ekonomija ovisi o pouzdanim mjerenjima i ispitivanjima kojima se može vjerovati i koja su međusobno prihvaćana na međunarodnoj razini. Ona ne smiju stvarati tehničke zapreke trgovini. Preduvjet za to je šire upotrebljavana, čvrsta mjeriteljska infrastruktura.

Predmet je ovoga priručnika opis znanstvenoga, industrijskog i zakonskog mjeriteljstva. Opisuju se tehnička područja mjeriteljstva i mjerne jedinice. Podrobno se opisuje međunarodna mjeriteljska infrastruktura, uključujući regionalne organizacije kao što je EUROMET. Popis mjeriteljskih naziva prikupljen je u prvome redu iz međunarodno priznatih norma. Dan je popis ustanova, organizacija i laboratorija navođenjem njihovih polaznih stranica.

Mjeriteljstvo - kratko 3. izdanje rezultat je projekta iMERA, „Primjena mjeriteljstva u istraživačkom prostoru Europe“, ugovor broj 16.220, u okviru 6. okvirnog programa financirali su ga Europsko povjerenstvo i instituti koji su sudjelovali u projektu.

## Sadržaj

1 Uvod	09
1.1 Razvoj mjera	09
1.2 Kategorije mjeriteljstva	10
1.3 Nacionalna izdanja Mjeriteljstva - kratko	11
2 Mjeriteljstvo	13
2.1 Industrijsko i znanstveno mjeriteljstvo	13
2.1.1 Područja	13
2.1.2 Mjerni etaloni	17
2.1.3 Potvrđene referentne tvari	17
2.1.4 Sljedivost i umjeravanje	17
2.1.5 Mjeriteljstvo u kemiji	18
2.1.6 Referentni postupci	19
2.1.7 Nesigurnost	21
2.1.8 Ispitivanje	23
2.2 Zakonsko mjeriteljstvo	23
2.2.1 Zakonodavstvo koje se odnosi na mjerila	23
2.2.2 Zakonodavstvo EU-a koje se odnosi na mjerila	24
2.2.3 Provedba zakonodavstva EU-a koje se odnosi na mjerila	24
2.2.4 Mjerenje i ispitivanje u zakonodavstvu	26
3 Organizacije mjeriteljstva	28
3.1 Međunarodna infrastruktura	28
3.1.1 Dogovor o metru	28
3.1.2 Sporazum CIPM-a o međusobnome priznavanju	30
3.1.3 Nacionalne mjeriteljske ustanove	31
3.1.4 Imenovane ustanove	32
3.1.5 Akreditirani laboratoriji	32
3.1.6 Regionalne mjeriteljske organizacije	33
3.1.7 ILAC	33
3.1.8 OIML	34
3.1.9 IUPAP	34
3.1.10 IUPAC	35
3.2 Europska infrastruktura	38
3.2.1 Mjeriteljstvo - EUROMET	38
3.2.2 Akreditacija - EA	39
3.2.3 Zakonsko mjeriteljstvo - WELMEC	40
3.2.4 EUROLAB	40
3.2.5 EURACHEM	40
3.2.6 COOMET	41
3.3 Infrastruktura u Americama	41
3.3.1 Mjeriteljstvo - SIM	41
3.3.2 Akreditacija - IAAC	42
3.4 Azijsko-pacifička infrastruktura	42
3.4.1 Mjeriteljstvo - APMP	42
3.4.2 Akreditacija - APLAC	42
3.4.3 Zakonsko mjeriteljstvo - APLMF	42
3.5 Afrička infrastruktura	43
3.5.1 Mjeriteljstvo - AFRIMETS	43
3.5.2 Mjeriteljstvo - SADC MET	44
3.5.3 Akreditacija - SADCA	44
3.5.4 Zakonsko mjeriteljstvo - SADC MEL	44
3.5.5 Ostale podregionalne strukture	44
4 Utjecaj mjerenja – neki primjeri	45
4.1 Prirodni plin	45
4.2 Dijaliza bubrega	47
4.3 Nano čestice	47
4.4 Gnojivo	48
4.5 Mjerila toplinske energije	48
4.6 Sigurnost hrane	49
4.7 Liječenje karcinoma	50
4.8 Emisije iz aviona	50
4.9 Direktiva IVD	51
5 Mjerne jedinice	53
5.1 Osnovne SI jedinice	54
5.2 Izvedene SI jedinice	56
5.3 Jedinice izvan SI sustava	58
5.4 SI predmeci	59
5.5 Pisanje naziva i znakova SI jedinica	60
6 Rječnik	62
7 Podaci i obavijesti o mjeriteljstvu – poveznice	71
8 Literatura	73



## Predgovor

Sa zadovoljstvom predstavljamo 3. izdanje jednostavnog priručnika Mjeriteljstvo - kratko. Svrha mu je da korisnicima mjeriteljstva i široj javnosti pruži jednostavan i razumljiv referentni izvor o tome predmetu. Namijenjen je onima koji nisu dobro upoznati s tim predmetom i potreban im je uvod, kao i onima koji su uključeni u mjeriteljstvo na različitim razinama, ali koji žele znati više o tom predmetu ili jednostavno prikupiti posebne podatke. Nadamo se da će Mjeriteljstvo - kratko olakšati razumijevanje i rad s tehničkim i organizacijskim aspektima mjeriteljstva. Prvo izdanje priručnika koje je objavljeno 1998. godine pokazalo se veoma uspješnim i široko se upotrebljavalo na području mjeriteljstva, kao što je bilo i drugo izdanje, objavljeno 2004. godine. Cilj je ovoga trećeg izdanja i ubuduće osigurati što više informacija prilagođenih širokome krugu korisnika.

Glavna je svrha Mjeriteljstva - kratko povećanje svijesti o mjeriteljstvu i uspostava zajedničkoga mjeriteljskog razumijevanja i referentnog okvira u Europi te između Europe i drugih područja u svijetu. To je posebno važno s obzirom na povećanje naglasaka na istovrijednost mjerenja i ispitivanja u trgovanju i u kontekstu kad mjeriteljske zapreke izazivaju tehničke zapreke trgovini.

Budući da se mjeriteljstvo razvija sa znanstvenim i tehnološkim napretkom, nužno je posuvremeniti i poboljšavati „Mjeriteljstvo – kratko“ kako bi se uzeo u obzir taj razvoj. U skladu s tim, proširen je sadržaj 3. izdanja publikacije kako bi obuhvatio Sporazum o međusobnome priznavanju (MRA) CIPM-a i regionalno mjeriteljstvo, uključujući osnivanje pravne osobe EURAMET e.V. u siječnju 2007. g., kao nove europske mjeriteljske organizacije. Ona sadrži i više informacija o mjerenju u kemiji i biologiji i daje neke specifične primjere globalnog utjecaja napretka u mjeriteljstvu.

Nadam se da će ovo novo izdanje biti još popularnije i da će se šire upotrebljavati u odnosu na drugo i prema tomu pridonositi zajedničkom, mjeriteljskom, referentnom okviru u svijetu, koji će u konačnici promicati trgovinu među različitim područjima u svijetu i poboljšati kakvoću života građana.

Michael Kühne  
predsjednik EUROMET-a  
lipanj 2008.

## 1 Uvod

### 1.1 Razvoj mjera

*Smrtnom kaznom kažnjavali su se oni koji bi zaboravili ili zanemarili svoju dužnost umjeravanja etalonske jedinice duljine za svakoga punog mjeseca. Takva je pogibelj prijelita graditeljima na kraljevskome gradilištu odgovornim za gradnju faraonskih hramova i piramida u tadašnjem Egiptu, 3000 godina pr. Kr. Prvi kraljevski lakat bio je definiran kao duljina podlaktice od lakta do vrha ispruženog srednjaka vladajućeg faraona, uvećana za širinu njegove šake. Ta se izvorna mjera prenosila u crni granit i urezivala u njemu. Radnici na gradilištima dobivali su primjerke u granitu ili drvetu, a graditelji su bili odgovorni za njihovo čuvanje.*

*Od tada su ljudi, bez obzira na mjesto i vrijeme, pridavali veliku pozornost ispravnosti mjerenja. U novije doba, 1799. godine u Parizu, stvoren je desetični metrički sustav pohranjivanjem dvaju platinskih etalona koji su predstavljali metar i kilogram – početak današnjega Međunarodnog sustava jedinica (SI).*

*U današnjoj Europi troškovi mjerenja i vaganja istovrijedni su iznosu od 6 % našega bruto nacionalnoga proizvoda, te je tako mjeriteljstvo postalo prirodni i bitan dio naše svakodnevnice. Kava i drvene planke kupuju se po težini i veličini; mjere se voda, električna energija i toplina, a posljedice osjećamo u našim džepovima. Na naše raspoloženje utječu osobne vage te moguće novčane posljedice policijskog "lova na brzine". Također se moraju precizno mjeriti količina aktivne tvari u medicini, uzorci krvi i djelovanje kirurškog lasera kako se ne bi ugrozilo zdravlje pacijenata. Zapažamo da je gotovo nemoguće išta opisati bez spominjanja utega i mjera: broj sunčanih sati, mjerenje prsa, postotke alkohola, težinu pisama, sobne temperature, tlakove u gumama ... itd. Pokušajte samo za šalu razgovarati bez uporabe riječi koje se odnose na utege ili mjere.*

*Zatim imamo komercijalu, trgovinu i propise koji su jednako ovisni o utezima i mjerama. Pilot pozorno motri na svoju visinu, kurs, potrošnju goriva i brzinu, inspekcije koje provode nadzor nad prehrambenim proizvodima mjere sadržaj bakterija, pomorske vlasti mjere istisninu broda, tvrtke kupuju sirovine s pomoću utega i mjera i uporabom istih jedinica određuju svoje proizvode. Na temelju mjerenja upravlja se procesima i namještaju alarmi. Sustavno mjerenje s poznatim stupnjevima nesigurnosti jedan je od temelja industrijskog upravljanja kakvoćom i, općenito govoreći, u većini suvremenih industrija troškovi mjerenja čine 10 % – 15 % troškova proizvodnje. Dobro mjerenje povećava vrijednost, učinkovitost i kakvoću proizvoda.*

*Konačno, znanost je potpuno ovisna o mjerenju. Geolozi mjere udarne valove kad se nakon potresa osjećaju goleme sile, astronomi strpljivo mjere svjetlost s udaljenih zvijezda kako bi odredili njihovu starost, atomski fizičari skaču od veselja kad na temelju mjerenja koja traju milijuntinke sekunde mogu konačno potvrditi postojanje gotovo beskonačno male čestice. Dostupnost mjerne opreme i mogućnost njezine uporabe bitna je da bi znanstvenici mogli objektivno dokumentirati rezultate koje dobivaju. Znanost o mjerenju – mjeriteljstvo – vjerojatno je najstarija znanost u svijetu te je znanje o tome kako se ono primjenjuje temeljna potreba u praktično svim znanstveno utemeljenim zanimanjima!*

## Mjerenje zahtijeva opće znanje

Mjeriteljstvo predstavlja naizgled mirnu površinu koja pokriva dubine znanja, znanja koja su poznata samo nekolicini, ali koju većina koristi – uvjereni da dijele zajedničko znanje o tome što predstavljaju izrazi kao što je metar, kilogram, vat i sekunda. Povjerenje je od životne važnosti u omogućivanju mjeriteljstvu da povezuje ljudske djelatnosti preko zemljopisnih i profesionalnih granica. To se povjerenje povećava s rastom mrežne suradnje, uporabom zajedničkih mjernih jedinica i zajedničkih mjernih postupaka te priznavanjem, akreditacijom i međusobnim ispitivanjem mjernih etalona i laboratorija u različitim zemljama. Tisućljetno ljudsko iskustvo potvrđuje da suradnja u mjeriteljstvu ljudima zaista olakšava život.

## Mjeriteljstvo je znanost o mjerenju

Mjeriteljstvo ima tri glavna zadatka:

1. *definiranje* međunarodno prihvaćenih mjernih jedinica (npr. metra);
2. *ostvarenje* mjernih jedinica znanstvenim metodama (npr. ostvarenje metra uporabom lasera);
3. utvrđivanje lanca *sljedivosti* pri određivanju i dokumentiranju vrijednosti i točnosti mjerenja i prenošenju toga znanja (npr. dokumentirani odnos između mikrometarskog vijka u trgovini tehničkom robom i primarnog laboratorija za optičko mjerenje duljine).

## Mjeriteljstvo se razvija ...

Mjeriteljstvo je bitno u znanstvenome istraživanju, a znanstveno istraživanje čini temelj razvoja samog mjeriteljstva. Znanost stalno širi granice mogućega, a temeljno mjeriteljstvo slijedi mjeriteljske aspekte tih novih otkrića. To znači još bolja mjeriteljska oruđa kako bi se omogućilo istraživačima da nastave svoja otkrića s obzirom da samo ona područja mjeriteljstva koja se razvijaju mogu biti partner industriji i istraživanju.

U skladu s tim, moraju se također razvijati i zakonsko i industrijsko mjeriteljstvo radi održavanja koraka s potrebama društva i industrije te kako bi ostali relevantni i korisni.

Namjera je neprekidno razvijati „Mjeriteljstvo ukratko“. Naravno, najbolji je način za razvoj kojeg oruđa prikupljanje iskustava od onih koji ga upotrebljavaju te će stoga izdavači biti zahvalni na primjedbama ili mišljenjima, bili oni kritika ili pohvala. Autori će biti zahvalni na primjedbama primljenim e-poštom.

## 1.2 Kategorije mjeriteljstva

U EU-u mjeriteljstvo se dijeli na tri kategorije s različitim razinama složenosti i točnosti:

1. *Znanstveno mjeriteljstvo* bavi se organizacijom i razvojem mjernih etalona i njihovim održavanjem (najviša razina).

2. *Industrijsko mjeriteljstvo* treba osigurati prikladno funkcioniranje mjerila koja se upotrebljavaju u industriji i u procesima proizvodnje i ispitivanja, koja osiguravaju kakvoću života građana i za potrebe akademskog istraživanja..

3. *Zakonsko mjeriteljstvo* se bavi točnošću mjerenja gdje ona utječu na razvidnost gospodarskih transakcija, posebno kada postoji zahtjev za ovjeravanje mjerila..

Ne postoji međunarodno prihvaćena definicija *temelnog mjeriteljstva*, ali ona označuje najvišu razinu točnosti u danome području. Temeljno se mjeriteljstvo može, prema tomu, opisati kao najviša grana znanstvenog mjeriteljstva.

## 1.3 Nacionalna izdanja „Mjeriteljstva – ukratko“

Izvorno međunarodno izdanje „Mjeriteljstvo – ukratko“ izdano je u većem broju nacionalnih izdanja, od kojih je svako prilagođeno opisu mjeriteljstva u toj posebnoj državi i slijedi istu koncepciju priručnika. Engleska su izdanja međunarodna izdanja.

Do 2008. godine bila su dostupna sljedeća izdanja.

### **Albansko: Metrologjia – shkurt**

Izdano je 2000. godine u 2000 primjeraka,  
kontakt metrology@san.com.al

### **Češko: Metrologie v kostce**

Izdano je 2002. godine u 2000 primjeraka,  
kontakt jtesar@cmi.cz

### **Hrvatsko: Metrologija - ukratko**

Prvo nacionalno izdanje izdano je 2000. godine u elektroničkoj verziji.  
Drugo nacionalno izdanje izdano je 2003. godine u tiskanoj i u elektroničkoj verziji.  
Treće nacionalno izdanje izdano je 2010. godine u elektroničkoj verziji.

### **Dansko: Metrologi – kort og godt**

Prvo nacionalno izdanje izdano je 1998. godine u 1000 primjeraka,  
kontakt pho@dfm.dtu.dk  
Drugo nacionalno izdanje izdano je 1999. godine u 2000 primjeraka,  
kontakt pho@dfm.dtu.dk

### **Englesko: Metrology – in short**

Prvo međunarodno izdanje izdano je 2000. godine u 10 000 primjeraka,  
kontakt pho@dfm.dtu.dk  
Drugo međunarodno izdanje izdano je 2003. godine u 10 000 primjeraka.  
Treće međunarodno izdanje izdano je 2008. godine u 8 000 primjeraka, i u elektroničkoj verziji.  
Kontakt pho@dfm.dtu.dk ili fiona.redgrave@npl.co.uk

**Finsko: Metrology – in short**

Prvo nacionalno izdanje izdano je 2001. godine u 5000 primjeraka, kontakt mikes@mikes.fi

Drugo nacionalno izdanje izdano je 2002. godine, kontakt mikes@mikes.fi

**Indonezijsko: Metrologi – sebuah pengantar**

Izdano je 2005. godine, kontakt probokim@kim.libi.go.id

**Islandsko: Agrip af Mælifræði**

Izdano je 2006. godine, kontakt postur@neytendastofa.is

**Japansko: Japanski znakovi**

Izdano je 2005. godine

**Libanonsko: ABC-guide Metrology (na engleskom i na arapskom jeziku)**

Izdano je 2007. godine u 1500 primjeraka.

**Litvansko: Metrologija – trumpai**

Prvo nacionalno izdanje izdano je 2000. godine u 100 primjeraka, kontakt rimvydas.zilinskas@lvmt.lt

Drugo nacionalno izdanje izdano je 2004. godine u 2000 primjeraka, kontakt vz@lvmt.lt

**MEDA regija: Metrology – in short, MEDA verzija**

Izdano je 2007. godine u 1200 primjeraka.

**MEDA regija: Métrologie – en bref, izdanje MEDA**

Izdano je 2007. godine u 1200 primjeraka.

**Portugalsko: Metrologia – em sintese**

Izdano je 2001. godine u 2500. primjeraka, kontakt ipq@mail.ipq.pt

**Tursko: Kisaca Metroloji – ikinci baski**

Izdano je 2006. godine.

## 2. Mjeriteljstvo

### 2.1 Industrijsko i znanstveno mjeriteljstvo

Industrijsko i znanstveno mjeriteljstvo dvije su od tri kategorije mjeriteljstva opisane u poglavlju 1.2.

Mjeriteljske djelatnosti umjeravanja, ispitivanja i mjerenja vrijedni su ulazni elementi za funkcioniranje kakvoće u mnogim aktivnostima i postupcima u industriji i u svakodnevnom životu. Za to je potrebna sljedivost, koja postaje jednako važna kao i samo mjerenje. Priznavanje mjeriteljske mjerodavnosti na svakoj razini lanca sljedivosti može se uspostaviti sporazumima i dogovorima o međusobnome priznavanju, npr. CIPM MRA i ILAC MRA te putem akreditacije i ocjenjivanja od njima ravnopravnih (peer review)

#### 2.1.1 Područja

Znanstveno se mjeriteljstvo prema BIPM-u dijeli u 9 tehničkih područja: masa, elektricitet, duljina, vrijeme i frekvencija, termometrija, ionizacijsko zračenje i radioaktivnost, fotometrija i radiometrija, protok, akustika i količina tvari.

U EUROMET-u postoje tri dodatna područja: protok i interdisciplinarno mjeriteljstvo i kakvoća.

Ne postoji službena međunarodna definicija tih potpodručja.



Tablica 1 - Područja, potpodručja i važni mjerni etaloni. Uključena su samo tehnička područja.

Područje	Potpodručje	Važni mjerni etaloni
Masa i srodne veličine	Mjerenje mase	Etaloni mase, etalonske vage, maseni komparatori
	Sila i tlak	Osjetila tereta, tlačne vage, pretvornici sile, momenta i zakretnog momenta, tlačne vage s uljem/plinom podmazivanim valjkastim stapnim sklopom, strojevi za mjerenje sile, kapacitivni manometri, ionizacijski manometri
	Obujam i gustoća Viskoznost	Stakleni areometri, laboratorijsko posuđe, vibracijska mjerila gustoće, mjerila viskoznosti sa staklenom kapilarnom, rotacijska mjerila viskoznosti
Elektricitet i magnetizam	Istosmjerne električne veličine	Kriogenički strujni komparatori, Josephsonov i Klitzingov kvantni Hallov pojav, Zenerove referentne diode, potencimetrijske metode, komparatorski mostovi
	Izmjenične električne veličine	Pretvornici izmjeničnih veličina u istosmjerne veličine, etalonski kondenzatori, zračni kondenzatori, etaloni induktivnosti, kompenzatori, vatmetri
	Visokofrekvencijske električne veličine	Toplinski prijetovornici, kalorimetri, bolometri
	Velike struje i visoki napon	Strujni i naponski mjerni transformatori, referentni izvori visokog napona
Duljina	Valne duljine, interferometrija	Stabilizirani laseri, interferometri, laserski interferometrijski mjerni sustavi, interferometrijski komparatori
	Dimenzijsko mjeriteljstvo	Mjerni blokovi, ravnala, koračajna mjerila, prstenovi, klinovi, mjerila visoke točnosti za provjeru drugih mjerila, mjerila s brojčanikom, mjerni mikroskopi, optički etaloni ravnine, koordinatni mjerni strojevi, mikrometri s laserskim skenerom, mikrometri dubine, geodetska mjerila duljine

Područje	Potpodručje	Važni mjerni etaloni
Duljina	Mjerenja kuta	Autokolimatori, rotacijske ploče, mjerila kuta, poligoni, razulje
	Oblici	Etaloni pravocrtnosti, ravnine, usporednosti, kvadratičnosti, kružnosti, valjkasti etaloni
	Kakvoća površine	Etaloni visine koraka i izbrazdanosti, etaloni hrapavosti, oprema za mjerenje hrapavosti
Vrijeme i frekvencija	Mjerenje vremena	Cezijev atomski sat, oprema za mjerenje vremenskog odsječka
	Frekvencija	Atomski sat, kvarcni oscilator, laseri, elektronička brojila i sintetizatori, optički češljevi
Termometrija	Dodirna temperaturna mjerenja	Plinski termometri, čvrste točke ljestvice ITS 90, otpornički termometri, termoparovi
	Temperaturna mjerenja bez dodira	Crna tijela za mjerenje visokih temperatura, kriogenički radiometri, pirometri, Si-fotodiode
	Vlažnost	Mjerila rosišta sa zrcalom ili elektronički vlagomjeri, dvostruki generatori vlažnosti tlak/temperatura
Ionizacijska zračenja i radioaktivnost	Apsorbirana doza – Medicinski proizvodi	Kalorimetri, ionizacijske komore
	Zaštita od zračenja	Ionizacijske komore, refrentno zračenje snopova/polja, razmjerna i druga brojila, TEPC, Bonnerovi neutronski spektrometri
	Radioaktivnost	Ionizacijske komore, potvrđeni radioaktivni izvori, gama-spektroskopija i alfa-spektroskopija, 4P gama otkrivala

Područje	Potpodručje	Važni mjerni etaloni
Fotometrija i radiometrija	Optička radiometrija	Kriogenički radiometri, optička otkrivala, stabilizirani laserski referentni izvori, referentne tvari
	Fotometrija	Otkrivala u vidljivome području, Si fotodiode, kvantna otkrivala djelotvornosti
	Kolorimetrija	Spektrofotometri
	Optička vlakna	Referentne tvari
Protok	Protok plina (obujamski)	Ispitni uređaji sa zvonom, rotacijski plinomjeri, turbinski plinomjeri, prijenosni plinomjeri sa sapnicom u kritičnome području
	Protok vode (obujamski, maseni i energetski)	Obujamski etaloni, Coriolisovi maseni etaloni, mjerila razine, indukcijska mjerila protoka, ultrazvučna mjerila protoka
	Anemometrija	Anemometri
Akustika, ultrazvuk i vibracije	Akustička mjerenja u plinovima	Etalonski mikrofoni, stapne slušalice, kapacitetski mikrofoni, zvučni kalibratori
	Mjerenje ubrzanja	Mjerila ubrzanja, pretvornici sile, vibrator, laserski interferometri
	Akustička mjerenja u kapljevinama	Hidrofoni
	Ultrazvuk	Ultrazvučna mjerila snage, vage sile zračenja
Kemija	Kemija okoliša	Potvrđene referentne tvari,
	Klinička kemija	maseni spektrometri, kromatografi, gravimetrijski etaloni
	Kemija gradiva	Čiste tvari, potvrđene referentne tvari
	Kemija prehrane Biokemija Mikrobiologija	Potvrđene referentne tvari
	Mjerenje pH-vrijednosti	Potvrđene referentne tvari, etalonske elektrode

## 2.1.2 Mjerni etaloni

Mjerni etalon tvarna je mjera, mjerilo, referentna tvar ili mjerni sustav namijenjen za određivanje, ostvarivanje, čuvanje ili obnavljanje jedinice ili jedne ili više vrijednosti kakve veličine kako bi mogli poslužiti kao referenca.

