



Metrologija ukratko

2. izdanje



Metrologija ukratko

2. izdanje

Preveo: Mirko Vuković

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.

Metrologija kratko 2. izdanje

prosinac 2003.

Korice:

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 i SAD-a. Za tu golemu i složenu suradnju bila su bitna pouzdana i ovjerena mjerenja.

Nakladnik engleskog izdanja:

Preben Howarth	Fiona Redgrave
DFM, Matematiktorvet Building 307	NPL, Queens Road, Teddington
DK-2800 Lyngby	TW11 0LW, United Kingdom
pho@dfm.dtu.dk	fiona.redgrave@npl.co.uk

EUROMET projekt 673, sudionici:

BNM (Francuska), CMI (Republika Češka), CISRO NML (Australija), CSIR NML Južna Afrika, DFM (Danska), EOTC, EUROLAB, IRMM (Europsko povjerenstvo), JV (Norveška), MIRS (Slovenija), NIST (SAD), NMI-VSL (Nizozemska), NPL (Ujedinjeno Kraljevstvo), NRC (Kanada), PTB (Njemačka), SMU (Slovačka), SP (Švedska)

Fotograf:

Søren Madsen

Napomena:

Ovaj je dokument pripremljen prema projektima METROTRADE, Metrološka potpora međunarodnoj trgovini, i REGMET, Pобољшanje dijaloga između nacionalnih metroloških ustanova i regulativnih tijela EU-a u okviru Programa konkurentnog i održivog razvoja (GROWTH), a financirali su ga Europsko povjerenstvo i projektni partneri. Stajališta, zaključci i tumačenja izražena u ovome dokumentu izražavaju samo mišljenje autora i ni na koji način ne odražavaju politiku ili mišljenje Europskoga povjerenstva.

ISBN: 87-988154-1-2

Nakladnici hrvatskog izdanja:

Državni zavod za mjeriteljstvo i Hrvatsko mjeriteljsko društvo

Priredili:

Mirko Vuković i Mladen Jakovčić

Lektorirao:

Luka Vukojević

Prijelom i tisak:

LASERplus d.o.o., Zagreb

Sažetak

Glavna je svrha 2. izdanja *Metrologije kratko* povećanje svijesti o metrologiji i uspostava zajedničkoga metrološkog referentnog okvira u Europi. Njezin je cilj pružiti europskim korisnicima metrologije razvidno i prikladno oruđe za dobivanje osnovnih metroloških 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 metrološka infrastruktura.

Predmet je ovoga priručnika opis znanstvene, industrijske i zakonske metrologije. Opisuju se tehnička područja metrologije i mjerne jedinice. Podrobno se opisuju međunarodna metrološka infrastruktura, uključujući regionalne organizacije kao što je EUROMET. Popis metroloških naziva prikupljen je u prvome redu iz međunarodno priznatih norma. Daje se popis ustanova, organizacija i laboratorija navođenjem njihovih polaznih stranica.

Metrologija kratko pripremljena je prema projektima METROTRADE, Metrološka potpora međunarodnoj trgovini, i REGMET, Pобољшanje dijaloga između nacionalnih metroloških ustanova i regulativnih tijela EU-a u okviru Programa konkurentnog i održivog razvoja (GROWTH), a financirali su ga Europsko povjerenstvo i projektni partneri.

Sadržaj

1	Uvod	7
1.1	Ljudske mjere	7
1.2	Kategorije metrologije	9
1.3	Nacionalna izdanja <i>Metrologije ukratko</i>	10
2	Metrologija	11
2.1	Industrijska i znanstvena metrologija	11
2.1.1	Područja	11
2.1.2	Mjerni etaloni	15
2.1.3	Potvrđene referentne tvari	15
2.1.4	Sljedivost i umjeravanje	15
2.1.5	Referentni postupci	16
2.1.6	Nesigurnost	19
2.1.7	Ispitivanje	21
2.2	Zakonska metrologija	21
2.2.1	Zakonodavstvo koje se odnosi na mjerila	22
2.2.2	Zakonodavstvo EU-a koje se odnosi na mjerila	22
2.2.3	Provedba zakonodavstva EU-a koje se odnosi na mjerila	23
2.2.4	Odgovornosti za provedbu	24
2.2.5	Mjerenje i ispitivanje u zakonodavstvu	25
3	Metrološke organizacije	27
3.1	Međunarodna infrastruktura	27
3.1.1	Dogovor o metru	27
3.1.2	Sporazum CIPM-a o međusobnome priznavanju	29
3.1.3	Nacionalne metrološke ustanove	30
3.1.4	Imenovani nacionalni laboratoriji	31
3.1.5	Akreditirani laboratoriji	31
3.1.6	ILAC	31
3.1.7	OIML	34
3.1.8	IUPAP	35

3.2	Europska infrastruktura	36
3.2.1	Metrologija – EUROMET	36
3.2.2	Akreditacija – EA	36
3.2.3	Zakonaka metrologija – WELMEC	37
3.2.4	EUROLAB	38
3.2.5	EURACHEM	38
3.2.6	COOMET	38
3.3	Američka infrastruktura	38
3.3.1	Metrologija – SIM	38
3.3.2	Akreditacija – IAAC	39
3.4	Azijsko-pacifička infrastruktura	39
3.4.1	Metrologija – APMP	39
3.4.2	Akreditacija – APLAC	40
3.4.3	Zakonska metrologija – APLMF	40
3.5	Afrička infrastruktura	41
3.5.1	Metrologija – SADC MET	41
3.5.2	Akreditacija – SADCA	41
3.5.3	Zakonska metrologija – SADC MEL	41
4	Mjerne jedinice	43
4.1	Osnovne SI jedinice	45
4.2	Izvedene SI jedinice	47
4.3	Jedinice izvan SI sustava	49
4.4	SI predmeci	51
4.5	Pisanje naziva i znakova SI jedinica	52
5	Rječnik	54
6	Podaci i obavijesti o metrologiji – veze	62
7	Literatura	64

Predgovor

Sa zadovoljstvom predstavljamo 2. izdanje jednostavnoga priručnika *Metrologija kratko*. Svrha mu je da korisnicima metrologije i široj javnosti pruži jednostavan i razumljiv referentni izvor o tome predmetu. Namijenjen je onima koji nisu dobro upoznati s tim predmetom i koji zahtijevaju uvod, kao i onima koji su uključeni u metrologiju na različitim razinama, ali koji žele znati više o tome predmetu ili jednostavno prikupiti posebne podatke. Nadamo se da će *Metrologija kratko* olakšati razumijevanje i rad s tehničkim organizacijskim aspektima metrologije. Prvo izdanje priručnika koje je objavljeno 1998. godine pokazalo se veoma uspješnim i široko se upotrebljavalo u svijetu metrologije. Cilj je ovoga drugog izdanja da dalje radi na tom uspjehu osiguravanjem šireg kruga podataka za širu publiku.

Glavna je svrha *Metrologije kratko* povećanje svijesti o metrologiji i uspostava zajedničkoga metrološkog razumijevanja i referentnog okvira u Europi te između Europe i drugih područja u svijetu. To je posebno važno s povećanjem naglaska na istovrijednosti mjerenja i ispitivanja za trgovinu i u kontekstu kad metrološke zapreke izazivaju tehničke zapreke trgovini.

Budući da se metrologija razvija na crti znanstvenog i tehnološkog napretka, nužno je posuvremeniti i poboljšavati *Metrologiju kratko* kako bi se uzeo u obzir taj razvoj. U skladu s tim proširen je sadržaj 2. izdanja publikacije