Primjer: Metar se definira kao duljina puta što ga svjetlost prevali u vakuumu tijekom vremenskog odsječka od 1/299 792 458 sekunda. Metar se ostvaruje na primarnoj razini s pomoću valne duljine jodom stabiliziranog helijsko-neonskog lasera. Na nižim se razinama upotrebljavaju tvarne mjere kao što su mjerni blokovi, a sljedivost se osigurava optičkom interferometrijom kako bi se odredila duljina mjerke dovođenjem u vezu s gore spomenutom valnom duljinom svjetlosti lasera.

Različite razine etalona u lancu sljedivosti prikazuju se na slici 1. U tablici 1, u poglavlju 2.1.1 prikazuju se područja i potpodručja mjeriteljstva te važne razine različitih mjernih etalona. Međunarodni popis svih mjernih etalona ne postoji.

Definicije različitih etalona dane su u Rječniku, u poglavlju 6.

## 2.1.3 Potvrđene referentne tvari

Potvrđena referentna tvar (PRT) referentna je tvar kojoj su jedna ili više vrijednosti svojstva potvrđene postupkom koji utvrđuje sljedivost prema točnomu ostvarenju jedinice kojom se vrijednosti tog svojstva izražavaju. Svaka je potvrđena vrijednost praćena nesigurnošću pri naznačenoj razini povjerenja. Naziv standardna referentna tvar (SRT) također se upotrebljava u nekim dijelovima svijeta i sinonim je za PRT.

Potvrđene referentne tvari općenito se pripremaju u skupinama. Vrijednosti svojstva se određuju (unutar naznačenih granica nesigurnosti) mjerenjima na uzorcima reprezentativnim za cijelu skupinu.

## 2.1.4 Sljedivost i umjeravanje

### Sljedivost prema SI

Lanac sljedivosti (vidi tablicu 1) neprekidan je lanac usporedaba, od kojih svaka ima utvrđenu mjernu nesigurnost. Time se osigurava da mjerni rezultat ili vrijednost etalona bude povezana s referentnim etalonima na višoj razini, koji u konačnici završavaju s primarnim etalomom.

U kemiji i biologiji, sljedivost se često uspostavlja uporabom potvrđenih referentnih tvari (PRT) i referentnih postupaka (vidi poglavlja 2.1.3 i 2.1.6).

Krajnji korisnik može postići sljedivost do najviše međunarodne razine izravno od nacionalne mjeriteljske ustanove (NMI) ili od sekundarnoga umjernog laboratorija, u pravilu akreditiranog laboratorija. Kao rezultat različitih sporazuma o međusobnom priznavanju, sljedivost se može dobiti od laboratorija izvan države korisnika.

## Umjeravanje

Umjeravanje mjerila, mjernog sustava ili referentne tvari temeljno je oruđe za osiguravanje mjerne sljedivosti. Umjeravanje obuhvaća određivanje mjeriteljskih značajki mjerila, mjernog sustava ili referentne tvari. Ono se, u pravilu, postiže izravnom usporedbom s etalonima ili potvrđenim referentnim tvarima. O umjeravanju se izdaje potvrda o umjeravanju, a najčešće se na umjereno mjerilo stavlja naljepnica.

Četiri su glavna razloga za umjeravanje mjerila:

1. uspostavljanje i prikaz sljedivosti
2. osiguravanje da očitavanja mjerila budu sukladna s drugim mjerenjima
3. određivanje točnosti očitavanja mjerila
4. utvrđivanje pouzdanost mjerila, tj. može li mu se vjerovati.

### 2.1.5 Mjeriteljstvo u kemiji

Mjeriteljstvo se razvilo iz fizičkih mjerenja i ističe rezultate sljedive do definiranih referentnih etalona, obično međunarodnog sustava jedinica (SI), s potpunom analizom proračuna nesigurnosti na temelju GUM [6]. Situacija u kemijskim mjerenjima je složenija jer se kemijska mjerenja često ne provode pod tako kontroliranim i definiranim uvjetima, v. tablicu 2.

Tablica 2 - Usporedba mjeriteljstva u fizici i kemiji

Mjeriteljstvo u fizici i kemiji		
	Fizika	Kemija
Mjerenje	Usporedba veličine: npr. temperatura	Usporedba količine: npr. DDT u mlijeku
Jedinice	m, s, K	mol/kg, mg/kg
Utjecaji	Obično se oslanja na direktna mjerenja	Različiti faktori utječu na kakvoću rezultata mjerenja
Glavni utjecaj	Umjeravanje opreme	Kemijska obrada (npr. ekstrakcija, digestija); korištene referentne tvari; ...i umjeravanje opreme
Ovisi o...	U velikoj mjeri ne ovisi o uzorku	Jako ovisi o uzorku
Primjer	Duljina stola	Koncentracija Pb u morskoj vodi, tlu, krvi itd.

Obično je primarni cilj kemijskih mjerenja određivanje količine komponenti koje nas zanimaju, a ne ukupan sastav uzorka. Ukupan sastav, prema tome, najčešće ostaje nepoznat i time ukupno okruženje u kojemu se mjerenje vrši ne može biti definirano ni kontrolirano.

Mnoga kemijska mjerenja sljediva su do etalona ili referentnih metoda. U drugim slučajevima mjerenja se mogu smatrati sljedivima do potvrđene referentne tvari, bilo u obliku čiste tvari, ili matrix referentnog materijala u kojem je potvrđena koncentracija analizirane tvari. Stupanj u kojemu referentne tvari osiguravaju opću referencu (i posebno sljedivu do SI) ovisi o kvaliteti veze s vrijednostima dobivenim referentnim mjerenjima ili preko veze s vrijednostima samih referentnih etalona.

## pH

pH je mjera stupnja kiselosti ili lužnatosti vodene otopine, koji se utvrđuje brojem slobodnih vodikovih iona, tj. aktivnosti (efektivna koncentracija) vodikovih iona. pH je važan pojam jer mnogi kemijski procesi i većina bioloških procesa kritično ovisi o stupnju kiselosti na mjestu reakcije. Biološki procesi se odvijaju u sredinama u rasponu od barem dvanaest redova veličine koncentracije vodikovih iona, ali je svaki specifičan proces obično ovisan o okruženju koje se mijenja unutar samo nekoliko stupnjeva aktivnosti vodikovih iona.

### 2.1.6 Referentni postupci

Referentni postupci mogu se definirati kao postupci

- ispitivanja, mjerenja ili analize

koji su potpuno opisani i za koje je dokazano da su pod nadzorom, namijenjeni za:

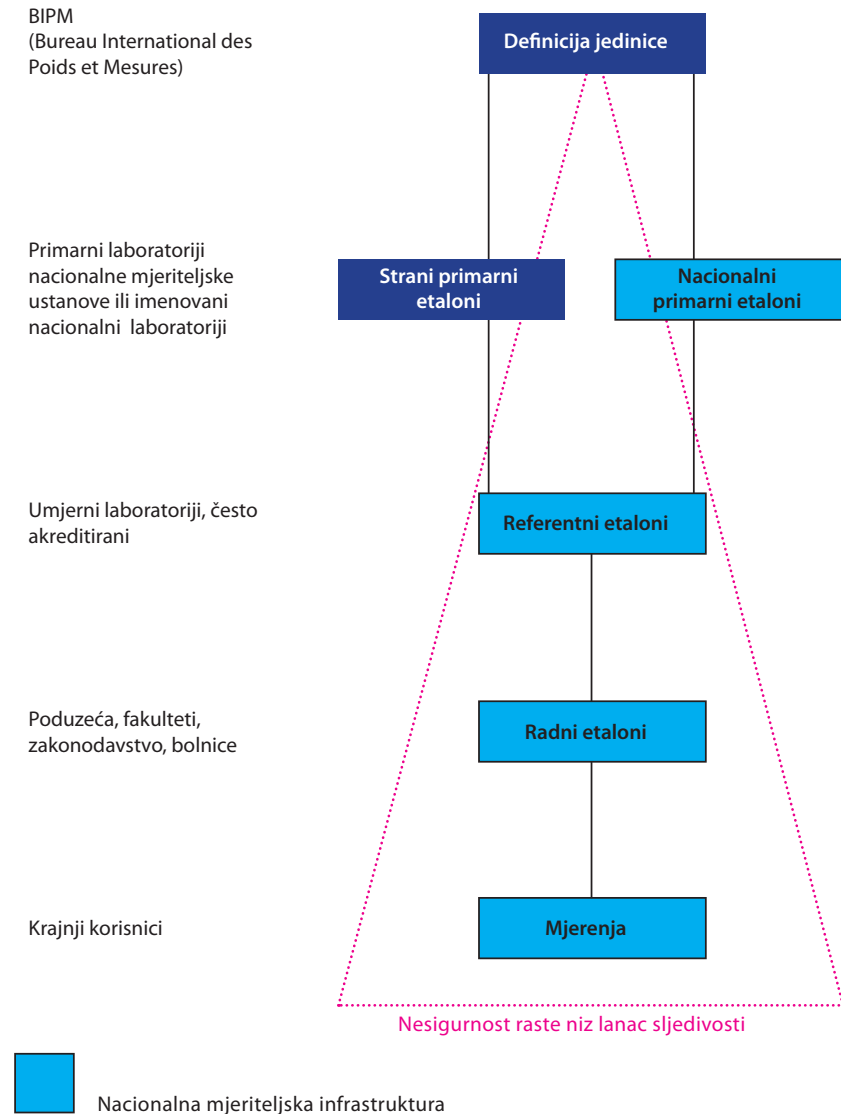
- ocjenu kakvoće drugih postupaka za usporedive zadatke ili
- opis referentnih tvari, uključujući referentne objekte ili
- određivanje referentnih vrijednosti.

Nesigurnost rezultata referentnoga postupka mora se procijeniti na odgovarajući način i mora biti prikladna za namjeravanu uporabu.

U skladu s tom definicijom, referentni postupci mogu se upotrebljavati za:

- vrednovanje drugih mjernih ili ispitnih postupaka koji se upotrebljavaju za slične zadatke i određivanje njihove nesigurnosti
- određivanje referentnih vrijednosti svojstava gradiva koja se mogu prikupljati u priručnicima ili bazama podataka, ili referentnih vrijednosti koje su utjelovljene referentnom tvari ili referentnim objektom.

Slika 1 - Lanac sljedivosti



## 2.1.7 Nesigurnost

Nesigurnost je količinska mjera kakvoće mjernog rezultata, koja omogućuje da se mjerni rezultati uspoređuju s drugim rezultatima, referencijama, specifikacijama ili etalonima.

Sva mjerenja podliježu pogreškama, čime se mjerni rezultat razlikuje od istinite vrijednosti mjerene veličine. Uz dano vrijeme i sredstva, većina se izvora mjerne pogreške može identificirati, a mjerne se pogreške mogu količinski odrediti i ispraviti, npr. umjeravanjem. Međutim, rijetko ima vremena ili sredstava za određivanje i potpuni ispravak tih mjernih pogrešaka.

Mjerna nesigurnost može se odrediti na različite načine. Široko upotrebljavana i prihvaćena metoda, npr. metoda koju su prihvatila akreditacijska tijela, jest "GUM metoda" koju preporučuje ISO, a koja je opisana u *Uputama za iskazivanje mjerne nesigurnosti* (6). Bitne točke GUM metode i filozofija na kojoj se ta metoda temelji dani su u tablici u nastavku.

Primjer:

Mjerni se rezultat iskazuje u potvrdi u obliku:

$$Y = y \pm U$$

pri čemu se nesigurnost  $U$  ne daje s više od **dvije** važne znamenke, a  $y$  se na odgovarajući način zaokružuje na isti broj znamenaka, u ovome primjeru na sedam znamenaka.

Otpor se mjeri mjerilom otpora s očitanjem od 1,000 052 7  $\Omega$ , pri čemu mjerilo otpora u skladu sa specifikacijama proizvođača ima nesigurnost od 0,081 m $\Omega$ ; u potvrdi je naveden rezultat:

$$R = (1,000\ 053 \pm 0,000\ 081) \Omega$$

Faktor pokrivanja jednak je  $\kappa = 2$

Nesigurnost navedena u mjernome rezultatu obično je povećana nesigurnost izračunata množenjem sastavljene standardne nesigurnosti brojčanim faktorom pokrivanja, često  $\kappa = 2$ , koji odgovara odsječku s razinom povjerenja od približno 95 %.

### Filozofija nesigurnosti prema GUM-u

- 1) **Mjerna veličina**  $X$ , čija vrijednost nije točno poznata, smatra se stohastičkom varijablom s funkcijom vjerojatnosti.
- 2) **Mjerni rezultat**  $x$  procjena je očekivane vrijednosti  $E(X)$ .
- 3) **Standardna nesigurnost**  $u(x)$  jednaka je drugomu korijenu procjene varijancije  $V(X)$ .
- 4) **Određivanje A-vrste**  
Očekivanje i varijancija procjenjuju se statističkom obradbom opetovanih mjerenja.
- 5) **Određivanje B-vrste**  
Očekivanje i varijancija procjenjuju se drugim metodama. Najčešće se upotrebljava metoda da se na temelju iskustva ili drugih podataka pretpostavi razdioba vjerojatnosti, npr. pravokutna razdioba.

#### GUM metoda

utemeljena na filozofiji GUM-a

- 1) **Utvrđiti sve važne sastavnice mjerne nesigurnosti**  
Postoje mnogi izvori koji mogu pridonijeti mjernoj nesigurnosti. Primijenite model stvarnoga mjernog procesa kako biste identificirali izvore. U matematičkome modelu, upotrijebiti mjerne veličine.
- 2) **Izračunati standardnu nesigurnost svake sastavnice mjerne nesigurnosti**  
Svaka sastavnica mjerne nesigurnosti izražava se na temelju standardne nesigurnosti koja se određuje iz određivanja tipa A ili tipa B.
- 3) **Izračunati sastavljenu nesigurnost**  
Načelo:  
Sastavljena nesigurnost izračunava se sastavljanjem pojedinačnih sastavnica nesigurnosti u skladu sa zakonom prijenosa nesigurnosti.  
U praksi:
  - Za zbroj ili razliku sastavnica, sastavljena nesigurnost izračunava se kao drugi korijen zbroja kvadrata standardnih sastavnica nesigurnosti.
  - Za umnožak ili količnik sastavnica, primjenjuje se isto pravilo "zbroj/razlika" za relativne standardne nesigurnosti sastavnica.
- 4) **Izračunati povećanu nesigurnost**  
Pomnožite sastavljenu nesigurnost s faktorom pokrivanja  $k$ .
- 5) **Iskazati mjerni rezultat u obliku**  
 $Y = y \pm U$

### 2.1.8 Ispitivanje

Ispitivanje je određivanje značajka proizvoda, procesa ili usluge u skladu s određenim postupcima, metodologijama ili zahtjevima.

Cilj ispitivanja može biti provjera da li proizvod ispunjava specifikacije kao što su, naprimjer, zahtjevi sigurnosti ili značajke bitne za trgovinu. Ispitivanje se provodi široko, obuhvaća veći raspon područja, odvija se na različitim razinama i s različitim zahtjevima točnosti. Ispitivanja provode laboratoriji koji mogu biti laboratoriji prve, druge ili treće strane. Laboratoriji prve strane su laboratoriji proizvođača, laboratoriji druge strane su laboratoriji korisnika, a laboratoriji treće strane su neovisni laboratoriji.

Mjeriteljstvo daje temelj za uspoređivanje ispitnih rezultata, npr. određivanjem mjernih jedinica i osiguranjem sljedivosti i pridružene nesigurnosti mjernih rezultata.

### 2.2 Zakonsko mjeriteljstvo

Zakonsko mjeriteljstvo treća je kategorija mjeriteljstva (vidi poglavlje 1.2). Zakonsko je mjeriteljstvo nastalo iz potrebe da se osigura poštena trgovina, posebno u području utega i mjera. Zakonsko se mjeriteljstvo u prvome redu bavi mjerilima koja podliježu zakonskom nadzoru i njegov je glavni cilj osigurati građanima ispravne mjerne rezultate kad se upotrebljavaju u službenim i trgovačkim poslovima.

OIML je Međunarodna organizacija za zakonsko mjeriteljstvo (vidi poglavlje 3.1.8).

Postoje mnoga druga područja zakonodavstva, izvan zakonskog mjeriteljstva, gdje se zahtijevaju mjerenja kako bi se ocijenila sukladnost s propisima, npr. zrakoplovstvo, zdravstvo, konstrukcija proizvoda, okoliš i nadzor nad onečišćenjem.

#### 2.2.1 Zakonodavstvo koje se odnosi na mjerila

Za ljude koji upotrebljavaju mjerne rezultate u području primjene zakonskog mjeriteljstva ne zahtijeva se da budu mjeriteljski stručnjaci, te vlade preuzimaju odgovornost za vjerodostojnost takvih mjerenja. Mjerila trebaju jamčiti ispravne mjerne rezultate:

- u radnim uvjetima
- u cjelokupnome razdoblju uporabe
- u granicama danih dopuštenih pogrešaka.

Prema tomu, zahtjevi su utvrđeni u zakonskim propisima za mjerila, mjerne i ispitne metode, uključujući pretpakovine.



## 2.2.2 Zakonodavstvo EU-a koje se odnosi na mjerila

### Mjerila koja se nadziru u EU-u

U Europi se usklađivanje zakonski nadziranih mjerila trenutačno temelji na Direktivi 71/316/EEC, koja sadrži horizontalne zahtjeve za sve kategorije mjerila, te na drugim direktivama koje pokrivaju pojedinačne kategorije mjerila, a koje se objavljuju od 1971. godine. Države članice koje su podložne ovim direktivama nisu morale povući postojeće nacionalno zakonodavstvo. Mjerila koja su dobila odobrenja tipa EC (ne odnosi se na sva mjerila) i prvu ovjeru EC, mogu se staviti na tržište i primjenjivati u svim državama članicama bez daljnjih ispitivanja i odobravanja tipa.

Zbog povijesnih razloga, područje zakonskog mjeriteljstva nije isto u svim državama. Stupanjem na snagu Direktive za neautomatske vage (NAWI) 1. siječnja 1993. godine i Direktive za mjerila (Measurement Instruments Directive, MID) 30. listopada 2006. godine, većina postojećih direktiva koje se odnose na mjerila je povučena.

### EU direktiva za neautomatske vage (NAWI)

Direktiva NAWI 90/384/EEC (koja je izmijenjena Direktivom 93/68/EEC) uklanja tehničke zapreke trgovini, čime se stvara 'jedinствeno' tržište i uređuje uporaba mjerila od trgovačkih do industrijskih vaga za komercijalnu, zakonsku i medicinsku primjenu.

### EU Direktiva za mjerila (Measurement Instruments Directive, MID)

Direktiva za mjerila 2004/22/EC nastavlja postupak uklanjanja tehničkih zapreka trgovini, čime se uređuje stavljanja u promet i uporaba sljedećih mjerila:

MI-001	vodomjeri
MI-002	plinomjeri
MI-003	mjerila električne energije i mjerni transformatori
MI-004	mjerila toplinske energije
MI-005	mjerni sustavi za kapljevine različite od vode
MI-006	automatske vage
MI-007	taksimetri
MI-008	tvarne mjere
MI-009	dimenzijski mjerni sustavi
MI-010	analizatori ispušnih plinova.

Zemlje članice imaju mogućnost odlučiti koje vrste instrumenata žele zakonski urediti. Postojeći nacionalni zakoni, podložni prijelaznim odredbama, prestaju se primjenjivati za nove instrumente.

Elektronički instrumenti nisu bili sadržani u postojećim direktivama, ali su obuhvaćen s NAWI direktivom i MID direktivom.

## 2.2.3 Provedba zakonodavstva EU-a koje se odnosi na mjerila

### Zakonski nadzor

Zaštitne mjere poduzimaju se prije stavljanja mjerila na tržište, tj. mnoga mjerila moraju biti tipno odobrena, a sva mjerila moraju biti ovjerena. Mjerodavna tijela – u većini zemalja

državna vlast – daju proizvođačima tipno odobrenje ako tip mjerila zadovoljava sve pridružene zakonske zahtjeve. Za mjerila koja se proizvode serijski, mora se ovjeravanjem osigurati da svako mjerilo ispunjava sve zakonom utvrđene zahtjeve. Također, za mjerila koja se proizvode serijski, ovjeravanjem se potvrđuje da svako mjerilo ispunjava sve zahtjeve utvrđene u postupku odobravanja.

Nadzor nad tržištem mjera je inspekcijskog tipa kojom se utvrđuje ispunjavaju li mjerila stavljena na tržište zakonske zahtjeve. Za mjerila u uporabi propisuju se pregledi ili periodična ponovna ovjeravanja kako bi se jamčila sukladnost mjerila sa zakonskim zahtjevima. Etaloni koji se upotrebljavaju za takve preglede i ispitivanja moraju biti sljedivi do nacionalnih ili međunarodnih etalona. Obvezna zakonska kontrola mjerila obuhvaćenih direktivama prepuštena je svakoj državi članici. Ponovna ovjera, nadzor i ovjerna razdoblja nisu usklađeni, pa ih stoga propisuju države članice na temelju svoga nacionalnog zakonodavstva. Države članice mogu utvrđivati zakonske zahtjeve za različita mjerila koja nisu navedena u NAWI ili MID direktivi.

Postupci za ocjenjivanje sukladnosti koji se nalaze u NAWI i MID direktivi odgovaraju postupcima iz Direktive 93/465/EEC o modulima koje treba upotrebljavati u svim direktivama za tehničko usklađivanje.

### Odgovornosti za provedbu zakona

Direktive definiraju:

- Odgovornost proizvođača: Proizvod mora zadovoljavati zahtjeve iz direktiva
- Odgovornost vlade: Nesukladni proizvodi ne smiju se stavljati na tržište ni u uporabu.

### Odgovornost proizvođača

S primjenom NAWI i MID direktiva, proizvođač je odgovoran za stavljanje oznake CE i dopunske mjeriteljske oznake na proizvod, zajedno s brojem prijavljenog tijela koje jamči valjanost postupka ocjenjivanja sukladnosti. Postavljanje oznaka je izjava da je taj proizvod sukladan sa zahtjevima direktiva. NAWI i MID su direktive s obveznom primjenom.

Proizvođač i uvoznik pretpakovina moraju osigurati da njihova pakovanja budu usklađena s tri pravila pakiranja. Da bi to postigli, oni slobodno mogu odabrati postupke kontrole količine i provjere postupka, pod uvjetom da su dovoljno rigorozne da osiguraju usklađenost s pravilima. Usklađenost s tri pravila može, kad je neophodno, biti potvrđena odgovarajućim ispitivanjima uključujući referentna ispitivanja koje provodi službena osoba državnog tijela zaduženog za pretpakovine.

### Odgovornost vlade

Vlada je obvezna sprječavati stavljanje na tržište i/ili u uporabu mjerila koja podliježu zakonskom mjeriteljskom nadzoru, a koja ne zadovoljavaju primjenjive odredbe direktiva. Naprimjer, vlada mora u određenim okolnostima osigurati da se mjerilo s neprikladno stavljenim oznakama povuče s tržišta.

Vlada mora osigurati da pretpakirani proizvodi koji su označeni oznakom "e" ili invertiranim epsilonom zadovoljavaju zahtjeve odgovarajućih direktiva.

Vlada ispunjava obveze iz direktive nadzorom nad tržištem. Za provedbu nadzora nad tržištem, vlada ovlašćuje inspektore da:

- nadziru tržište
- zapažaju svaki nesukladni proizvod
- obavješćuju vlasnike ili proizvođače proizvoda o nesukladnosti
- izvješćuju vladu o nesukladnim proizvodima.

## 2.2.4 Mjerenje i ispitivanje u zakonodavstvu

Svjetsko gospodarstvo i kakvoća našega svakidašnjeg života ovisi o pouzdanim mjerenjima i ispitivanjima kojima se može vjerovati, koja su međunarodno prihvaćena i koja ne stvaraju zapreke trgovini. Osim onih propisa koji zahtijevaju zakonski ovjerena mjerila, u mnogim se drugim zakonski uređenim područjima zahtijevaju mjerenja i ispitivanja za ocjenjivanje sukladnosti s propisima ili s obvezatnim normama, npr. u zrakoplovstvu, ispitivanju sigurnosti vozila, zdravstvu, nadzoru nad okolišem i onečišćenjem i sigurnosti dječjih igračaka. Kakvoća podataka, mjerenje i ispitivanje važan su dio mnogih propisa.

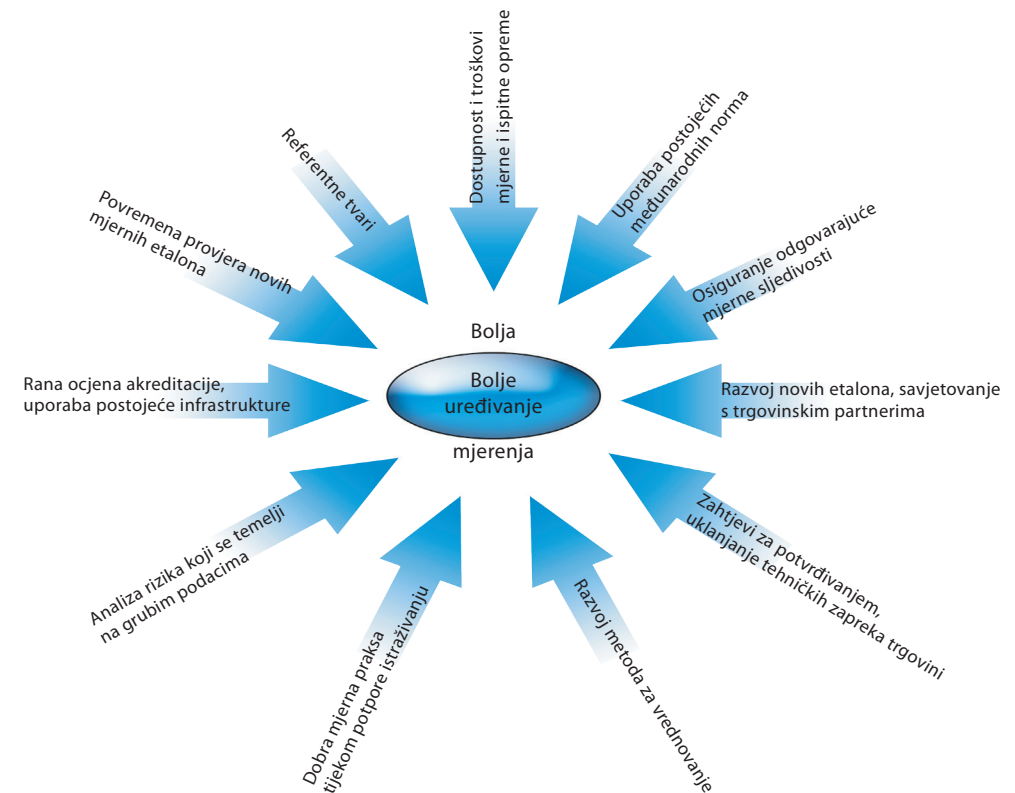
### Upute za uređivanje prema najboljoj mjernoj praksi

Mjerenje se može zahtijevati u svakoj fazi tijekom procesa zakonskog uređivanja. Dobri propisi zahtijevaju odgovarajući pristup mjerenju/ispitivanju:

- kad se utvrđuje razlog (smisao) za zakonodavstvo (donošenja zakona)
- kad se pišu propisi i utvrđuju tehničke granice
- kad se poduzima nadzor nad tržištem.

Postoje upute koje su izrađene u suradnji europskih nacionalnih mjeriteljskih ustanova kako bi se pomoglo onima koji razmatraju probleme mjerenja u procesu zakonskog uređivanja. U kratkom i sažetome izvatku u nastavku dane su naznake sadržaja uputa.

Razlog za uređivanje	Izrada propisa	Nadzor nad tržištem
Utvrđivanje čimbenika	Ocjena trenutnog stanja stvari	Troškovno djelotvorno mjerenje i ispitivanje
Prikupljanje i uspoređivanje postojećih podataka	Utvrđivanje grubih tehničkih granica	Povratna veza
Provjera istraživanja i razvoja za potporu osnovi za uređivanje	Davanje naloga za istraživanja i razvoj kako bi se utvrdilo rješenja	Prilagodba novoj tehnologiji
	Utvrđivanje razine detalja koja će se propisivati	



Postoji barem 9 važnih, mjernih problema koje može biti potrebno pripremiti u svakoj fazi:

1. Koje parametre treba mjeriti?
2. Kako ostvariti najbolju uporabu postojeće mjeriteljske infrastrukture?
3. Osiguranje odgovarajuće mjerne sljedivosti – sljediv prema SI (gdje je to moguće) putem neprekinuta lanca usporedaba koji se može neovisno ocjenjivati.
4. Jesu li u svim ispitivanjima i/ili umjerenjima dostupne odgovarajuće metode i postupci?
5. Mogu li se utvrditi tehničke granice analizom rizika, koja se temelji na čvrstim podacima – daju li postojeći podaci logički temelj, zahtijevaju li se novi ili dodatni podaci?
6. Kako ostvariti najbolju uporabu postojećih međunarodnih norma dopunjenih dodatnim zahtjevima, ako je potrebno.
7. Kolika je očekivana mjerna nesigurnost – kako se uspoređuje s tehničkim granicama, koji je učinak na sposobnost da se ocijeni sukladnost?
8. Uzorkovanje podataka – hoće li biti slučajni ili odabrani, postoji li znanstveni temelj za zahtjeve koji se odnose na učestalost, koji je utjecaj vremena u kojem se izvodi, godišnjih ili zemljopisnih varijacija?
9. Je li dostupna prikladna mjerna tehnologija za odgovarajuće parametre?

### 3. Organizacija mjeriteljstva

#### 3.1 Međunarodna infrastruktura

##### 3.1.1 Dogovor o metru

Sredinom 19. stoljeća, posebno tijekom Prve svjetske izložbe, postala je veoma očita potreba za univerzalnim desetičnim metričkim sustavom. Godine 1875. u Parizu je održana diplomatska konferencija o metru na kojoj je 17 vlada potpisalo ugovor, tzv. „Dogovor o metru“. Potpisnici su odlučili stvoriti i financirati znanstvenu i trajnu ustanovu: Međunarodni ured za utege i mjere (Bureau International des Poids et Mesures, BIPM). Dogovor o metru neznatno je izmijenjen 1921. godine.

Predstavnici vlada država članica sastaju se svake četvrte godine na Općoj konferenciji za utege i mjere (Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM). CGPM razmatra i provjerava rad koji obavljaju nacionalne mjeriteljske ustanove i BIPM, donosi preporuke o novim temeljnim mjeriteljskim odrednicama i svim važnijim pitanjima iz djelokruga BIPM-a.

U 2008. godini 51 država bila je članica Dogovora o metru, a još 27 država bile su pridruženi članovi CGPM-a, s pravom slanja promatrača na CGPM.

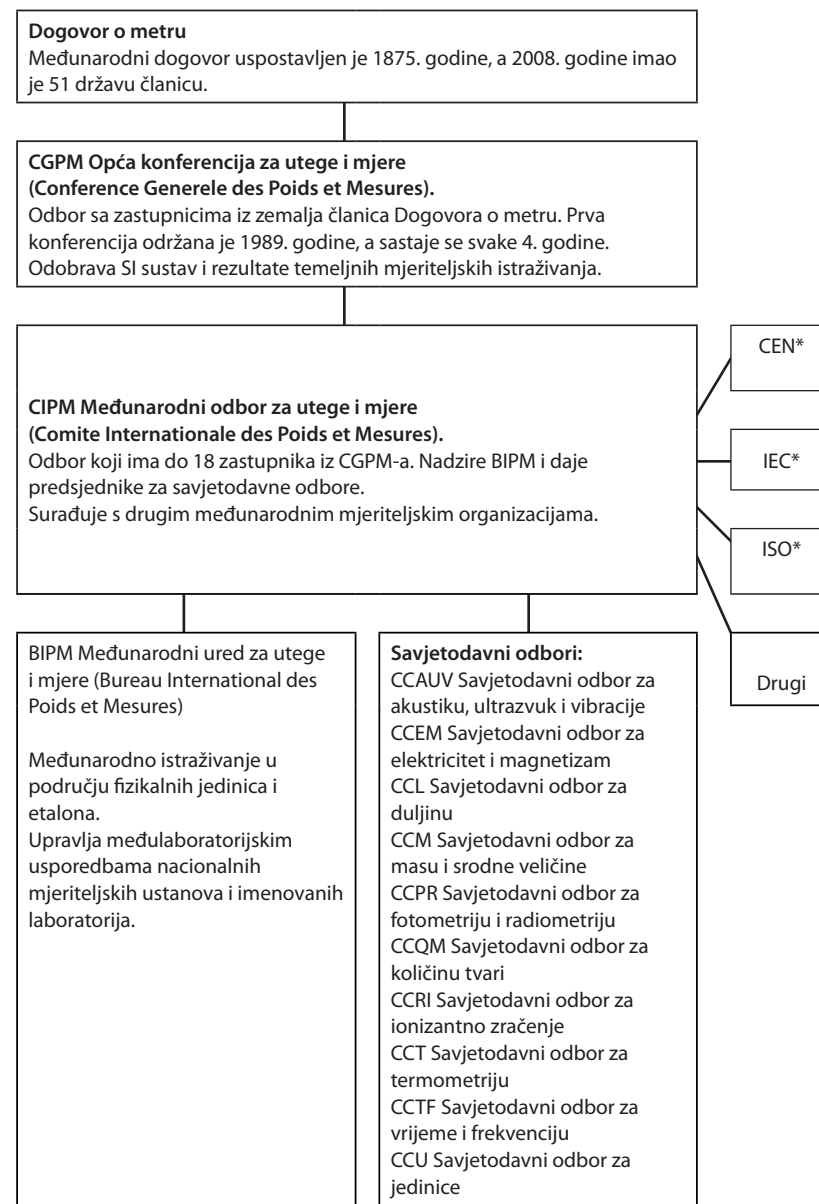
CGPM bira do 18 predstavnika u Međunarodni odbor za utege i mjere ("Comité International des Poids et Mesures" CIPM), koji se sastaje svake godine. CIPM nadzire BIPM u ime CGPM i surađuje s drugim međunarodnim mjeriteljskim organizacijama.

CIPM poduzima preparativni rad za tehničke odluke koje donosi CGPM. CIPM podržava 10 savjetodavnih odbora. Predsjednik svakoga savjetodavnog odbora obično je član CIPM-a. Drugi članovi Savjetodavnih odbora su predstavnici nacionalnih mjeriteljskih instituta (vidjeti poglavlje 3.1.3) i drugi stručnjaci.

Za posebne zadatke osnovan je veći broj zajedničkih odbora BIPM-a i drugih međunarodnih organizacija:

- JCDCMAS – Zajednički odbor za usklađivanje pomoći zemljama u razvoju u mjeriteljstvu, akreditaciji i normizaciji.
- JCGM – Zajednički odbor za upute u mjeriteljstvu.
- JCRB – Zajednički odbor regionalnih mjeriteljskih organizacija i BIPM-a.
- JCTLM – Zajednički odbor za sljedivost u zdravstvenim laboratorijima.

Slika 2: Organizacija Dogovora o metru



### 3.1.2 CIPM-ov Sporazum o međusobnome priznavanju

CIPM Sporazum o međusobnome priznavanju (CIPM MRA) sporazum je između nacionalnih mjeriteljskih ustanova (NMI, pogledati poglavlje 3.1.3). Potpisan je u listopadu 1999. godine, a neznatno je dorađen u nekim tehničkim pitanjima 2003. g. i ima 2 dijela. Jedan se dio odnosi na uspostavljanje stupnja jednakosti nacionalnih etalona, dok se 2. dio odnosi na priznavanje potvrda o umjeravanja i mjerenju koje izdaju nacionalne mjeriteljske ustanove koje sudjeluju. Samo jedan NMI po državi može potpisati CIPM MRA, ali i druge mjeriteljske ustanove koje čuvaju priznate nacionalne etalone u toj zemlji također mogu biti imenovane i sudjeluju u CIPM MRA preko NMI potpisnika. Takve se ustanove obično nazivaju imenovane ustanove (designated institutes - DIs). NMI može odabrati pristupanje samo jednom dijelu, ili oba dijela CIPM MRA. NMI iz pridruženih država Dogovora o metru mogu pristupiti CIPM MRA samo preko njihove regionalne mjeriteljske organizacije. Međunarodne i međudržavne organizacije koje imenuje CIPM mogu, također, pristupiti CIPM MRA. CIPM MRA ne proširuje niti zamjenjuje bilo koji dio Dogovora o metru i predstavlja tehnički dogovor između direktora NMI-a, a ne diplomatski ugovor.

Ciljevi CIPM MRA su sljedeći:

- uspostavljanje istovrijednosti nacionalnih mjernih etalona koje održavaju NMI;
- osiguravanje međusobnoga priznavanja potvrda o umjeravanju i mjerenju koje izdaju NMI sudionici;
- osiguravanje sigurnog temelja vladama i drugim stranama za šire sporazume koji se odnose na međunarodnu trgovinu, komercijalu i poslove u zakonskome uređivanju.

Ovi se ciljevi postižu kroz sljedeće postupke:

- preispitivanje deklariranih mogućnosti mjerenja i umjeravanja (ocjenjivanje od njima ravnopravnih) (Calibration and Measurement Capabilities - CMCs) NMI-sudionika i imenovanih ustanova
- vjerodostojno sudjelovanje NMI-a i imenovanih ustanova u međunarodnim usporedbama etalona (ključne usporedbe ili dodatne usporedbe)
- preispitivanje sustava kakvoće i dokazivanja osposobljenosti NMI-sudionika i imenovanih ustanova (ocjenjivanje od njima ravnopravnih)

Rezultati iznad navedenih postupaka su izjave o mjernim mogućnostima (CMCs) svakog NMI-sudionika i imenovane ustanove i rezultati usporedbi objavljeni u bazi podataka koju održava BIPM i koja je javno dostupna na internetu.

Direktori NMI-a potpisuju MRA uz odobrenje odgovarajućih tijela u svojim zemljama i na taj način:

- prihvaćaju postupak određen u CIPM MRA za uspostavu baze podataka
- priznaju rezultate ključnih i dodatnih usporedbi navedenih u bazi podataka
- priznaju mogućnosti mjerenja i umjeravanja drugih NMI-a i imenovanih ustanova navedenih u bazi podataka.

Sudjelovanje NMI-a u CIPM MRA jamči nacionalnim akreditacijskim tijelima (i ostalima) međunarodnu vjerodostojnost i prihvaćanje mjerenja koja prosljedi NMI. Time se

osigurava temelj za međunarodno priznanje mjerenja obavljenih u laboratorijima akreditiranim za mjerenja i umjeravanja, uz uvjet da ti laboratoriji mogu dokazati kompetentnu sljedivost svojih mjerenja do NMI-a ili imenovanih ustanova sudionica.

Potpisivanje CIPM MRA obvezuje NMI-e potpisnike, ali ne obvezuje automatski i druge agencije u toj zemlji. Odgovornost za umjeravanja i mjerenja koja vrši NMI ostaje u potpunosti u okviru NMI koji vrši mjerenje, jer CIPM MRA ne širi odgovornost za ta mjerenja na bilo koji drugi NMI.

CIPM MRA koordiniraju BIPM i savjetodavni odbori, regionalne mjeriteljske organizacije i BIPM su odgovorni za provedbu iznad opisanih postupaka, a zajednički odbori regionalnih mjeriteljskih organizacija i BIPM su odgovorni za analizu i usvajanje podataka koji se unose u bazu. U 2008. godini CIPM MRA su potpisali predstavnici 73 ustanove iz 45 država članica, 26 pridruženih članova CGPM-a i 2 međunarodne organizacije, a pokriva i ostalih 117 ustanova imenovanih od tijela koja su potpisnici. Sada se oko 90 % svjetske trgovine izvezene robe odvija među državama sudionicama CIPM MRA.

#### Baza podataka o ključnim usporedbama BIPM-a

Baza podataka o ključnim usporedbama BIPM-a (BIPM key comparison database, KCDB) sadrži četiri dijela, koji se smatraju dodacima CIPM MRA:

Dodatak A:	Popis NMI-a i imenovanih ustanova
Dodatak B:	Rezultati ključnih i dopunskih usporedbi
Dodatak C:	Mogućnosti mjerenja i umjeravanja (CMC) NMI-sudionika i imenovanih ustanova
Dodatak D:	Popis ključnih usporedbi

U 2008. godini, u bazi podataka evidentirano je 620 ključnih i 179 dopunskih usporedbi. Evidentirano je 20 000 CMC-a od kojih su svi podvrgnuti procesu ocjenjivanja od strane njima ravnopravnih stručnjaka NMI-a pod nadzorom regionalnih mjeriteljskih organizacija i pod međunarodnom koordinacijom JCRB.

### 3.1.3 Nacionalne mjeriteljske ustanove

Nacionalna mjeriteljska ustanova (National Metrology Institute, NMI) ustanova je koja je imenovana nacionalnom odlukom za razvoj i održavanje nacionalnih mjernih etalona jedne ili više veličina.

NMI - nacionalna mjeriteljska ustanova predstavlja zemlju u međunarodnim odnosima prema nacionalnim mjeriteljskim ustanovama drugih zemalja, u odnosima prema regionalnim mjeriteljskim organizacijama i prema BIPM-u. Nacionalne mjeriteljske ustanove čine okosnicu međunarodne mjeriteljske organizacije, prikazane na slici 2.

Popis NMI-a i imenovanih ustanova dostupan je preko internetske stranice BIPM i regionalnih mjeriteljskih organizacija, npr. u Europi NMI, a imenovane ustanove mogu se naći na internetskoj stranici EUROMET-a.

Mnogi NMI-i ostvaruju primarne etalone osnovnih i izvedenih jedinica na najvišoj ostvarivoj međunarodnoj razini, dok neki NMI-i ostvaruju neke jedinice koristeći se sekundarnim etalonima sljedećim do drugih NMI-a.

Osim gore opisanih aktivnosti, NMI-i su odgovorni za:

- distribuciju SI jedinica akreditiranim laboratorijima, industriji, visokom školstvu, zakonodavnim tijelima itd.
- istraživanje u mjeriteljstvu i razvoj novih i usavršenih etalona (primarnih ili sekundarnih) i mjernih metoda
- sudjelovanje u usporedbama na najvišoj međunarodnoj razini
- održavanje općeg pregleda nacionalne hijerarhije umjeravanja / sljedivosti (nacionalni mjeriteljski sustav).

### 3.1.4 Imenovane ustanove

NMI ili njihove nacionalne vlade, na odgovarajući način, mogu imenovati druge institucije u državi za čuvanje specifičnih državnih etalona, i ovi laboratoriji su često naslovljeni kao „imenovane ustanove“, osobito ako oni sudjeluju u aktivnostima CIPM MRA. Neke države vode centraliziranu organizaciju mjeriteljstva s jednim NMI. Druge države provode decentraliziranu organizaciju s glavnim NMI i više imenovanih laboratorija, koji mogu, ali ne moraju, imati status NMI u okviru svoje države, ovisno o njihovoj nacionalnoj odluci.

Imenovani laboratoriji su nominirani u skladu s mjeriteljskim planom rada za razna područja i u skladu s mjeriteljskom politikom države. Budući da se važnost mjeriteljstva u netradicionalnim područjima, naprimjer kemija, medicina i prehrana, povećava, malobrojne države imaju NMI koji pokriva sva mjerna područja, i zato je broj imenovanih laboratorija u porastu.

### 3.1.5 Akreditirani laboratoriji

Akreditacija je priznanje tehničke sposobnosti, sustava kakvoće i nepristranosti laboratorija, koje daje treća strana.

Akreditirani se mogu javni i privatni laboratoriji. Akreditacija je dragovoljna, ali većina međunarodnih, europskih i nacionalnih vlasti osigurava kakvoću laboratorija za ispitivanje i umjeravanje zahtjevom da u svojem području budu akreditirani od strane tijela za akreditaciju. U nekim se zemljama, naprimjer, zahtijeva za laboratorije koji rade u području prehrane ili umjeravanja utega koji se upotrebljavaju u trgovinama.

Akreditacija se dodjeljuje na temelju ocjene laboratorija i redovitih pregleda.

Akreditacija se općenito temelji na regionalnim i međunarodnim normama, npr. na normi ISO/IEC 17025, „Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija“, te na tehničkim specifikacijama i uputama koje su bitne za pojedinačni laboratorij.

Namjera je da ispitivanja i umjeravanja koja provode akreditirani laboratoriji u jednoj državi članici prihvaćaju vlasti i industrija u svim ostalim državama članicama.

Stoga tijela za akreditaciju imaju međunarodno i regionalno dogovorene višestrane sporazume o međusobnome priznavanju i promicanju istovrijednosti sustava i potvrda te ispitnih izvještaja koje izdaju akreditirane organizacije.

### 3.1.6 Regionalne mjeriteljske organizacije

Suradnja NMI-a na regionalnoj razini usklađuje se putem regionalnih mjeriteljskih organizacija, vidi sliku 3. Fokus aktivnosti RMO ovisi o specifičnim potrebama regije, ali općenito on uključuje:

- koordinaciju usporedbi državnih etalona i ostalih poslova CIPM-a MRA
- suradnju u razvojno-istraživačkom mjeriteljstvu
- olakšavanje sljedivosti izvora s primarnim realizacijama SI-jedinica
- suradnju u razvijanju mjeriteljskih infrastruktura zemalja članica
- zajedničko obučavanje i savjetovanje
- razmjenu tehničkih potencijala i opreme.

U okviru CIPM MRA, RMO-i igraju presudnu ulogu, jer njihova je odgovornost provedba postupka ocjenjivanja, kao što je opisano u 3.1.2, kao i izvješćivanje o rezultatima njihovih RMO-a u zajedničkim, mješovitim povjerenstvima regionalnih tijela (JCRB).

### 3.1.7 ILAC

Međunarodna suradnja na akreditaciji laboratorija, ILAC, međunarodna je suradnja između različitih programa akreditacije laboratorija koji se provode u svijetu.

ILAC je počeo je s radom 1977. godine kao konferencija, a formalno je osnovan kao suradnja 1996. godine. Godine 2000. 36 članova ILAC-a potpisali su Sporazum o međusobnome priznavanju (ILAC Mutual Recognition Arrangement), a 2008. godine, broj članova ILAC MRA se povećao na 60. Kroz ocjenjivanje akreditacijskih tijela sudionika, povećava se međunarodno prihvaćanje ispitnih podataka i uklanjaju se tehničke zapreke trgovini, kao što preporučuje i podupire Sporazum o tehničkim zaprekama trgovini Svjetske trgovinske organizacije.

ILAC je glavni međunarodni forum za razvoj prakse i postupaka akreditacije laboratorija. ILAC promiče akreditaciju laboratorija kao oruđa za olakšanje trgovine s priznavanjem mjerodavnosti za umjeravanja i ispitivanja u svijetu. Kao dio globalnoga pristupa, ILAC također pruža savjete i pomoć zemljama koje su u procesu razvoja svojih sustava akreditacije laboratorija. Te zemlje u razvoju mogu sudjelovati kao pridruženi članovi ILAC-a i, prema tomu, mogu pristupiti izvorima ILAC-ovih razvijenijih članova.

### 3.1.8 OIML

Međunarodna organizacija za zakonsko mjeriteljstvo (OIML) međuvladina je ugovorna organizacija, osnovana na temelju dogovora 1955. godine, koji je izmijenjen 1968. godine radi promicanja svjetskog usklađivanja postupaka u zakonskome mjeriteljstvu. OIML je 2008. godine imao 59 država članica koje sudjeluju u tehničkim djelatnostima i 57 država



dopisnih članica, koje su pridružene OIML-u kao promatrači.

OIML je od svog osnivanja u cijelom svijetu stvorio tehnički ustroj koji svojim članicama osigurava mjeriteljske upute za razradbu nacionalnih i regionalnih zahtjeva koji se odnose na proizvodnju i uporabu mjerila za primjene u zakonskom mjeriteljstvu. OIML izdaje međunarodne preporuke koje daju članovima međunarodno dogovoren temelj za uspostavljanje nacionalnog zakonodavstva za različite kategorije mjerila.

Glavni su elementi međunarodnih preporuka:

- područje primjene, primjena i nazivlje
- mjeriteljski zahtjevi
- tehnički zahtjevi
- metode i oprema za ispitivanje i potvrđivanje sukladnosti sa zahtjevima
- oblik ispitnog izvještaja.

Nacrte preporuka i dokumenata OIML-a izrađuju tehnički odbori ili pododbori koji su sastavljeni od zastupnika iz država članica. U 2008. godini OIML je imao 18 tehničkih odbora.

Sustav potvrđivanja OIML-a, uveden 1991. godine, daje proizvođačima mogućnost dobivanja potvrde OIML-a i ispitnog izvještaja kako bi se pokazalo da je dani tip mjerila sukladan sa zahtjevima odgovarajućih međunarodnih preporuka OIML-a. Potvrde izdaju države članice OIML-a koje su osnovale jedno ili više tijela odgovornih za obradbu zahtjeva proizvođača koji žele imati potvrđene svoje tipove mjerila. Prihvatanje je tih potvrda od nacionalnih mjeriteljskih službi dobrovoljno.

U 2005. godini počela je primjena OIML sporazuma o uzajamnom prihvatanju, OIML MAA. OIML MAA se odnosi na OIML ispitivanje tipa. Unutar svakog područja cilj je potpisivanje Deklaracije o uzajamnom povjerenju. Postupak napreduje.

### 3.1.9 IUPAP

Međunarodna unija za čistu i primijenjenu fiziku, IUPAP, bila je uspostavljena 1923. godine. U 2008. godini je imala 48 učlanjenih zajednica fizičara, a rad u IUPAP-u je bio organiziran u 20 povjerenstava. Jedno od njih je Povjerenstvo za etalone, jedinice, nazivlje, atomske težine i osnovne konstante, koji prema prvom članaku svog mandata trebaju promicati razmjenu podataka i stavova među članovima međunarodne znanstvene zajednice u općem području osnovnih konstanti, uključujući:

- a. fizikalna mjerenja
- b. čisto i primijenjeno mjeriteljstvo
- c. nomenklaturu i znakove fizikalnih veličina i jedinica
- d. poticanje rada koji pridonosi poboljšavanju preporučenih vrijednosti atomskih masa i temeljnih fizikalnih stalnica te olakšava njihovo univerzalno prihvatanje.

IUPAP izdaje "crvenu knjigu" o Znakovima, jedinicama i nomenklaturi u fizici.

### 3.1.10 IUPAC

Međunarodna unija za čistu i primijenjenu kemiju, IUPAC, međunarodno je nevladino

tijelo koje je usmjereno prema unaprjeđenju aspekta kemijskih znanosti širom svijeta i primjeni kemije u odgovoru na pitanja koja uključuju kemijske znanosti.

IUPAC je osnovan 1919. godine. IUPAC je udruga nacionalnih pristupnih organizacija, kojih u 2008 godini ima 50., s još 17 organizacija kao pridruženih nacionalnih pristupnih organizacija. IUPAC ima 8 odsjeka. IUPAC se bavi i priznat je kao svjetski autoritet za kemijsko nazivlje, terminologiju, standardizirane metode mjerenja, atomske težine i mnoge druge kritično evaluirane podatke.

IUPAC izdaje niz knjiga o kemijskom nazivlju u različitim područjima kemije.



Slika 3. Regionalne mjeriteljske organizacije diljem svijeta

## 3.2 Europska infrastruktura

Zemljopisni opseg regionalnih mjeriteljskih organizacija (RMO) prikazan je na karti RMO-a na slici 3..

### 3.2.1 Mjeriteljstvo – EURAMET

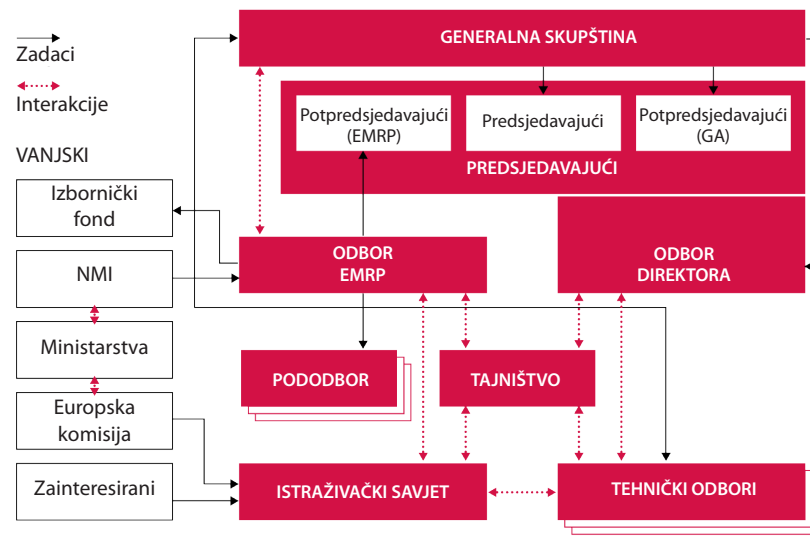
Europsko je mjeriteljstvo skoro 20 godina koordinirao EUROMET, europska suradnja na etalonima, suradnja na temelju Memoranduma o razumijevanju (Memorandum of Understanding). Novi izazovi za europsko mjeriteljstvo, naprimjer povećavanje razine integracije i koordinacije mjeriteljskog razvoja i istraživanja, istaknuli je potrebu za uspostavljanjem pravne osobe za koordinaciju europskog mjeriteljstva. U siječnju 2007. godine EURAMET e.V., europsko udruženje za nacionalno mjeriteljstvo je bilo inaugurirano kao registrirana udruga javnih tijela prema njemačkom zakonu. EURAMET je 1. srpnja 2007. godine zamijenio EUROMET kao europski RMO.

Struktura EURAMET-a je prikazana na slici 4. EURAMET ima 12 tehničkih odbora, od kojih 10 pokrivaju područja navedena u tablici 1, dok se druge 2 bave interdisciplinarnim mjeriteljstvom i preispitivanjem (ocjenjivanje od njima ravnopravnih stručnjaka - the peer review) sustava kakvoće NMI-a i DI-a u sklopu CIPM MRA.

U 2008. godini EURAMET je imao 32 europska NMI-člana, plus IRMM Europske komisije i 4 kandidata NMI kao pridružene članove. Imenovane ustanove iz zemalja koje imaju NMI člana sudjeluju u radu EURAMET-a kao pridruženi.

Jedan od ciljeva EURAMET-a je postići "kritičnu masu" i veći utjecaj preko koordiniranoga europskog istraživanja u mjeriteljstvu. To uključuje analizu zajedničkih budućih potreba u mjeriteljstvu, definicija zajedničkih ciljeva i programa i planiranje i izvršavanje zajedničkih istraživačkih projekata, zbližavajući specijaliste sudjelujućih NMI-a. U okviru projekta iMERA (iMERA = Implementing the Metrology European Research Area = Uvođenje mjeriteljskoga europskog istraživačkog prostora), europski mjeriteljski istraživački program (European Metrology Research Programme EMRP) je bio razrađen i razvijeni su postupci i infrastruktura u okviru EURAMET-a za njegovu provedbu. U 2008. godini počeo je trogodišnji program vrijedan 64 milijuna €, prva faza EMRP, zajednički financirana od 20 država sudionika i Europske komisije unutar njezinog programa ERANET Plus.

Slika 4: Struktura EURAMET e.V.



### 3.2.2 Akreditacija – EA

Europska suradnja u akreditaciji (European Co-operation for Accreditation, EA) neprofitna je organizacija utemeljena u studenom 1997. godine i registrirana kao udruga u Nizozemskoj u lipnju 2000. godine. EA je formirana kao rezultat udruživanja europske certifikacije potvrđivanja i europske suradnje na akreditaciji laboratorija. EA je europska mreža nacionalno priznatih akreditacijskih tijela smještenih u europskom zemljopisnom području. EA je kao regija član međunarodne suradnje na akreditaciji laboratorija (International Laboratory Accreditation Cooperation - ILAC) i međunarodnoga akreditacijskog foruma (International Accreditation Forum - IAF).

Članice EA koje su uspješno prošle ocjenjivanje od njima ravnopravnih stručnjaka mogu potpisati odgovarajući multilateralni ugovor (EA MLA) za ovlaštavanje

- laboratorija (umjeravanje i ispitivanje)
- inspeksijskih tijela
- potvrđenih tijela (QMS, EMS, proizvod i usluge, ljudi, EMAS ovjeravatelj)

u sklopu čega oni priznaju i promiču međusobnu jednakost sustava, potvrda i izvještaja koje je izdalo akreditirano tijelo.

U 2008. godini EA je imala 35 akreditacijskih tijela punopravnih članova, a organizacije iz 27 europskih država su bile potpisnice EA MLA.

U lipnju 2005. EA i EUROMET su potpisali bilateralni memorandum o razumijevanju (Memorandum of Understanding - MoU), koji je imao za cilj podržati neprekidnu suradnju između dviju organizacija. Nakon osnivanja EURAMET-a kao europskog RMO, zamjena

MoU će biti potpisana između EA i EURAMET-a. Upravljanje specifičnim dokumentima umjeravanja preneseno je s EA na EURAMET, a osim toga, EURAMET daje podršku EA u području interlaboratorijskih usporedbi koje se odnose na umjeravanje.

Mjeriteljska infrastruktura u većini zemalja sastoji se od nacionalnih mjeriteljskih ustanova (NMI), imenovanih nacionalnih laboratorija i ovlaštenih laboratorija. U mnogim zemljama, teži se za tim da nacionalne mjeriteljske ustanove (NMI) i imenovani laboratoriji akreditacijom, potvrđivanjem ili ocjenjivanjem od njima ravnopravnih stručnjaka traže ocjenu treće strane za svoje sustave kakvoće.

### 3.2.3 Zakonsko mjeriteljstvo – WELMEC

Zapadnoeuropska suradnja u zakonskom mjeriteljstvu (WELMEC) osnovana je Memorandumom o razumijevanju 1990. godine, koji je potpisalo 15 država članica EU-a i 3 države članice EFTE u svezi s pripremom i stupanjem na snagu direktiva novoga pristupa. Taj je naziv 1995. godine promijenjen u Europska suradnja u zakonskom mjeriteljstvu (European co-operation in legal metrology), ali je zadržana kratica WELMEC. Od tada WELMEC prihvaća u pridruženo članstvo zemlje koje imaju potpisane sporazume s Europskom unijom. Članovi WELMEC-a su nacionalna tijela za zakonsko mjeriteljstvo u zemljama članicama EU-a i EFTE, dok su nacionalna tijela za zakonsko mjeriteljstvo u onim zemljama koje su u prijelaznoj fazi prema članstvu u EU-u pridruženi članovi. U 2008. godini WELMEC je imao 33 članice i 3 pridružene članice.

#### Ciljevi su WELMEC-a:

- razvoj međusobnoga povjerenja između tijela zakonskog mjeriteljstva u Europi
- usklađivanje djelatnosti u zakonskome mjeriteljstvu
- brža razmjena podataka između zainteresiranih tijela.

Odbor WELMEC-a čine delegati iz država članica i država pridruženih članica te promatrači iz EURAMET-a, Europske suradnje na ovlašćivanju (EA), Međunarodne organizacije za zakonsko mjeriteljstvo (OIML) i drugih regionalnih organizacija koje imaju interesa u zakonskome mjeriteljstvu. Odbor se sastaje najmanje jednom godišnje, a pomaže mu više radnih skupina. Mala predsjednička skupina savjetuje predsjednika o strateškim pitanjima.

WELMEC savjetuje Europsko povjerenstvo i Vijeće o primjeni i daljnjem razvoju Direktiva u zakonskom mjeriteljstvu, npr. Measuring Instruments Directive (MID) i Direktive za neautomatske vage (NAWI - Non-Automatic Weighing Instruments Directive)

### 3.2.4 EUROLAB

EUROLAB je savez nacionalnih organizacija mjernih, ispitnih i analitičkih laboratorija koji obuhvaća oko 2000 europskih laboratorija. EUROLAB je dragovoljna suradnja koja tehnički i politički predstavlja i promiče organizaciju laboratorija suradnjom koja se odnosi, naprimjer, na Europsko povjerenstvo, europsku normizaciju i međunarodna

pitanja.

Eurolab organizira seminare i simpozije te izrađuje izvještaje o stajalištima i tehničke izvještaje. Mnogi laboratoriji koji se bave mjeriteljstvom članovi su EUROLAB-a.

### 3.2.5 EURACHEM

EURACHEM, koji je osnovan 1989. godine, mreža je organizacija 33 države u Europi i Europskoga povjerenstva čiji je cilj uspostavljanje sustava za međunarodnu sljedivost mjerenja u kemiji i promicanje dobre prakse u kakvoći. Većina država članica uspostavila je nacionalne mreže EURACHEM-a.

EURACHEM i EUROMET surađuju s obzirom na uspostavljanje imenovanih laboratorija, uporabu referentnih tvari i sljedivost prema molu, SI jedinici količine tvari. Tehničkim pitanjima bavi se zajednička radna skupina, Mjeriteljstvo u kemiji (MetChem).

### 3.2.6 COOMET

COOMET, euro-azijska suradnja nacionalnih mjeriteljskih ustanova, utemeljen 1991. godine, predstavlja suradnju između 17 NMI-a iz zemalja središnje i istočne Europe i zemalja središnje Azije. COOMET je regionalna mjeriteljska organizacija za Euroaziju i njezini članovi surađuju u područjima znanstvenog i zakonskog mjeriteljstva i službe umjeravanja.

## 3.3 Infrastruktura u Americama

### 3.3.1 Mjeriteljstvo – SIM

Međuamerički mjeriteljski sustav (Sistema Interamericano de Metrologia, SIM), uspostavljen je sporazumom između nacionalnih mjeriteljskih organizacija iz 34 države članice Organizacije američkih država (OAS). SIM je regionalna mjeriteljska organizacija za Amerike u okviru CIPM MRA (vidi poglavlje 3.1.2).

Stvoren kako bi promicao međunarodnu, naročito međuameričku i regionalnu suradnju u mjeriteljstvu, SIM se obvezao na primjenu globalnoga mjernog sustava u Americama u koji svi korisnici mogu imati povjerenje. Radeći na uspostavi golemoga regionalnog mjernog sustava, SIM je organiziran u pet podregija:

- NORAMET za Sjevernu Ameriku
- CARIMET za Karibe
- CAMET za Srednju Ameriku
- ANDIMET za andske države
- SURAMET za ostale države Južne Amerike.

SIM također obuhvaća pitanja zakonskog mjeriteljstva u Americama. Cilj je radne skupine za zakonsko mjeriteljstvo usklađivanje zahtjeva i djelatnosti zakonskog mjeriteljstva u Americama, uzimajući u obzir preporuke i dokumente OIML-a.

### 3.3.2 Akreditacija – IAAC

Međamerička suradnja na akreditaciji (IAAC) asocijacija je akreditacijskih tijela i drugih organizacija zainteresiranih za ocjenu sukladnosti u Americama.

Njezina je misija uspostaviti međunarodno priznate sporazume o međusobnome priznavanju među akreditacijskim tijelima u državama članicama. Ona također promiče suradnju među akreditacijskim tijelima u Americama čiji je cilj razvoj struktura ocjene sukladnosti kako bi se postiglo poboljšavanje proizvoda, procesa i usluga. Članovi IAAC-a mogu biti tijela za akreditaciju laboratorija, kao i sustava upravljanja. IAAC osigurava program širokog školovanja za svoje članove.

IAAC ima 20 punopravnih država članica, 7 pridruženih država članica i 22 zainteresirana člana (stakeholder members) iz 22 zemlje. ILAC i IAF priznaju IAAC kao reprezentativno tijelo u regiji za Amerike.

## 3.4 Azijsko-pacifička infrastruktura

### 3.4.1 Mjeriteljstvo – APMP

Azijsko-pacifički mjeriteljski program (APMP) povezuje nacionalne mjeriteljske ustanove iz te regije i sudjeluje u RMO nadležnostima kao što je opisano u poglavlju 3.1.3. APMP je započeo s radom 1977. godine i najstarija je regionalna mjeriteljska organizacija u svijetu koja neprekidno djeluje.

APMP je utemeljio Odbor za razvijanje gospodarstva (Developing Economies Committee - DEC) koji podupire rasprave o potrebama NMI-a iz zemalja u razvoju i nadzire i usklađuje pripadajuće programe rada.

### 3.4.2 Akreditacija – APLAC

Azijsko-pacifička suradnja na akreditaciji laboratorija (APLAC) suradnja je između organizacija u azijsko-pacifičkome području koja je odgovorna za akreditaciju ustanova za ispitivanje, pregled i nadzor.

Članovi su nacionalno priznata akreditacijska tijela i obično su u državnom vlasništvu ili im država pruža podršku. Članovi APLAC-a ocjenjuju laboratorije i tijela koja provode pregled prema međunarodnim normama i akreditiraju ih kao mjerodavna za provedbu određenih ispitivanja ili nadzora.

APLAC je pokrenut 1992. godine kao forum koji omogućuje akreditacijskim tijelima da razmjenjuju podatke, usklađuju postupke i razvijaju sporazume o međusobnome priznavanju preko nacionalnih granica. APLAC ima aktivne programe za:

- razmjenu podataka između članova
- razvoj pisanih tehničkih uputa
- međulaboratorijske usporedbe/ispitivanje osposobljenosti

- školovanje ocjenjivača laboratorija i
- razvoj postupaka i pravila za uspostavljanje sporazuma o međusobnome priznavanju.

### 3.4.3 Zakonsko mjeriteljstvo – APLMF

Azijsko-pacifički forum za zakonsko mjeriteljstvo (APLMF) skupina je državnih uprava odgovornih za zakonsko mjeriteljstvo čiji je cilj razvoj zakonskog mjeriteljstva i promicanje slobodne i otvorene trgovine u toj regiji usklađivanjem i uklanjanjem tehničkih i administrativnih zapreka trgovini u području zakonskog mjeriteljstva. Kao jedna od regionalnih organizacija koje tijesno surađuju s OIML-om, APLMF promiče uzajamnu razmjenu podataka i suradnju među organizacijama za zakonsko mjeriteljstvo te nastoji provoditi usklađivanje zakonskog mjeriteljstva u azijsko-pacifičkome području.

Azijsko-pacifička ekonomska suradnja (Asia-Pacific Economic Cooperation - APEC) priznaje APMP, APLAC i APLMF kao specijalizirana regionalna tijela. Specijalizirana regionalna tijela pomažu APEC-ovu pododboru za norme i sukladnost kako bi ostvario cilj uklanjanja tehničkih zapreka trgovini u tom području.

## 3.5 Afrička infrastruktura

### 3.5.1 Mjeriteljstvo – AFRIMETS

Unutar-afrički mjeriteljski sustav AFRIMETS je uspostavljen konstituirajućom generalnom skupštinom u srpnju 2007. godine, pod vodstvom SADCNET-a (vidjeti 3.5.2) i pod pokroviteljstvom Novog ekonomskog partnerstva za afrički razvoj (New Economic Partnership for African Development - NEPAD) Afričke unije (AU). Da bi uspješno i učinkovito predstavljao cijeli kontinent, izgrađen je na podregionalnoj mjeriteljskoj suradnji, u prvom redu u okviru regionalnih ekonomskih zajednica (na primjer SADC, EAC, CEMAC, ECOWAS, UEMOA) kao glavnih članova. AFRIMETS pokriva znanstveno, industrijsko i zakonsko mjeriteljstvo. Očekuje se da AFRIMETS zamijeni SADCNET kao afrički RMO u okviru CIPM MRA pri kraju 2008. godine, kako bi pokrio cijeli afrički kontinent.

AFRIMETS kao glavne članove ima pet podregionalnih organizacija:

- CEMACNET – mjeriteljska suradnja za srednoafričke države
- EACMET – mjeriteljska suradnja za istočnoafričke države
- MAGMET – mjeriteljska suradnja za države Magreba.
- SADCNET – mjeriteljski suradnja za južnoafričke države, uključujući SADCNET za zakonsko mjeriteljstvo
- SOAMET – mjeriteljska suradnja za zapadnoafričke države.

Države koji nisu dio podregionalne organizacije, mogu se pridružiti AFRIMETS-u kao redoviti članovi. U 2008. godini imao je 3 redovita člana.



## SADC

14 država su potpisnice ugovora Zajednice za razvoj Južne Afrike (SADC). SADC ima najdulju tradiciju u podregionalnoj suradnji utemeljenu na trgovinskom protokolu SADC i Memorandumu o razumijevanju i suradnji u normiranju, osiguranju kakvoće, akreditaciji i mjeriteljstvu (SQAM). Program SQAM i njegove sastavne strukture, SADCSTAN (SADC suradnja u standardizaciji), SADCA, SADCMET i SADC MEL slijede cilj otklanjanja tehničkih prepreka trgovini.

### 3.5.2 MJERITELJSTVO – SADC MET

SADC MET je SADC suradnja u sjedivosti mjerenja 14 zemalja članica plus 5 pridruženih članova. Članovi su NMI ili de facto mjeriteljske ustanove. SADC MET je ispunio ulogu regionalne mjeriteljske organizacije za Afriku u sklopu CIPM MRA, ali pokriva samo dijelove kontinenta. Planirano je da će nedavno osnovan AFRIMETS zamijeniti SADC MET kao RMO u sklopu CIPM MRA, pokrivajući cjeli afrički kontinent. Kada AFRIMETS preuzme ulogu RMO, SADC MET će nastaviti s radom kao jedan od podregionalnih članova AFRIMETS-a.

### 3.5.3 Akreditacija – SADCA

SADC suradnja na akreditaciji, SADCA olakšava stvaranje skupine međunarodno priznatih akreditiranih laboratorija i potvrđenih tijela (za osoblje, proizvode i sustave, uključujući upravljanje kakvoćom i okolišem) u tome području i osigurava državama članicama pristup akreditaciji kao oruđu za uklanjanje tehničkih zapreka trgovini u dragovoljnome i obvezatnome području. SADCA je zadužena za definiranje prikladne akreditacijske infrastrukture, koja omogućava organizacijama u zemljama članicama SADC-a pristup akreditacijskim službama međunarodno priznatih nacionalnih akreditacijskih tijela unutar njihovih država, ili formiranje regionalne akreditacijske službe, SADCAS.

### 3.5.4 ZAKONSKO MJERITELJSTVO – SADC MEL

SADC suradnja u zakonskom mjeriteljstvu (SADC MEL) olakšava usklađivanje propisa nacionalnoga zakonskog mjeriteljstva država članica te između SADC-a i drugih regionalnih i međunarodnih trgovinskih udruženja. Njegovi su redoviti članovi nacionalna tijela za zakonsko mjeriteljstvo u državama članicama SADC-a.

### 3.5.5 OSTALE PODREGIONALNE STRUKTURE

Istočnoafrička zajednice (EAC) zaključila je protokol 2001. godine, a donijela je zakon o normizaciji, osiguranju kakvoće, mjeriteljstvu i ispitivanju 2006. godine, koji promiče regionalnu suradnju u mjeriteljstvu kroz mjeriteljski pododbor EAC. Glavni ciljevi su međunarodno priznanje mjernih sposobnosti, izgradnja kapaciteta i sustavno vrednovanje kroz usporedbe. Slične strukture postoje u Zapadno-afričkoj ekonomskoj i monetarnoj uniji (West African Economic and Monetary Union - UEMOA), gdje zapadno-

afrički sustav mjeriteljstva SOAMET i ovlasni sustav SOAC promiču i usklađuju regionalne poslove u mjeriteljstvu i ovlašćivanju. Slična suradnja je u pripremi u okviru drugih afričkih regionalnih ekonomskih zajednica, naprimjer ECOWAS i COMESA.

## 4. UTJECAJ MJERANJA - NEKI PRIMJERI

### 4.1 PRIRODNI PLIN

Prirodni plin vrijedi milijarde eura – Koliko?

Mjerenje vrijednosti prirodnog plina mora biti jednoznačno i pouzdano širom Europe u cilju zaštite potrošača i fiskalnog prihoda.

EU ima 210 milijuna potrošača prirodnog plina, koji se opskrbljuju putem cjevovoda dugog 1.4 milijun kilometara. Njihova je godišnja potrošnja od 500 milijardi kubnih metara vrijedna stotine milijardi eura.

Plin je skup artikl kojim se trguje diljem Europe i podliježe fiskalnim opterećenjima, tako da je važno da potrošači, zemlje uvoznici / izvoznici i porezne vlasti mogu vjerovati da su mjerenja učinjena pošteno, dosljedno i pouzdano.

Plaćanje plina se vrši u skladu s obujmom i kaloričnom vrijednosti plina, koja je određena sastavom plina. Plinska kromatografija se upotrebljava za mjerenje sastava plina, a mjerenja su složena; mjerenja se vrše na mnogim mjestima na plinskoj mreži dnevno, tjedno, mjesečno i godišnje uporabom plinskog kromatografa. Izračun kalorične vrijednosti se vrši automatski u plinskom kromatografu, u skladu s međunarodnim tehničkim normama.

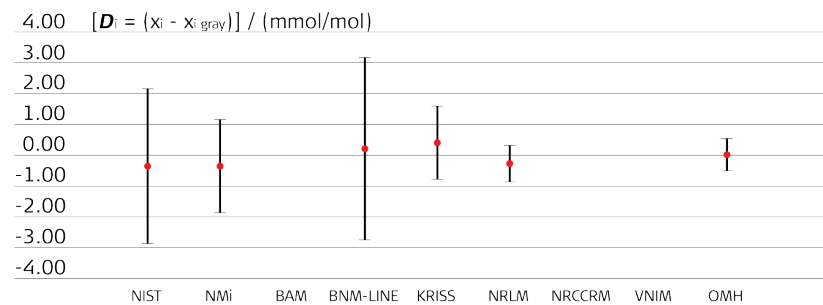
Umjeravanje plinskog kromatografa obavlja se pomoću plina - potvrđene referentne tvari (certified reference material - CRM), koji je sljediv do CRM umjerenog u NMI-u. U okviru CIPM Sporazuma o uzajamnom priznavanju (v. poglavlje 3.1.2), svi sudjelujući NMI-i i imenovane ustanove su obvezni predati svoje sposobnosti umjeravanja i mjerenja i sustave provjere kakvoće za ocjenu od njima ravnopravnih stručnjaka (peer review), sudjelovati u odgovarajućim ključnim usporedbama (rezultati svjetske usporedbe za prirodni plin CIPM-a prikazane su na slici 6). Slično, ovlašteni laboratoriji obuhvaćeni ILAC Sporazumom o uzajamnom priznavanju, također sudjeluju u njihovoj mreži usporedbi. CIPM i ILAC sporazumi o međusobnom priznavanju daju mehanizam za međunarodno međusobno priznavanje potvrda o ovjeravanju koje su izdali sudionici sporazuma.

Ovi ugovori, provjere, praktična mjerenja i usporedbe koje ih podupiru osiguravaju povjerenje u tu robu, kojom se trguje preko granica.

### Slika 5: Rezultati svjetske usporedbe za prirodni plin

CCQM-K1.g, prirodni plin tip iii

Stupnjevi jednakosti za metan pri nominalnoj vrijednosti 824 mmol / mol



### Slika 6: Europski prirodni plin: mreža cjevovoda



Izvor: gte (Gas Transmission Europe) Prijenos plina u Europi

## 4. 2 DIJALIZA BUBREGA

Dijaliza – točna mjerenja poboljšavaju kvalitetu života i smanjuju troškove zdravstvene zaštite

Temeljno istraživanje u mjerenju elektrolitske provodljivosti izravno utječe na kvalitetu života pacijenata na dijalizi.

Kvaliteta života oko četvrt milijuna pacijenata na dijalizi u EU presudno ovisi o njihovome liječenju dijalizom koja obično traje četiri do pet sati, dva ili tri puta svakog tjedna i bez koje bi oni umrli. Tretman je bolan za pacijenta i skup za sustav zdravstvene zaštite, a uvjeti utječu na društveni život pacijenta i sposobnost pacijenta da nastavi svoj posao. Stoga je važno učiniti tretman što je moguće djelotvornijim.

Broj pacijenata s kroničnim zatajenjem bubrega povećava se za oko 7 % -9 % godišnje, što odgovara udvostručivanju svakih deset godina; istovremeno se očekuje da broj ljudi kojima je potrebna dijaliza raste za oko 4 % godišnje. Oko 75 % danskih pacijenata na dijalizi se tretira kemodijalizom, gdje se krv pacijenta pumpa kroz stroj za dijalizu koji uklanja otpadne tvari osmozom. Postupak se prati mjerenjem elektrolitske električne vodljivosti otopine soli koja se također pumpa kroz stroj kako bi se izlučile otpadne tvari. Što se točnije mjeri elektrolitska vodljivost, postupak se optimizira, čime se smanjuje i trajanje tretmana, ali i bol koju pacijent doživi tijekom dijalize.

Temeljno istraživanje mjerenja elektrolitske električne vodljivosti poboljšava kakvoću mjerenja elektrolitske električne vodljivosti, a to izravno utječe na kakvoću života pacijenata na hemodijalizi i trošak tretmana zdravstvene zaštite.

## 4. 3 NANOČESTICE

Mjerenje nanočestica radi zaštite zdravlja

Mjerenje nanočestica u zraku u okolišu i na radnome mjestu može pomoći u poboljšanju kakvoće zraka i zdravlja.

Utjecaj nanočestica u zraku na ljudsko zdravlje područje je sve većeg interesa. Nanočestice mogu ulaziti u tijelo udisanjem, gutanjem ili apsorpcijom kroz kožu i poznato je da uzrokuje dišne probleme. Nanočestice nastaju i prirodno i ljudskim djelovanjem, iz raznih izvora, naprimjer izgaranje, promet, proizvodnja raznih materijala, prašina, čađa i pelud. Tržište koje se odnosi na nanotehnologiju brzo raste, s iznosom od oko 38 milijardi € u 2001. godini, a očekuje se porast na 152 milijarde € do 2010. godine, od čega na nanočestice otpada oko 40 % ovog iznosa.

Posljednje studije o česticama u zraku ukazuju da oštećenje ljudskih gena može biti povezano s veličinom čestica i, potencijalno, površinom čestica u zraku s toksičnosti koja raste sa smanjivanjem veličine čestica.

Slijede se tri pravca istraživanja kako bi se utvrdila količina nanočestica u atmosferi ili na radnome mjestu, te njihov učinak na zdravlje ljudi. Ovaj će istraživački rad omogućiti buduće zakonodavstvo u zdravstvu i sigurnosti, ekološke propise i razvoj utemeljenih,,

novih norma koje mogu zaštititi ljudsko zdravlje:

1. Instrumentacija koja može mjeriti nanočestice dostupna je već nekoliko godina, ali pouzdanost i usklađenost mjerenja između različitih vrsta instrumenata, kao i njihove radne karakteristike, još moraju biti uspostavljene. Trenutno mjeriteljsko istraživanje ispituje radne značajke različitih instrumenata i usmjereno je prema rješavanju temeljne problematike mjerenja nanočestica. Ključni čimbenici nanočestica koji se istražuju uključuju broj i gustoću (koncentraciju), veličinu čestica, površinu i sastav.
2. Precizna sinteza nanočestica, sa stabilnim, prilagodivim i sljedivim promjerom i poznatom brojčanom koncentracijom. Takvi generatori čestica omogućit će umjeravanje uređaja za mjerenje nanočestica i studiju umjetne plinovite faze u mjerenjima koncentracije čestica-mase [particulate-mass (PM) concentration measurements] (često upotrebljavani za analizu ostataka izgaranja strojeva).
3. Unaprijeđene metode karakterizacije i razumijevanje ljudske interakcije s nanočesticama. Ovo će omogućiti da nanočestice budu razvrstane prema toksičnosti, što je važan korak u uspostavljanju zakonodavstva za sigurnost od nanočestica.

#### 4.4 GNOJIVO

**Precizno mjerenje moglo bi smanjiti potrošnju gnojiva za 700 000 tona svake godine**

**Precizni raspršivači gnojiva smanjuju utjecaj na okoliš i unaprjeđuju poljoprivredu.**

Pretjerana je potrošnja gnojiva skupa za poljoprivrednike i povećava onečišćenje okoliša te nanosi štetu zbog istjecanja iz polja u potoke, rijeke i susjedna zemljišta. Ova je pretjerana potrošnja često slučajna i događa se zbog nedostatka preciznosti raspršivača gnojiva za različita polja i različite vrste gnojiva.

Inovativna rješenja kojima se koristi mjeriteljstvo značajno su pridonijela razvoju inteligentnog raspršivača gnojiva. Rješenje uključuje mjerenje mase gnojiva raspršenog po hektaru i razvoj i potvrđivanje metode mjerenja. Mjerenje količine gnojiva koje teče iz raspršivača kombinirano je s GPS-om, koji određuje položaj raspršivača na polju. Količina raspršenog gnojiva može se tada uskladiti za različite zahtjeve za gnojivom na različitim mjestima u polju. Različite potrebe za gnojivom procjenjuju se na temelju izrade karta godišnjeg uroda požetih polja u prethodnim godinama.

Ova su unaprjeđenja smanjila nesigurnost raspršivača gnojiva sa 5 % na 1 % po hektaru. To se možda ne čini mnogo, ali ako se uzme u obzir da je 15.6 milijuna tona komercijalnoga poljoprivrednog gnojiva potrošeno u 15 zemalja članica EU-a tijekom 2001. godine, uporaba novog raspršivača gnojiva u to vrijeme smanjila bi potrošnju gnojiva sa 15.6 milijuni tona na 14.9 milijuna tona – smanjenje od 4.5 % i ušteda od više stotina milijuna eura. Raspršivač je donio koristi i poljoprivrednicima i društvu: Poljoprivrednici ostvaruju veću dobit nego prije, a manja je šteta u okolišu.

#### 4.5 MJERILA TOPLINSKE ENERGIJE

**Inteligentno upravljanje mjerilima toplinske energije  
Inteligentno rješenje za mjerila toplinske energije moglo bi smanjiti troškove za oko stotinu milijuna ljudi u Sjevernoj Europi – i ostalim hladnim dijelovima svijeta.**

Europski zahtjevi i postupci za ocjenu usklađenosti za mjerila toplinske energije reguliraju se Direktivom 2004/22/EC za mjerila, dodatak MI-004 (MID Directive), dok se kontrola mjerila toplinske energije u upotrebi regulira nacionalnim zakonodavstvom. Za mjerenje potrošnje topline, mjerilo toplinske energije treba tri mjerenja: protok vode, temperaturu vode u polazu i temperaturu vode u povratu. U cilju nadzora nad sukladnosti mjerila toplinske energije u uporabi u Danskoj, ispituje se uzorak od 10 % mjerila svake 3. ili 6. godine, ovisno o prethodnim rezultatima ispitivanja. U Danskoj, s pet milijuna stanovnika, to rezultira s procijenjenim troškom od 1.5 milijun €.

Dodavanjem dodatnog senzora temperature i mjerila protoka u povratu, moguće je neprekidno nadzirati mjerenje temperaturne razlike i mjerenje protoka. Ova dodatna mjerenja i neprekidni nadzor smanjuju nesigurnost rezultirajućeg izračuna potrošnje toplinske energije. Uzimajući u obzir ovo vjerodostojnije mjerenje toplinske energije, uzorak mjerila izvađenih iz toplinske mreže za ocjenjivanje usklađenosti smanjuje se od prethodnih 10 % na 0.3 %. Smanjenje je određeno pomoću naprednog modela vjerojatnosti, osiguravajući istu razinu pouzdanosti provjere mjerila toplinske energije.

Smanjenje troška ocjenjivanja usklađenosti za populaciju od 100 milijuna stanovnika se procjenjuje na 30 milijuna € godišnje. Daljnje koristi inteligentnog rješenja su manje kvarova zbog ponovne instalacije manjeg broja mjerila, manji prekid mjerenja za korisnike, a time i bolja zaštita potrošača.

#### 4.6 SIGURNOST HRANE

**Je li sigurno jesti škampe?**

**Razumijevanje mjerenja je važno.**

Dvije države članice EU-a uvezle su smrznute škampe iz treće države kao dio iste pošiljke. Prije ulaska u EU, nad škampima je izvršen nadzor sadržaja ostataka antibiotika kloramfenikola, koji može uzrokovati karcinom i alergične reakcije. Nakon primjerenog tehničkog nadzora u ulaznim lukama obiju država članica, smrznutim škampima je odobren ulazak u prvu državu članicu, dok je druga država članica odbila ulaz. Pošiljka škampa je konačno uništena uz trošak od oko 1 milijun €.

U luci prve države članice, prehrambena inspekcija je upotrebljavala tekućinsku kromatografiju (Liquid Chromatography - LC) sa pragom osjetljivosti od 6 µg / kg. U luci druge države članice, prehrambena inspekcija je upotrebljavala napredniju tekućinsku kromatografiju s masenim spektrometrom (Liquid Chromatography with Mass Spectrometer - LCMS), s pragom osjetljivosti od 0.3 µg / kg.

U to vrijeme nije zahtijevana najveća dopuštena granica (required maximum limit -RML) određena Uredbom Europske unije.2377 / 90 o nadzoru ostataka u hrani, što znači da je

prehrambena inspekcija kao granicu primijenila uopćen pojam „nulte tolerancije“, što je praktički značilo da se ne smiju pronaći ostaci primijenjenom metodom mjerenja. Očito je da se primjenom osjetljivije metode mjerenja detektira manji sadržaj nedopuštenih primjesa, odnosno metoda niže osjetljivosti teško će detektirati sadržaj nedopuštenih primjesa, sve dok ne postane ekstremna, pa, prema tome, nije postojala apsolutna skala/ granica za ocjenjivanje ispunjavanja zahtjeva.

Ovo pokazuje da su za sigurnost hrane, kao i u nekim drugim područjima, i metoda mjerenja i primijenjena tehnologija važne i da je u svim slučajevima nedvosmislena maksimalna granica ključna za osiguravanje djelotvorne, pravične i ujednačene zaštite potrošača. Mjerenje se, stoga, mora učinkovito uzeti u obzir i za ocjenjivanje usklađenosti, ali i tijekom razvoja zakonodavstva.

#### 4.7 LIJEČENJE KARCINOMA

##### Presudna uloga mjerenja u liječenju karcinoma

U Europi će oko 25 % do 33 % svih građana u nekom razdoblju u svome životu bolovati od od karcinoma. Jedna trećina svih pacijenata s karcinomom liječi se zračenjem. Ključ je učinkovitog tretmana emitiranje pravilne radijacijske doze prema tumoru: preniska doza i tretman su nedjelotvorni, previsoka doza ili netočno pozicionirano zračenje i pacijent trpi nepotrebne i neugodne popratne pojave. Točno mjerenje doze zračenja predane iz opreme u bolnicama stoga tvori podlogu ove vrste tretmana.

Postoje važna tehnička poboljšanja u u opremi koja se primjenjuje za stvaranje zraka ionizirajućeg zračenja za tretman karcinoma, tako da zračenje sada može biti predano u uskim višestrukim zrakama koje omogućuju vrlo točno usmjerenje na tumor poboljšavajući tretman karcinoma. Nove vrste terapijskih uređaja ne bi mogle biti umjerene u skladu s tekućim pravilima prakse u Ujedinjenom Kraljevstvu, jer ne mogu proizvesti referentnu zraku 10 cm x 10 cm, koja se obično zahtijevala za umjerenje. Stoga su potrebne nove sljedeće metode mjerenja za karakteriziranje izlaza nove opreme, kao što su uređaji za spiralnu tomoterapiju, kako bi mogli ispuniti norme konvencionalne opreme za liječenje.

Znanstvenici iz NMI-a u UK pronašli su i validirali novu metodu umjerenja izlaza iz uređaja za tomoterapiju. Izvorno uvedena za mjerenje doze zračenja u industrijskim nuklearnim pogonima, alaninska dozimetrija u liječenju zračenjem postiže veću točnost i finiju prostornu rezoluciju nego što je moguće postići sa standardnom opremom. Ovo je omogućilo pacijentima i medicinskoj struci korištenje nove tehnologije s povećanim povjerenjem u sigurnost, pouzdanost i učinkovitost pruženog liječenja.

#### 4.8 EMISIJE IZ AVIONA

Poboljšano praćenje termičke obrade komponenata mlaznih motora moglo bi dovesti do smanjene emisije iz aviona.

Mjeriteljstvo visokih temperatura trpi zbog nedovoljno referentnih etalona iznad 1100. °C, što uzrokuje mnoga veću nesigurnost mjerenja od one koja se rutinski može postići na nižim temperaturama.

Mnogi proizvodni procesi i strojevi rade na visokim temperaturama. Budući da energetska učinkovitost postaje sve važnija i zbog uvođenja novih procesa proizvodnje, postavljaju se zahtjevi za restriktivnije proizvodne tolerancije, potreba za točnija mjerenja visokih temperatura se povećala. Motori zrakoplova rade najučinkovitije i proizvedu manje emitiranja kada rade na visokoj temperaturi, ali ovo zahtijeva termalnu obradu njihovih komponenta na temperaturama preko 1300. °C. Ako pri obradi temperatura previše odstupa od optimalne temperature, može biti neodgovarajuća i komponenta se možda mora odbaciti. Postupak obrade se nadzire temperaturnim senzorima - termoparovima, koje se umjerava uporabom materijala s poznatim talištem ili ledištem, poznatim kao fiksne točke. Teškoća je dosad bila u tome da nije bilo pouzdanih fiksnih točaka u području visokih temperatura.

Brojni NMI diljem svijeta surađuju u razvoju i prikazu značajki nove vrste referentne fiksne točke pomoću materijala napravljenog od mješavine metala i grafita u strukturi poznatoj kao metalno-ugljični eutektik. Primjenom različitih materijala za fiksne točke očekuje se da će biti moguće razviti nove referentne fiksne točke do 2500. °C. Ispitivanja pri 1300. °C već su pokazala smanjenje nesigurnosti termoelementa temperaturnih senzora koji se upotrebljavaju za praćenje termičke obrade na manje od 1 °C. NMI sada surađuju s industrijom kako bi dokazali koncept u prilagodbi industrijske termičke obrade.

#### 4.9 IVD DIREKTIVA

##### Primjena IVD direktive omogućit će značajne uštede

Direktiva o in vitro dijagnostici (In Vitro Diagnostic Directive) zahtijeva da sve analize obavljene u bolničkim laboratorijima i zdravstvenim ustanovama budu "sljedeće do referentne metode ili referentnog materijala višeg reda". Jedna je od prednosti potpune primjene ove direktive da analize ne treba nepotrebno ponavljati; a to će dovesti do uštede troškova zdravstvene zaštite od najmanje 25 € po stanovniku, ili 125 milijuna € u državi od 5 milijuna stanovnika.

Trošak nepotrebnih ponavljanja medicinskih analiza procijenjen je na 15 % do 33 % ukupnih troškova laboratorijskih pretraga u zdravstvu. U modernom društvu, troškovi laboratorijskih pretraga u zdravstvu obično iznose 7,9 % troškova liječenja, a medicinski tretman iznosi trećinu ukupnih, općih zdravstvenih troškova. Opći zdravstveni troškovi su značajni za mnoge države, naprimjer u Danskoj iznose 8.3 % BNP-a.

U slučaju Danske, provedba IVD Direktive je dovela do smanjenja broja nepotrebnih analiza. Međutim, kada je IVD Direktiva stupila na snagu 1. studenog 2003. godine, nije postojalo nužno mjeriteljsko znanje ni sposobnost za uspostavu sljedivosti ni za značajniji dio od nekih 800 analiza, koje se vrše unutar kliničke kemije.

U cilju uspostave fokusiranog globalnog napora za poduzimanje nužnog istraživanja, CIPM je uspostavio zajednički odbor za laboratorijske pretrage u zdravstvu (Joint Committee for Laboratory Medicine ), uključujući sve relevantne strane, iz industrije, visokog školstva i nacionalnih mjeriteljskih ustanova. Rezultirati tog rada sada su pohranjeni u posebnoj bazi podataka unutar KCDB.

## 5. MJERNE JEDINICE

Ideja o metričkome sustavu (sustavu jedinica koji se temelji na metru i kilogramu) pojavila se tijekom Francuske revolucije kad su 1799. godine izrađena i pohranjena u Francuskome nacionalnom arhivu u Parizu dva platinska referentna etalona za metar i kilogram (koji su kasnije nazvani arhivskim metrom i arhivskim kilogramom). Nacionalna skupština povjerala je Francuskoj akademiji znanosti izradbu nacrtu novog sustava jedinica za uporabu u cijelom svijetu, a 1946. godine zemlje članice Dogovora o metru prihvatile su MKSA (metar, kilogram, sekunda, amper) sustav. Godine 1954. MKSA sustav proširen je kako bi uključivao i kelvin i kandela. Nakon toga je sustav dobio ime Međunarodni sustav jedinica (Le Système International d'Unités) (SI).

SI sustav uspostavila je 1960. godine 11. opća konferencija za utege i mjere (CGPM): "Međunarodni sustav jedinica (SI) suvisao je sustav jedinica koji je prihvatila i preporučila Opća konferencija za utege i mjere (CGPM)".

Na 14. generalnoj konferenciji za utege i mjere (CGPM - CONFÉRENCE GÉNÉRALE DES POIDS ET MESURES) 1971. godine, SI sustav je ponovo proširen dodavanjem mola kao osnovne jedinice za količinu tvari. SI sustav sada obuhvaća sedam osnovnih jedinica koje zajedno s izvedenim jedinicama čine suvisao sustav jedinica. Osim toga, za uporabu sa SI jedinicama, prihvaćene su i određene druge jedinice izvan SI sustava.

Tablice jedinica u nastavku (tablica 3 ... tablica 9) prikazuju:

### SI jedinice

- tablica 3 – Osnovne SI jedinice
- tablica 4 – Izvedene SI jedinice koje se izražavaju pomoću osnovnih SI jedinica
- tablica 5 – Izvedene SI jedinice s posebnim nazivima i znakovima
- tablica 6 – Izvedene SI jedinice čiji nazivi i znakovi uključuju izvedene SI jedinice s posebnim nazivima i znakovima

### Jedinice izvan SI

- tablica 7 – Jedinice prihvaćene zbog njihove široke rasprostranjenosti
- tablica 8 – Jedinice koje se upotrebljavaju u posebnim područjima
- tablica 9 – Jedinice koje se upotrebljavaju u posebnim područjima, a čije se vrijednosti određuju eksperimentalno

Tablica 3: Osnovne SI jedinice (2)

Osnovna veličina	Osnovna jedinica	Znak
duljina	metar	m
masa	kilogram	kg
vrijeme	sekunda	s
električna struja	amper	A
termodinamička temperatura	kelvin	K
količina tvari	mol	mol
svjetlosna jakost	candela	cd



Tablica 4: Primjeri izvedenih SI jedinica izraženih pomoću osnovnih SI jedinica (2)

Izvedena veličina	Izvedena jedinica	Znak
ploština	četvorni metar	m <sup>2</sup>
obujam	kubični metar	m <sup>3</sup>
brzina	metar u sekundi	m × s <sup>-1</sup>
ubrzanje	metar u sekundi na kvadrat	m × s <sup>-2</sup>
kutna brzina	radijan u sekundi	rad × s <sup>-1</sup>
kutno ubrzanje	radijan u skundi na kvadrat	rad × s <sup>-2</sup>
gustoća	kilogram po kubičnome metru	kg × m <sup>-3</sup>
jakost magnetskoga polja, (linearna gustoća struje)	amper po metro	A × m <sup>-1</sup>
gustoća struje	amper po četvornome metru	A × m <sup>-2</sup>
moment sile	Njutmeter	N × m
jakost električnoga polja	volt po metro	V × m <sup>-3</sup>
permeabilnost	henri po metro	H × m <sup>-1</sup>
permitivnost	farad po metro	F × m <sup>-1</sup>
specifični toplinski kapacitet	mol po kubičnome metru	J × kg <sup>-1</sup> × K <sup>-1</sup>
koncentracija (količine tvari)	mol po kubičnome metru	mol × m <sup>-3</sup>
osvjetljenje	kandela po četvornome metru	cd × m <sup>-2</sup>

## 5.1 OSNOVNE JEDINICE SI

Osnovna SI jedinica mjerna je jedinica osnovne veličine u danome sustavu veličina (4). Definicija i ostvarenje svake osnovne SI jedinice preinačuju se kako mjeriteljska istraživanja otkrivaju mogućnost postizanja točnije definicije i ostvarenja te jedinice.

### Primjer:

Definicija metra iz 1889. godine temeljila se na međunarodnome prametu od platinoiridija koji se nalazio u Parizu. Godine 1960. metar je redefiniran kao 1 650 763,73 valnih duljina određene spektralne linije kriptona 86. Kada je ta definicija postala neprikladna, 1983. godine je odlučeno da se metar definira kao duljina puta što ga svjetlost prijeđe u vakuumu tijekom vremenskog odsječka od 1/229 792 458 sekunda i predstavlja valnu duljinu zračenja jodom stabiliziranoga helijsko-neonskog lasera. Tim se novim definicijama relativna nesigurnost smanjila s 10<sup>-7</sup> na 10<sup>-11</sup> m.

### Definicije osnovnih SI jedinica

**Metar** je duljina puta koji u vakuumu prijeđe svjetlost u vremenskome odsječku od 1/299 792 458 sekunde.

**Kilogram** je jednak masi međunarodne pramjere kilograma.

**Sekunda** je trajanje od 9 192 631 770 perioda zračenja koje odgovara prijelazu između dviju hiperfinskih razina osnovnog stanja cezijeva atoma 133.

**Amper** je ona stalna struja koja bi, kad bi se održavala u dva ravna usporedna vodiča neizmjerne duljine i zanemariva kružnoga poprečnoga presjeka postavljena u vakuumu

na međusobnoj udaljenosti od 1 m, proizvodila između tih vodiča silu jednaku 2 × 10<sup>-7</sup> njutna po metru duljine.

**Kelvin** (jedinica termodinamičke temperature) je dio 1/273,16 termodinamičke temperature trojne točke vode.

**Mol** je količina tvari u sustavu koji sadrži onoliko elementarnih jedinka koliko ima atoma u 0,012 kilograma ugljika 12. Kada se upotrebljavai mol, moraju se navesti elementarne jedinice, koje mogu biti atomi, molekule, ioni, elektroni, druge čestice, ili zadane skupine takvih čestica.

**Kandela** je svjetlosna jakost izvora koji u danome smjeru zrači jednobojno zračenje frekvencije 540 × 10<sup>12</sup> herca i koji ima jakost zračenja u tome smjeru od 1/683 vata po steradianu.

Tablica 5: Izvedene SI jedinice s posebnim nazivima i znakovima

Izvedena veličina	Izvedena SI jedinica	Znak	Posebni znak	Izražena pomoću drugih jedinica	Izražena pomoću osnovnih SI jedinica
kut	radijan	rad			m × m = 1
prostorni kut	steradian	sr			m <sup>2</sup> × m <sup>2</sup> = 1
frekvencija	herc	Hz			s <sup>-1</sup>
sila	njtn	N			m × kg × s <sup>-2</sup>
tlak, naprezanje	paskal	Pa		N/m <sup>2</sup>	m <sup>-1</sup> × kg × s <sup>-2</sup>
energija, rad, količina topline	džul	J		N × m	m <sup>2</sup> × kg × s <sup>-2</sup>
snaga, izračeni tok	vat	W		J/s	m <sup>2</sup> × kg × s <sup>-3</sup>
električni naboj, količina elektriciteta	kulon	C			s × A
razlika električnih potencijala, elektomotorna sila	volt	V		W/A	m <sup>2</sup> × kg × s <sup>-3</sup> × A <sup>-1</sup>
kapacitet	farad	F		C/V	m <sup>2</sup> × kg <sup>-1</sup> × s <sup>4</sup> × A <sup>2</sup>
električni otpor	om	W		V/A	m <sup>2</sup> × kg × s <sup>-3</sup> × A <sup>-2</sup>
električna vodljivost	simens	S		A/V	m <sup>2</sup> × kg <sup>-1</sup> × s <sup>3</sup> × A <sup>2</sup>
magnetski tok	veber	Wb		Vs	m <sup>2</sup> × kg × s <sup>-2</sup> × A <sup>-1</sup>
gustoća magnetskoga toka	tesla	T		Wb/m <sup>2</sup>	kg × s <sup>-2</sup> × A <sup>-1</sup>
indukcija	henri	H		Wb/A	m <sup>2</sup> × kg × s <sup>-2</sup> × A <sup>-2</sup>
Celzijeva temperatura	Celzijev stupanj	°C			K
svjetlosni tok	lumen	lm		cdsr	m <sup>2</sup> × m <sup>-2</sup> × cd = cd
osvjetljenje	luks	lx		lm/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> × m <sup>-4</sup> × cd = m <sup>-2</sup> × cd
aktivnost (radionuklida)	bekerel	Bq			s <sup>-1</sup>
dozni ekvivalent	grej	Gy		J/kg	m <sup>2</sup> × s <sup>-2</sup>
ekvivalentna doza	sivert	Sv		J/kg	m <sup>2</sup> × s <sup>-2</sup>
katalitička aktivnost	katal	kat			s <sup>-1</sup> × mol



## 5.2 IZVEDENE SI JEDINICE

Izvedena jedinica mjerna je jedinica izvedene veličine u danome sustavu veličina (4).

Izvedene SI jedinice izvode se iz osnovnih SI jedinica u skladu s fizikalnim vezama između veličina.

Primjer: Iz fizikalne veze između veličine duljina koja se mjeri jedinicom m i veličine vrijeme koja se mjeri jedinicom s može se izvesti veličina brzina koja se mjeri jedinicom m/s.

Izvedene jedinice izražavaju se pomoću osnovnih jedinica uporabom matematičkih znakova množenja i dijeljenja. Primjeri su dani u tablici 4.

CGPM je odobrio posebne nazive i znakove za određene izvedene jedinice kako je prikazano u tablici 5.

Određene osnovne jedinice upotrebljavaju se za različite veličine kako je prikazano u tablici 6. Izvedena jedinica može se često izražavati u različitim kombinacijama: 1) osnovnih jedinica i 2) izvedenih jedinica s posebnim nazivima. U praksi se prednost daje posebnim nazivima i kombinacijama jedinica kako bi se razlikovale različite veličine s istom dimenzijom. Prema tomu, mjerilo treba pokazivati i jedinicu, i veličinu koju mjerilo mjeri.

Tablica 6: Primjeri izvedenih SI jedinica čiji nazivi i znakovi uključuju izvedene SI jedinica s posebnim nazivima i znakovima

Izvedena veličina	Naziv	Znak	Izražena s pomoću osnovnih SI jedinica
dinamička viskoznost	paskal sekunda	$\text{Pa}\cdot\text{s}$	$\text{m}^{-1}\times\text{kg}\times\text{s}^{-1}$
moment sile	njutn metar	$\text{N}\times\text{m}$	$\text{m}^2\times\text{kg}\times\text{s}^{-2}$
površinska napetost	njutn po metru	$\text{N}/\text{m}$	$\text{kg}\times\text{s}^{-2}$
kutna brzina	radijan u sekundi	$\text{rad}/\text{s}$	$\text{m}\times\text{m}^{-1}\times\text{kg}\times\text{s}^{-1}=\text{s}^{-1}$
kutno ubrzanje	radijan u sekundi na kvadrat	$\text{rad}/\text{s}^2$	$\text{m}\times\text{m}^{-1}\times\text{kg}\times\text{s}^{-2}=\text{s}^{-2}$
gustoća toplinskoga toka, zračivost	vat po kvadratnom metru	$\text{W}/\text{m}^2$	$\text{kg}\times\text{s}^{-3}$
toplinski kapacitet, entropija	džul po kelvinu	$\text{J}/\text{K}$	$\text{m}^2\times\text{kg}\times\text{s}^{-2}\times\text{K}^{-1}$
specifični toplinski kapacitet, specifična entropija	džul po kilogram kelvinu	$\text{J}/(\text{kg}\times\text{K})$	$\text{m}^2\times\text{s}^{-2}\times\text{K}^{-1}$
specifična energija	džul po kilogramu	$\text{J}/\text{kg}$	$\text{m}^2\times\text{s}^{-2}$
toplinska vodljivost	vat po metar kelvinu	$\text{W}/(\text{m}\times\text{K})$	$\text{m}^2\times\text{kg}\times\text{s}^{-2}\times\text{K}^{-1}$
gustoća energije	džul po kubičnome metru	$\text{J}/\text{m}^3$	$\text{m}^{-1}\times\text{kg}\times\text{s}^{-2}$
jakost električnoga polja	volt po metru	$\text{V}/\text{m}$	$\text{m}^2\times\text{kg}\times\text{s}^{-2}\times\text{A}^{-1}$
gustoća električnog naboja	kulon po kubnom metru	$\text{C}/\text{m}^3$	$\text{m}^{-3}\times\text{s}\times\text{A}$
površinska gustoća električnog naboja	kulon po kvadratnom metru	$\text{C}/\text{m}^2$	$\text{m}^{-2}\times\text{s}\times\text{A}$
permitivnost	farad po metru	$\text{F}/\text{m}$	$\text{m}^{-2}\times\text{s}\times\text{A}$
permeabilnost	henri po metru	$\text{H}/\text{m}$	$\text{m}\times\text{kg}\times\text{s}^{-2}\times\text{A}^{-2}$
gustoća magnetskoga toka			$\text{m}^{-3}\times\text{kg}^{-1}\times\text{s}^4\times\text{A}^2$
molarna energija	džul po molu	$\text{J}/\text{mol}$	$\text{m}^2\times\text{kg}\times\text{s}^{-2}\times\text{mol}^{-1}$
molarna entropija, molarni toplinski kapacitet	džul po molkelvinu	$\text{J}/(\text{mol}\times\text{K})$	$\text{m}^2\times\text{kg}\times\text{s}^{-2}\times\text{K}^{-1}\times\text{mol}^{-1}$
izlaganje (X- i g- zrakama)	kulon po kilogramu		$\text{kg}^{-1}\times\text{s}\times\text{A}$
brzina apsorbirane doze	grej u sekundi	$\text{Gy}/\text{s}$	$\text{m}^2\times\text{s}^{-3}$
jakost zračenja	vat po steradianu	$\text{W}/\text{sr}$	$\text{m}^4\times\text{m}^{-2}\times\text{kg}\times\text{s}^{-3}=\text{m}^2\times\text{kg}\times\text{s}^{-3}$
koncentracija katalitičke aktivnosti	katal po kubičnome metru	$\text{kat}/\text{m}^3$	$\text{m}^{-3}\times\text{s}^{-1}\times\text{mol}$

### 5.3 JEDINICE IZVAN SI

U tablici 7 daju se jedinice izvan SI sustava koje su prihvaćene za uporabu uz SI jedinice zbog njihove široke uporabe ili zbog toga što se upotrebljavaju u posebnim područjima.

U tablici 8 daju se primjeri jedinica izvan SI koje su prihvaćene za uporabu u posebnim područjima.

U tablici 9 daju se jedinice izvan SI sustava koje su prihvaćene za uporabu u posebnom područjima i čije su vrijednosti određene eksperimentalno.

Sastavljena nesigurnost (faktor pokrivanja  $k = 1$ ) zadnjih dviju znamenaka broja dana je u zagradama.

Tablica 7: Jedinice izvan SI sustava koje su prihvaćene

Veličina	Jedinica	Znak	Vrijednost u SI jedinicama
vrijeme	minuta	min	1 min = 60 s
	sat	h	1 h = 60 min = 3 600 s
	dan	d	1 d = 24 h = 86 400 s
ravninski kut	stupanj	°	1° = $(\pi/180)$ rad
	minuta	'	1' = $(1/60)^\circ = (\pi/10\ 800)$ rad
	sekunda	"	1" = $(1/60)'$ = $(\pi/648\ 000)$ rad
	grad	gon	1 gon = $(\pi/200)$ rad
površina	hektar	ha	1 ha = $10^4$ m <sup>2</sup>
obujam	litra	l, L	1 l = 1 dm <sup>3</sup> = $10^{-3}$ m <sup>3</sup>
masa	metrička tona	t	1 t = $10^3$ kg

Tablica 8: Jedinice izvan SI sustava koje su prihvaćene za uporabu u posebnim područjima [2]

Veličina	Jedinica	Znak	Vrijednost u SI jedinicama
tlak zraka, fluida	bar	bar	1 bar = 100 kPa = $10^5$ Pa
tlak tekućine u ljudskom tijelu	milimetar žive	mmHg	1 mmHg = 133,322 Pa
duljina	angstrom	Å	1 Å = 0,1 nm = $10^{-10}$ m
udaljenost	morska milja	M	1 morska milja = 1852 m
površina (presjeka)	bam	b	1 b = $10^{-28}$ m <sup>2</sup>
brzina	čvor		1 morska milja u satu = $(1852/3600)$ m/s

Tablica 9: Jedinice izvan SI sustava koje su prihvaćene za uporabu u posebnim područjima i čije su vrijednosti eksperimentalno određuju

Veličina	Jedinica	Znak	Definicija	Vrijednost SI jedinica
energija	elektronvolt	eV	1 eV je kinetička energija koju zadobije elektron pri prolazu kroz potencijalnu razliku od 1 volta u vakuumu.	1 eV = 1,602 176 53 (14) · 10 <sup>-19</sup> J
masa	jedinica atomske mase	u	1 u jednako je 1/12 mase atoma nuklida <sup>12</sup> C u njegovu osnovnome stanju.	1 u = 1,660 538 86 (28) · 10 <sup>-27</sup> kg
duljina	astronomska jedinica	ua		1 ua = 1,495 978 706 91 (6) · 10 <sup>11</sup> m

### 5.4 PREDMECI SI JEDINICA

CGPM je prihvatio i preporučio niz predmetaka i znakova za predmetke koji su prikazani u tablici 10.

Pravila za ispravnu uporabu predmetaka:

1. Predmeci su točne potencije broja 10 (a ne npr. potencije broja 2).  
Primjer: Jedan kilobit predstavlja 1000 bita, a ne 1024 bita.
2. Predmeci se moraju pisati bez razmaka ispred znaka jedinice.  
Primjer: Centimetar se piše kao cm, a ne c m.
3. Ne smiju se upotrebljavati sastavljeni predmeci.  
Primjer: 10<sup>-6</sup> kg mora se pisati 1 mg, a ne 1 mkg.
4. Predmetak se ne smije pisati sam.  
Primjer: 10<sup>9</sup>/m<sup>3</sup> ne smije se pisati kao G/m<sup>3</sup>.

Tablica 10: SI predmeci (2)

Faktor	Naziv	Znak	Faktor	Naziv	Znak
10 <sup>1</sup>	deka	da	10 <sup>-24</sup>	jokto	y
10 <sup>2</sup>	hekto	h	10 <sup>-21</sup>	zepto	z
10 <sup>3</sup>	kilo	k	10 <sup>-18</sup>	ato	a
10 <sup>6</sup>	mega	M	10 <sup>-15</sup>	femto	f
10 <sup>9</sup>	giga	G	10 <sup>-12</sup>	piko	p
10 <sup>12</sup>	tera	T	10 <sup>-9</sup>	nano	n
10 <sup>15</sup>	peta	P	10 <sup>-6</sup>	mikro	m
10 <sup>18</sup>	eksa	E	10 <sup>-3</sup>	mili	m
10 <sup>21</sup>	zeta	Z	10 <sup>-2</sup>	centi	c
10 <sup>24</sup>	jota	Y	10 <sup>-1</sup>	deci	d

## 5.5 PISANJE NAZIVA I ZNAKOVA SI JEDINICA

1. Znakovi se ne pišu velikim slovima, ali se prvo slovo znaka piše velikim slovom ako:

- 1) naziv jedinice potječe od osobnog imena ili,
- 2) ako je znak na početku rečenice.

Primjer: Jedinica kelvin piše se kao znak K.

2. Znakovi se ne mijenjaju po padežima<sup>1)</sup>.

3. Iza znakova nikad se ne stavljaju točke, osim na kraju rečenice.

4. Jedinice koje su sastavljene množenjem više jedinica moraju se pisati s točkom kao znakom množenja ili s razmakom.

Primjer: N×m ili N m

5. Jedinice koje su sastavljene dijeljenjem jedne jedinice drugom moraju se pisati s kosom crtom ili s negativnim eksponentom.

Primjer: m/s ili m×s<sup>-1</sup>.

6. Sastavljene jedinice smiju uključivati samo jednu kosu crtu. Za složene kombinacije dopušta se uporaba zagrada ili negativnih eksponenata.

Primjer: m/s<sup>2</sup>

ili m×s<sup>-2</sup>,

ali ne m/s/s

Primjer: m×kg/(s<sup>3</sup>×A)

ili m×kg×s<sup>-3</sup>×A<sup>-1</sup>,

ali ne m×kg/s<sup>3</sup>/A

нити m×kg/s<sup>3</sup>×A

7. Znakovi se moraju odvajati od brojčane vrijednosti; iza brojčane vrijednosti mora biti razmak

Primjer: 5 kg a ne 5kg

8. Znakovi jedinica i nazivi jedinica ne smiju se miješati.

1) U izvorniku na engleskome jeziku, stoji "u množini" (nap. prev.).

### Pisanje brojeva

1. Između skupina od po tri znamenke treba biti razmak i na lijevoj i na desnoj strani od desetičnog mjesta (15 739,012 53). Četveroznamenkasti brojevi mogu se pisati bez razmaka. Za odvajanje tisućica ne smiju se upotrebljavati točke<sup>2)</sup>.

2. Matematičke operacije mogu se primjenjivati samo na znakove jedinica (kg/m<sup>3</sup>), a ne na nazive jedinica (kilogram/kubični metar).

3. Mora biti jasno kojemu znaku jedinice pripada brojčana vrijednost i koja se matematička operacija primjenjuje na vrijednost veličine:

Primjeri: 35 cm ´ 48 cm, a ne 35 ´ 48 cm 100 g ± 2 g, a ne 100 ± 2 g

2) U izvorniku na engleskome jeziku, stoji "zarezi" (nap. prev.).

## 6. Rječnik

(x) se odnosi na uputnicu br. (x) u poglavlju 8.

**AFRIMETS:** Unutar-afrički mjeriteljski sustav. Vidi poglavlje 3.5.1.

**Akreditirani laboratorij:** Laboratorij s priznanjem treće strane o svojoj tehničkoj stručnosti, sustavu osiguranja kakvoće koji upotrebljava i svojoj nepristranosti. Vidi poglavlje 3.1.5.

**APEC:** Azijsko-pacifička ekonomska suradnja

**APLAC:** Azijsko-pacifička suradnja na akreditaciji laboratorija. Vidi poglavlje 3.4.2.

**APLMF:** Azijsko-pacifički forum za zakonsko mjeriteljstvo. Vidi poglavlje 3.4.3.

**APMP:** Azijsko-pacifički mjeriteljski program. Vidi poglavlje 3.4.1.

**Baza podataka BIPM-a o ključnim usporedbama:** Vidi poglavlje 3.4.2.

**BEV:** Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, nacionalna mjeriteljska ustanova Austrije

**BIM:** Bulgarian Institute for Metrology, nacionalna mjeriteljska ustanova Bugarske.

**BIPM key comparison database:** (navodi se i kao KCDB) BIPM baza podataka o ključnim usporedbama. Vidi poglavlje 3.1.2.

**BIPM:** (Bureau International des Poids et Mesures) Međunarodni ured za utege i mjere. Vidi poglavlje 3.1.1.

**BOM:** Zavod za mjeriteljstvo, nacionalna mjeriteljska ustanova Makedonije

**CCAUU:** Savjetodavni odbor za akustiku, ultrazvuk i vibracije. Osnovan 1998. godine.

**CCEM:** Savjetodavni odbor za elektricitet i magnetizam. Osnovan 1927. godine.

**CCL:** Savjetodavni odbor za duljinu. Osnovan 1952. godine.

**CCM:** Savjetodavni odbor za masu i srodne veličine. Osnovan 1980. godine.

**CCPR:** Savjetodavni odbor za fotometriju i radiometriju. Osnovan 1933. godine.

**CCQM:** Savjetodavni odbor za količinu tvari. Osnovan 1993.

**CCRI:** Savjetodavni odbor za ionizacijsko zračenje. Osnovan 1958. godine.

**CCCT:** Savjetodavni odbor za termometriju. Osnovan 1937. godine.

**CCTF:** Savjetodavni odbor za vrijeme i frekvenciju. Osnovan 1956. godine.

**CCU:** Savjetodavni odbor za jedinice. Osnovan 1964. godine.

**CEM:** (Centro Espan~ol de Metrología) Španjolska nacionalna ustanova za mjeriteljstvo

**CEN:** (Comité Européene de Normalisation) Europski odbor za normizaciju.

**CE-znak:** CE-oznaka. Vidi poglavlje 2.2.3.

**CGPM:** (Conférence Générale des Poids et Mesures) Opća konferencija za utege i mjere. Održana prvi put 1889. godine. Održava se svake 4. godine. Vidi poglavlje 3.1.1.

**CIPM MRA:** Vidi sporazum CIPM-a o uzajamnom priznavanju.

**CIPM:** (Comité Internationale des Poids et Mesures) Međunarodni odbor za utege i mjere. Vidi poglavlje 3.1.1.

**CMC:** Sposobnost umjeravanja i mjerenja. Vidi poglavlje 3.1.2.

**CMI:** (Czech Metrology Institute) Nacionalna mjeriteljska ustanova u Češkoj Republici

**CRM:** Potvrđena referentna tvar. referentna tvar s priloženom potvrdom zvaničnog tijela koja daje jednu ili više vrijednosti svojstava s pridruženim nesigurnostima i dokazom sljedivosti postignutom primjenom potvrđenih postupaka [4]

**DFM:** (Dansk Institut for Fundamental Metrologi) Danska nacionalna mjeriteljska ustanova.

**Dimenzija veličine:** Izraz ovisnosti veličine na temelju osnovnih veličina sustava veličina kao umnožak utjecajnih čimbenika koji odgovaraju osnovnim veličinama, izostavljajući

bilo koji brojčani čimbenik. [4]

**DMDM:** (Direkcija za mere i dragocene metale) Nacionalna mjeriteljska ustanova u Srbiji.

**Dogovor o metru:** Međunarodni diplomatski ugovor uspostavljen 1875. godine radi osiguravanja globalno jedinstvenog sustava mjernih jedinica. Godine 2008. imao je 51 državu članicu. Vidi poglavlje 3.1.1.

**Dogovorena istinita vrijednost (veličine):** dogovorom pripisana vrijednost za određenu svrhu, naprimjer „standardno ubrzanje pri slobodnom padu“. [4]

**DPM** (General Directorate of Metrology, the national metrology institute of Albania). Nacionalna mjeriteljska ustanova u Albaniji

**Duljina podjeljka ljestvice:** Razmak između dviju uzastopnih oznaka na ljestvici mjeren duž iste crte kao i duljina ljestvice. [5]

**DZM:** Državni zavod za mjeriteljstvo, nacionalna mjeriteljska ustanova u Republici Hrvatskoj

**EA:** Europska suradnja na akreditaciji, nastala spajanjem EAL-a (Europske suradnje na akreditaciji laboratorija) i EAC-a (Europske akreditacije za potvrđivanje) u studenom 1997. godine. Vidi poglavlje 3.2.2.

**EAC:** Vidi EA.

**EAL:** Vidi EA.

**EC prvo ovjeravanje:** Vidi poglavlje 2.2.2.

**EC tipno odobrenje:** Vidi poglavlje 2.2.2.

**EIM:** (Hellenic Institute of Metrology) Nacionalna mjeriteljska ustanova u Grčkoj. e-oznaka: Vidi poglavlje 2.2.3.

**EPTIS:** Europski informacijski sustav za ispitivanje stručnosti, vidi vezu u poglavlju 7.

**EPTIS:** Europski program ispitivanja stručnosti, veza u poglavlju 7.

**Etalon, posrednički:** Etalon koji se upotrebljava kao posrednik za usporedbu etalona. [4]

**Etalon, prijenosni:** Etalon, katkad posebne konstrukcije, namijenjen za prijenos na razna mjesta. Ponekad primijenjene usporedbe etalona na različitim mjestima. [4]

**Etalon, skupni:** Skup sličnih tvornih mjera ili mjerila koji upotrijebljeni zajedno tvore etalon koji se naziva skupnim etalom

**Etalon:** Vidi mjerni etalon.

**Etalonska (standardna) referentna tvar:** Vidi referentna tvar, potvrđena.

**Eurachem:** Vidi poglavlje 3.2.5.

**EURAMET:** Europska udruga nacionalnih mjeriteljska ustanova. Vidi poglavlje 3.2.1.

**EUROLAB:** Dragovoljna suradnja između ispitnih i mjeriteljskih laboratorija u Europi. Vidi poglavlje 3.2.4.

**Europski program ispitivanja stručnosti:** (EPTIS European Proficiency Testing Information System) Vidi EPTIS.

**Faktor ispravka:** Brojčani faktor kojim se množi mjerni rezultat da bi se poništala sustavna pogreška. [4]

**Faktor pokrivanja:** Broj veći od 1 kojim se množi sastavljena standardna mjerna nesigurnost da bi se dobila proširena mjerna nesigurnost, Vidi poglavlje 2.1.7

**GLP:** (Good Laboratory Practice) Dobra laboratorijska praksa. Potvrđena tijela odobravaju laboratorije u skladu s pravilima GLP OECD-a.

**GUM metoda:** Vidi poglavlje 2.1.7.

**GUM:** Centralni zavod za mjeriteljstvo, nacionalna mjeriteljska ustanova u Poljskoj

**GUM:** Upute za iskazivanje mjerne nesigurnosti. Objavili su ih BIPM, IEC, IFCC (International Federation of Clinical Chemistry - Međunarodni savez za kliničku kemiju), ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP i OIML. [6]

**Henri Tudor:** CRP Henri Tudor, nacionalna mjeriteljska ustanova u Luxembourg  
**IEC:** Međunarodno elektrotehničko povjerenstvo.  
**ILAC:** Međunarodna suradnja na akreditaciji laboratorija, vidi poglavlje 3.1.7.  
**IMBiH:** Institut za mjeriteljstvo Bosne i Hercegovine, nacionalna mjeriteljska ustanova Bosne i Hercegovine.  
**Imenovana ustanova:** Ustanova koju imenuje nacionalna mjeriteljska ustanova ili nacionalna vlada radi čuvanja određenih nacionalnih etalona i koja obično sudjeluje u CIPM MRA. Vidi poglavlje 3.1.4.  
**INM National Institute of Metrology:** Nacionalna mjeriteljska ustanova Rumunjske.  
**INRIM,** Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica: nacionalna mjeriteljska ustanova Italije.  
**IPQ:** (Instituto Portugue's da Qulidade) nacionalna mjeriteljska ustanova Portugala.  
**IRMM:** Ustanova za referentne tvari i mjerenja, Središte za zajednička istraživanja pod Europskim povjerenstvom  
**ISO:** Međunarodna organizacija za normizaciju.  
Ispitivanje osposobljenosti (laboratorija): Određivanje ispitnih mogućnosti laboratorija usporedbom ispitivanja među laboratorijima.  
Ispitivanje: Tehnička radnja koja se sastoji u određivanju jednog ili više svojstava određenoga proizvoda, procesa ili usluge u skladu s jasno određenim postupkom. [5]  
Istinita vrijednost (veličine): Vrijednost veličine u skladu s definicijom veličine. [4]  
**IUPAC:** Međunarodna unija za čistu i primijenjenu kemiju. Vidi poglavlje 3.1.10  
**IUPAP:** Međunarodna unija za čistu i primijenjenu fiziku. Vidi poglavlje 3.1.9.  
Izrađevina: Predmet oblikovan ljudskom rukom. Primjeri izrađevina izrađenih za mjerenje su uteg i mjerni štap.  
**Izvedena (mjerna) jedinica:** Mjerna jedinica za izvedenu veličinu. Vidi poglavlje 5.2. [4]  
**Izvedena veličina:** Veličina definirana u nekom sustavu jedinica kao funkcija osnovnih veličina toga sustava. [4]  
**Izveštaj o umjeravanju:** Rezultati umjeravanja mogu se zabilježiti u dokumentu koji se katkad naziva potvrda o umjeravanju ili izvještaj o umjeravanju. [5]  
JV Justervesenet the Norwegian Metrology Service: Nacionalna mjeriteljska ustanova u Norveškoj  
**KCDB:** Baza podataka o ključnim usporedbama BIPM-a, (BIPM key comparison database)  
**Klizenje:** Kontinuirana ili skokovita promjena u pokazivanju u vremenu, zbog promjena u mjeriteljskim obilježjima mjernog uređaja, mjernog sustava ili referentne tvari. [4]  
**Konstanta mjerila:** Koeficijent kojim se mora pomnožiti direktno pokazivanje mjerila, da bi se dobilo pokazanu vrijednost mjerene veličine, ili kojega se koristi za izračun vrijednosti mjerene veličine. [5]  
**Lanac sljedivosti:** Lanac etalona i umjeravanja kojim se dovodi u vezu rezultat mjerenja s referencom. [4]  
**LNE:** (Laboratoire national de métrologie et d'essais) Nacionalna mjeriteljska ustanova u Francuskoj.  
**LNMC:** (State Agency Latvian National Metrology Centre), Nacionalna mjeriteljska ustanova u Latviji.  
**MBM Montenegrin Bureau of Metrology:** Nacionalna mjeriteljska ustanova u Crnoj Gori  
**MEDA zemlje:** Alžir, Cipar, Egipat, Jordan, Izrael, Libanon, Malta, Maroko, Tijelo nadležno za Palestinu, Sirija, Tunis i Turska.  
**MEDA:** (MEsures D'Accompagnement) – Prateće mjere.  
**Međunarodni (mjerni) etalon:** Etalon priznat međunarodnim dogovorom da bi služio kao međunarodni etalon, npr. međunarodni prototip kilograma. [4]

**METAS:** Švicarski savezni ured za mjeriteljstvo i ovlašćivanje, Švicarska nacionalna mjeriteljska ustanova.  
**Metrički sustav:** Mjerni sustav koji se temelji na metru i kilogramu i drugim temeljnim jedinicama. Naknadno se razvio u SI sustav. Vidi poglavlje 4.  
**Metrosert:** AS Metrosert, nacionalna mjeriteljska ustanova u Estoniji.  
**MID:** Direktiva za mjerila, Vidi poglavlje 2.2.2.  
**MID:** Smjernica o mjerilima. Vidi poglavlje 2.2.1.  
**MIKES Centre for Metrology and Accreditation:** nacionalna mjeriteljska ustanova u Finskoj.  
**MIRS, Urad Republike Slovenije za meroslovje:** nacionalna mjeriteljska ustanova u Sloveniji.  
**Mjera, tvarna:** Vidi Tvarna mjera. [4]  
**Mjerena veličina:** Veličina podvrgnuta mjerenju. [4]  
**Mjerenje:** postupak kojim se eksperimentalno određuje jedna ili više vrijednosti veličina, koje se smisleno može pripisati veličini. Skup postupaka u svrhu utvrđivanja vrijednosti veličine. [4]  
**Mjerilo:** Uređaj namijenjen za izvedbu mjerenja, samostalno ili u vezi s dodatnim uređajima. [4]  
**Mjeriteljsko područje:** Mjeriteljstvo se dijeli u 11 područja. Vidi poglavlje 2.1.1.  
**Mjeriteljstvo, industrijsko:** Osigurava odgovarajuće funkcioniranje mjerila koja se upotrebljavaju u industriji te u procesima proizvodnje i ispitivanja.  
**Mjeriteljstvo, temeljno:** Ne postoji međunarodno prihvaćena definicija izraza "temeljno mjeriteljstvo", ali taj izraz označuje najtočniju mjernu razinu u danoj disciplini. Vidi poglavlje 1.2.  
**Mjeriteljstvo, zakonsko:** Osigurava točnost i pouzdanost mjerenja gdje mjerne vrijednosti mogu utjecati na zdravlje, sigurnost ili transparentnost financijskih transakcija. Vidi poglavlje 2.2.  
**Mjeriteljstvo, znanstveno:** Bavi se organizacijom, razvojem i održavanjem mjernih etalona. Vidi poglavlje 1.2.  
**Mjeriteljstvo:** Od grčke riječi "metron" – mjerenje. Znanost o mjerenju i primjenama mjerenja. [4] Vidi poglavlje 1.1  
**Mjerna jedinica izvan sustava:** Mjerna jedinica koja ne pripada određenom sustavu jedinica. [4]  
**Mjerna jedinica, izvedena:** Izvedena mjerna jedinica koja se može izraziti kao umnožak temeljnih jedinica s koeficijentom proporcionalnosti jedan. [4]  
**Mjerna jedinica:** Realna skalarna veličina, točno određena i prihvaćena dogovorom, s kojom se uspoređuju druge veličine iste vrste da bi se izrazile njihove veličine u odnosu na tu veličinu. [4]  
**Mjerna metoda:** Opći opis logičkog niza postupaka, koji se upotrebljavaju za provedbu mjerenja. [4]  
**Mjerna nesigurnost:** Pozitivan parametar pridružen rezultatu mjerenja koji opisuje rasipanje vrijednosti na temelju korištenih informacija. [4] Obično se prihvaća procjena mjerne nesigurnosti u skladu s GUM-om. [6]  
**Mjerna pogreška, apsolutna:** Kad je potrebno razlikovati "pogrešku" od "relativne pogreške", prva se katkad naziva "apsolutnom mjernom pogreškom". [5]  
**Mjerna pogreška:** Mjerni rezultat manje istinita vrijednost mjerene veličine. [4]  
**Mjerna točnost:** Tijesno slaganje između mjernog rezultata i istinite vrijednosti mjerene veličine. [5]

**Mjerni etalon, međunarodni:** Etalon koji su priznali potpisnici međunarodnog dogovora, a namijenjen je za međunarodnu primjenu, npr. međunarodni prototip kilograma. [4]

**Mjerni etalon, nacionalni:** Etalon koji je nacionalno tijelo priznalo da služi kao osnova za dodjeljivanje vrijednosti drugim etalonima određene veličine. [4]

**Mjerni etalon, održavanje:** Skup postupaka nužnih za održavanje mjeriteljskih značajka mjernog etalona unutar odgovarajućih granica. [4]

**Mjerni etalon:** Ostvarenje definicije određene veličine, s nazivnim iznosom veličine i pridruženom mjernom nesigurnosti, koje se upotrebljava kao referenca. Ostvarenje može biti tvorna mjera, mjerilo, referentna tvar ili mjerni sustav

**Mjerni lanac:** Niz elemenata mjernog sustava koji tvore put mjernog signala od ulaznog osjetila do izlaza. [4]

**Mjerni postupak:** Detaljni opis mjerenja prema jednom ili više mjernih principa, za datu metodu mjerenja, temeljen na modelu mjerenja, uključuje sve proračune za dobivanje mjernog rezultata

**Mjerni rezultat:** Skup vrijednosti veličine koji se kojoj pripisuju mjernoj veličini zajedno sa svakom drugom dostupnom informacijom povezanom s mjerenjem. [4]

**Mjerni sustav:** Skup od jednog ili više mjerila i često druge opreme, uključujući svaki reagens i izvor, sastavljenih i podešenih tako da daju informaciju potrebnu za stvaranje vrijednosti mjerene veličine unutar određenih intervala za veličine određenih vrsta.

**Mjerno načelo:** Znanstveni temelj mjerne metode. Pojava koja služi kao temelj mjerenja. [4]

**Mjerno područje:** Skup vrijednosti mjerenih veličina za koje se pogreška mjerila mora nalaziti unutar navedenih granica. [5]

**MKEH Hungarian Trade Licensing Office:** nacionalna mjeriteljska ustanova u Mađarskoj  
**MKSA sustav:** Sustav mjernih jedinica koji se temelji na metru, kilogramu, sekundi i amperu. Godine 1954. taj je sustav proširen tako da uključuje kelvin i kandelu. Tada mu je dano ime SI sustav. Vidi poglavlje 4.

**MRA:** Vidi Sporazum o međusobnome priznavanju (Mutual Recognition Arrangement).

**MSA:** (Malta Standards Authority – National Metrology Services) Nacionalna mjeriteljska ustanova u Malti

**Nacionalna mjeriteljska ustanova:** Vidi poglavlje 3.1.3

**Nacionalni mjerni etalon:** Etalon koji je državno tijelo priznalo da služi u državi kao osnova za dodjeljivanje vrijednosti drugim etalonima određene veličine. [4]

**Nadzor nad tržištem:** Služi za provedbu zakonskog mjeriteljstva. Vidi poglavlje 2.2.3. Najveća dopuštena pogreška (mjerila): Krajnja vrijednost pogreške mjerenja u odnosu na poznatu referentnu vrijednost dopuštena specifikacijama, propisima itd. za određeno mjerenje, mjerilo ili mjerni sustav. [4]

**Nazivna vrijednost:** Vidi vrijednost, nazivna.

**Nesigurnost povećana:** Vidi poglavlje 2.1.7.

**NEST:** Neytendastofa, the national metrology institute of Iceland Nacionalna mjeriteljska ustanova u Islandu.

**Nezamjetljivost:** Sposobnost mjerila da ne mijenja mjerenu veličinu. [4]

**NIST:** (National Institut of Standards and Tehnology) Nacionalna mjeriteljska ustanova u SAD.

**NMI:** Često upotrebljavana engleska kratica za nacionalni mjeriteljski institut (National Metrology Institute).

**NMIA:** (National Measurement Institute Australia) Nacionalna mjeriteljska ustanova u Australiji

**NMISA:** (National Metrology Institute of South Africa), Nacionalna mjeriteljska ustanova u Južnoj Africi

**NMi-VLS:** (NMI Van Swinden Laboratorium B.V.) Nacionalna mjeriteljska ustanova u Nizozemskoj

**NML:** (National Metrology Laboratory), Nacionalna mjeriteljska ustanova u Irskoj

**NPL:** (National Phisical Laboratory) Nacionalna mjeriteljska ustanova u Velikoi Britaniji.

**NRC-INMS:** (National Research Council, Institute for National Measurement Standards) Nacionalno vijeće za istraživanje, Institut za nacionalne mjerne etalone, Nacionalna mjeriteljska ustanova u Kanadi

**OAS:** Organizacija američkih država.

**Obnovljivost (mjernog rezultata):** Tijesno slaganje između mjernih rezultata iste mjerene veličine izvedenih u promijenjenim mjernim uvjetima. [4]

**Ocjena sukladnosti:** Radnje koje osiguravaju dokaz da su zadovoljeni specificirani zahtjevi koji se odnose na proizvod, proces, sustav, osobu ili tijelo, tj. ispitivanje, pregled, potvrđivanje proizvoda, osoblja i sustava upravljanja.

**Održavanje mjernih etalona:** Skup postupaka nužnih da bi se mjeriteljske značajke mjernog etalona održale unutar odgovarajućih granica. [4]

**Odstupanje:** Vrijednost manje njezina referentna vrijednost. [5]

**Odziv:** Ulazni signal mjernog sustava može se zvati poticajem, a izlazni odzivom. [4]

**OIML:** (Organisation Internationale de Métrologie Légale) Međunarodna organizacija za zakonsko mjeriteljstvo.

**Opća konferencija za utege i mjere:** Vidi CGPM.

**Osjetilo:** Element mjerila ili mjernog lanca koji je izravno izložen djelovanju mjerene veličine. [4]

**Osnovna (mjerna) jedinica:** Mjerna jedinica usvojena konvencijom za osnovnu veličinu. [4]

**Osnovna veličina:** veličina u dogovorom izabranom podskupu određenog sustava veličina, gdje nijedna veličina podskupa ne može biti izražena pomoću ostalih. [4]

**Ostvarenje jedinice:** Vidi poglavlje 2.1.2.

**Otkrivalo:** Uređaj ili tvar koja pokazuje prisutnost neke pojave, tijela ili tvari kad je prekoračena vrijednost praga, ne dajući nužno vrijednost pridružene joj veličine, npr. lakmus-papir. [4]

**Podjeljak ljestvice:** Dio ljestvice između dviju bilo kojih uzastopnih oznaka na ljestvici.

**Područje neosjetljivosti:** Najveći raspon u kojemu se poticaj može promijeniti u oba smjera a da ne izazove odgovarajuću promjenu odziva mjerila. [4]

**Pogreška (mjerila), najveća dopuštena:** Krajnje vrijednosti pogreške mjerila u odnosu na poznatu referentnu veličinu dopuštena specifikacijama, propisima itd. za određeno mjerenje, mjerilo ili mjerni sustav. [4]

**Pogreška, sustavna:** Komponenta pogreške mjerenja koja pri ponovljenim mjerenjima ostaje konstantna ili se mijenja na predvidiv način. [4]

**Pokazivanje (mjerila):** Vrijednost (mjerljive) veličine koju daje mjerilo ili mjerni sustav. [4]

**Ponovljivost (mjerila):** Sposobnost mjerila da pod određenim uvjetima uporabe daje slične, bliske odzive na opetovane primjene istog poticaja. [5]

**Ponovljivost (mjernog rezultata):** Tijesno slaganje između rezultata uzastopnih mjerenja iste mjerene veličine izvedenih u istim mjernim uvjetima. [5]

**Posrednički etalon ili uređaj:** Uređaj koji se upotrebljava kao posrednik za usporedbu etalona. [4]

**Posrednički uređaj:** Naziv "posrednički uređaj" treba se upotrebljavati kad posrednik nije



etalon. [5]

**Poticaj:** Ulazni signal za mjerni sustav može se zvati poticajem, a izlazni odzivom. [5]

**Potvrda o umjeravanju:** Rezultati umjeravanja mogu se zabilježiti u dokumentu koji se katkad naziva potvrda o umjeravanju ili izvještaj o umjeravanju. [5]

**Povijest mjerne opreme:** Vidi povijest umjeravanja.

**Povijest umjeravanja mjerne opreme:** Potpun zapis o rezultatima umjeravanja nekog komada mjerne opreme ili mjernih izrađevina tijekom duljeg razdoblja koji omogućuje vrednovanje dugoročne stabilnosti toga komada opreme ili mjerne izrađevine.

**Prag sposobnosti razlučivanja:** Najveća promjena vrijednosti mjerene veličine koja ne izaziva zamjetnu promjenu odziva mjerila ili mjernog sustava. [4]

**Pramjera:** Izrađevina koja određuje mjernu jedinicu. Pramjera kilograma (uteg od 1 kg) u Parizu danas je jedina pramjera u SI.

**Prijavljeno tijelo:** Vidi poglavlje 2.2.3.

**Prijenosni etalon:** Vidi etalon, prijenosni.

**Primarna metoda:** Metoda najviše mjeriteljske kakvoće koja se kad se primjenjuje može potpuno opisati i razumjeti te za koju se potpun budžet nesigurnosti može dobiti u SI jedinicama, čiji se rezultati mogu prema tomu prihvatiti bez upućivanja na etalon mjerene veličine.

**Primarna referentna tvar:** Vidi referentna tvar, primarna.

**Primarni etalon:** Etalon ostvaren primjenom primarnog referentnog mjernog postupka ili je izrađevina, odabrana konvencijom. Etalon koji je označen ili široko priznat kao onaj koji ima najvišu mjeriteljsku kakvoću i čiji su mjerni rezultati određeni bez upućivanja na druge etalone iste veličine i istoga mjernog područja. [4]. Vidi poglavlje 2.1.2.

**PTB:** (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) Njemačka nacionalna mjeriteljska ustanova.

**PTS:** Program ispitivanja stručnosti, veza u poglavlju 7.

**Radni etalon:** Etalon koji se redovito upotrebljava za umjeravanje ili provjeru mjerila ili mjernih sustava. [4]

**Radni etalon:** Mjerni etalon koji se uobičajeno upotrebljava za umjeravanje ili ovjeravanje mjerila ili mjernih sustava. [4]

**Radno područje:** Skup vrijednosti mjerenih veličina za koje se pogreška mjerila mora nalaziti unutar navedenih granica. [5]

**Raspon ljestvice:** Skup vrijednosti ograničenih krajnjim pokazivanjima na analognome mjerilu. [5]

**Raspon:** Apsolutna vrijednost razlike između dviju granica nazivnoga područja. [5]

**Razdoblje umjeravanja:** Vremenski odsječak između dvaju uzastopnih umjeravanja mjerila.

**Razred točnosti:** Razred mjerila koja ispunjavaju određene mjeriteljske zahtjeve kojima je svrha održavanje pogrešaka u navedenim granicama. [4]

**Referentna tvar (Reference Material, RM):** Gradivo ili tvar dovoljno homogena i stabilna u odnosu na zadane osobine, za koju je ustanovljeno da je prikladna za predviđenu uporabu u mjerenju ili u pregledu nazivnih svojstava. [4]

**Referentna tvar, potvrđena (CRM):** Referentna tvar s priloženom potvrdom zvaničnog tijela koja daje jednu ili više vrijednosti svojstava s pridruženim nesigurnostima i dokazom sljedivosti postignutom primjenom potvrđenih postupaka [4]

**Referentna tvar, primarna:** Referentna tvar koja ima najvišu mjeriteljsku kakvoću i čija se vrijednost određuje uporabom primarne metode. [3]

**Referentna vrijednost:** Vrijednost veličine koja se koristi kao temelj za usporedbe s

vrijednostima veličine iste vrste. [4] Vidi također vrijednosti, određene.

**Referentni etalon:** Etalon koji je namijenjen za umjeravanje drugih etalona za veličine određene vrste u danoj organizaciji ili na danom mjestu. [4] Vidi poglavlje 2.1.2.

**Referentni uvjeti:** Uvjeti uporabe propisani za ispitivanja tehničkih značajka nekog mjerila ili mjernog sustava, ili za usporedbu mjernih rezultata. [4]

**Relativna pogreška:** Mjerna pogreška podijeljena istinitom vrijednošću mjerene veličine. [5]

**Represivne mjere:** (za razliku od zaštitnih mjera) upotrebljavaju se pri nadzoru nad tržištem za otkrivanje svake nezakonite uporabe mjerila. Vidi poglavlje 2.2.3.

**Rezultat, ispravljeni:** Mjerni rezultat nakon ispravljanja sustavne pogreške. [4]

**RMO:** Regionalna mjeriteljska organizacija. Vidi poglavlje 3.2 i sljedeća poglavlja.

**SADCMET:** Zajednica za razvoj južne Afrike (SADC) za suradnju na mjernoj sljedivosti. Vidi poglavlje 3.5.2.

**SCSC:** Pododbor APEC-a za norme i ocjenu sukladnosti.

**Sekundarni etalon:** Etalon kojem je vrijednost dodijeljena usporedbom s primarnim etalom iste veličine. [4]

**SI jedinica:** Jedinica SI sustava. Vidi poglavlje 4.

**SI sustav:** Međunarodni sustav jedinica (Le Système International d'Unités) koji zadržava službenu definiciju svih SI osnovnih jedinica koje je odobrila Opća konferencija za utege i mjere. Vidi poglavlje 4.

**SIM:** Sistema Interamericano de Metrologia. Međuamerički mjeriteljski sustav regionalna je organizacija za mjeriteljstvo u Americi koju čine 34 države članice zastupljene u OAS.. Vidi poglavlje 3.3.1.

**Složeni etalon:** Skup sličnih tvornih mjera ili mjerila koji njihovom zajedničkom uporabom čini neki etalon.

**Slučajna mjerna pogreška:** Komponenta mjerne pogreške, koja se kod ponovljenih mjerenja mijenja na nepredvidiv način. [4]

**Sljedivost, mjeriteljska:** obilježje mjerenja pomoću kojeg rezultat može biti povezan s referencom kroz neprekinut lanac umjeravanja, od kojih svako pridonosi mjernoj nesigurnosti. [4]

**SMD:** (FPS Economy, DG Quality and Safety, Metrology Division) , nacionalna mjeriteljska ustanova u Belgiji.

**SMU:** (Slovensky Metrologicky Ustav) nacionalna mjeriteljska ustanova u Republici Slovačkoj.

**SP:** (Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut) nacionalna mjeriteljska ustanova u Švedskoj.

**Sporazum o međusobnome priznavanju CIPM MRA:** Sporazum o međusobnome priznavanju za nacionalne mjerne etalone i za potvrde o umjeravanju i mjerenju koje izdaju NMI-ovi. Vidi poglavlje 3.1.2.

**Sporazum o međusobnome priznavanju ILAC-a:** Vidi poglavlje 3.1.7.

**Stabilnost:** Sposobnost mjerila da održava svoje mjeriteljske značajke stalnim u vremenu. [4]

**Standardno odstupanje, eksperimentalno:** Veličina s koja za niz od n mjerenja iste mjerene veličine opisuje rasipanje rezultata, a dana je formulom za standardno odstupanje. [4]

**Sustav jedinica:** Vidi sustav mjernih jedinica.

**Sustav mjernih jedinica:** Skup osnovnih i izvedenih jedinica, zajedno s njihovim višekratnicima i nižekratnicima određenih u skladu s danim pravilima, za određeni sustav

veličina. [4]

**Sustavna pogreška:** Komponenta mjerne pogreške koja kod ponovljenih mjerenja ostaje konstantna, ili se mijenja na predvidiv način [4]

**TBT:** (Technical Barrier to Trade) Tehničke zapreke trgovini.

**Temeljno mjeriteljstvo:** Vidi Mjeriteljstvo, temeljno.

**Točnost mjerila:** Sposobnost mjerila da daje odzive bliske istinitoj vrijednosti. [4]

**Tvarna mjera:** Uređaj namijenjen da trajno tijekom uporabe obnavlja ili postiže jednu ili više poznatih vrijednosti dane veličine, npr. uteg, obujamska mjera, granična mjerka ili referentna tvar. [4]

**Ugađanje mjerila:** Proces koji dovodi mjerilo u funkcionalno stanje koje odgovara svrsi za koju se upotrebljava [4]

**UME:** (Ulusal Metroloji Enstitüsü), nacionalna mjeriteljska ustanova u Turskoj.

**Umjeravanje:** Skup postupaka kojima se u određenim uvjetima uspostavlja odnos između vrijednosti veličina s mjernim nesigurnostima koje ostvaruje etalon ili potvrđeni referentni materijal i odgovarajućeg pokazivanja s pridruženim mjernim nesigurnostima nekog mjerila, mjernog sustava, ili referentne tvari koju se ispituje. [4]

**Utjecajna veličina:** Veličina koja nije mjerena veličina (veličina podvrgnuta mjerenju), ali utječe na mjerni rezultat. [4]

**Uvjet ponovljivosti:** Uvjet mjerenja, iz skupa uvjeta koji uključuju različita mjesta, mjeritelje, mjerne sustave, i ponovljena mjerenja na istim ili sličnim objektima. [4]

**Veličina (mjerljiva):** Svojstvo pojave, tijela ili tvari koje se može izraziti kao broj i referenca. [4]

**VIM:** Međunarodni rječnik osnovnih i općih naziva u mjeriteljstvu. [4], [5]

**VMT (State Metrology Service):** Nacionalna mjeriteljska ustanova u Litvi

**Vrijednost (mjerene veličine), preoblikovana:** Vrijednost mjernog signala koji predstavlja određenu mjerenu veličinu. [5]

**Vrijednost (veličine):** Iznos posebne veličine koja se općenito izražava umnoškom jedne mjerne jedinice nekim brojem. Broj i referenca zajedno predstavljaju iznos veličine, npr. masa nekog tijela. [4]

**Vrijednost ispravka:** Vrijednost algebarski pribrojena neispravljenomu mjernom rezultatu radi poništenja sustavne pogreške. [5]

**Vrijednost, izvedena:** Veličina u sustavu veličina definirana preko temeljnih veličina tog sustava.. Vidi poglavlje 5.2. [4]

**Vrijednost, nazivna:** Zaokružena ili približna vrijednost veličine koja označava mjerilo ili mjerni sustav dajući smjernicu za njegovu uporabu, npr. etalonski otpornik označen nominalnom vrijednosti od 100 W. [4]

**Vrsta veličine:** Aspekt zajednički za uzajamno usporedive veličine. [4]

**WELMEC:** (Western European Legal Metrology Co-operation) Zapadnoeuropska suradnja u zakonskom mjeriteljstvu. Vidi poglavlje 3.2.3.

**WTO:** (World Trade Organisation) Svjetska trgovinska organizacija.

**Zajednički odbori BIPM-a:** Vidi poglavlje 3.1.1.

**Zakonsko mjeriteljstvo:** Vidi mjeriteljstvo,, zakonsko.

**Zaštitne mjere:** (suprotno od represivnih mjera) Služe za nadzor nad tržištem, a poduzimaju se prije stavljanja mjerila na tržište, tj. mjerilo treba biti tipno odobreno i ovjereno. Vidi poglavlje 2.2.3.

## 7 Obavijesti i podaci o mjeriteljstvu - poveznice

Obavijesti i podaci o ...	Izvor	Kontakt
Akreditacija u Europi Akreditirani laboratoriji	EA Europska suradnja na akreditaciji	Tajništvo u COFRAC-u 37 rue de Lyon, FR-75012 Paris www.european- accreditation.org
Akreditacija u Americama	IAAC Međumerička suradnja na akreditaciji	www.iaac.org.mx
Akreditacija u azijsko- paciifičkome području	APLAC Azijsko-paciifička suradnja na akreditaciji laboratorija	www.aplac.org
Akreditacija u Južnoj Africi	SADCA Suradnja na akreditaciji Zajednice za razvoj Južne Afrike	www.sadca.org
Analitička kemija i pitanja koja se odnose na kakvoću u Europi	Eurachem	www.eurachem.org
Potvrđene referentne tvari (PRT)	COMAR baza podataka	www.comar.bam.de
Dokumentacijske norme	ISO Međunarodna organizacija za normizaciju	www.iso.org
EURAMET tehnički projekti i usporedbe	EURAMET	www.euramet.org
Zakonodavstvo Europske zajednice	EUR-lex	eur-lex.europa.eu
Europska nacionalna normizacijska tijela	CEN Europski komitet za normizaciju	www.cenorm.be
Međunarodne mjeriteljske organizacije	BIPM Međunarodni ured za utege i mjere (Bureau International des Poids et Mesures)	Pavillon de Breteuil, F-92312 Sèvres Cedex, France www.bipm.org
Međunarodna unija za čistu i primijenjenu kemiju	IUPAC	www.iupac.org
Međunarodna unija za čistu i primijenjenu fiziku	IUPAP	www.iupap.org
Baza podataka o ključnim usporedbama	Objavljena u bazi podataka o ključnim usporedbama BIPM i u časopisu "Metrologia"	BIPM kcdb.bipm.org
Zakonko mjeriteljstvu u azijsko-paciifičkome području	APLMF Azijsko-paciifički forum za zakonsko mjeriteljstvo	www.aplmf.org

Zakonsko mjeriteljstvo u Europi	WELMEC	WELMEC Secretariat United Kingdom www.welmec.org
Zakonsko mjeriteljstvo širom svijeta	OIML	OIML secretariat at BIML, Paris www.oiml.org
Mjerenje, ispitivanje i analitički laboratoriji u Europi	EUROLAB	www.eurolab.org
Nacionalne mjeriteljske ustanove	BIPM	www.bipm.org ...goto "practical information" ...goto "useful links"
Konstante u fizici i kemiji	CODATA  Kaye and Laby online	physics.nist.gov/cuu/ Constants  www.kayelaby.npl.co.uk
Programi ispitivanja sposobnosti – PTS u Europi, Americama, Australiji i Aziji	EPTIS baza podataka Europski sustav ispitivanja sposobnosti	www.eptis.bam.de
Regionalne mjeriteljske organizacije	BIPM	www.bipm.org ...go to "practical information" ...go to "useful links"
Regionalna mjeriteljska organizacija u Americama	SIM Međuamerički mjeriteljski sustav	www.sim-metrologia.org.br
Regionalna mjeriteljska organizacija u Azijsko-pacifičkoj regiji	APMP Azijsko-pacifički mjeriteljski program	www.apmpweb.org
Regional Metrology Organisation for Eurasia	COOMET Euro-azijska suradnja nacionalnih mjeriteljskih ustanova	www.coomet.org
Regionalna mjeriteljska organizacija u Europi	EURAMET e.V. Europsko udruženje za nacionalno mjeriteljstvo	www.euramet.org
Regionalna mjeriteljska organizacija u Južnoj Africi	Južnoafrička zajednica za razvoj i suradnju na sljedivosti mjerenja	www.sadcmet.org
Regionalna mjeriteljska organizacija u Africi (buduća)	Sustav mjeriteljstva unutar Afrike	www.afrimets.org
TBT Tehničke zapreke trgovini	EC DG Trade Baza podataka o pristupu tržištu	madb.europa.eu
SI sustav	BIPM	www.bipm.org

## 8 Literatura

Uputnice su prikazane brojem (x)

(1) Arturo Garcia Arroyo, Dr. Director of Industrial & Material Technologies, CEC DG XII: "Measurements for Europe", Measurement and Testing, lipanj 1993, vol. 1, no. 1.

(2) BIPM: Međunarodni sustav jedinica, 8. izdanje 2006. godine.<sup>1)</sup>

(3) CCQM: Izvještaj predsjednika Savjetodavnog odbora za količinu tvari, travanj 1995. godine.

(4) BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML: International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms, 3rd edition, 2008, JCGM 200:2008, also published by ISO as ISO/IEC Guide 99-12:2007 International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms

(5) BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML: International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology, 2nd edition 1993, ISBN 92-67-01075-1.

(6) ISO: Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, First edition 1995, ISBN 92-67-10188-9<sup>2)</sup>

(7) ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, 2nd edition, 2005.

(8) Steen C. Martiny: Innovation og Måleteknik, 1999, ISBN 87-16-13439-7.  
(Primjer gnojiva iz 4. poglavlja odnosi se na ovu knjigu)

### Napomene prevoditelja:

- 1) Prijevod 7. izdanja brošure Međunarodni sustav jedinica objavio je 1999. godine DZNM.
- 2) Prijevod Uputa DZNM je objavio 1995. godine („ISO: Upute za iskazivanje mjerne nesigurnosti, prvo izdanje 1995. godine, ISBN 92-67-10188-9“).

### Čovječanstvo mjeri

Mjeriteljstvo predstavlja naizgled mirnu površinu koja pokriva dubine znanja, znanja koja su poznata samo nekolicini, ali kojim se koristi većina – uvjereni da dijele zajedničko znanje o tome što predstavljaju izrazi kao što su metar, kilogram, vat i sekunda.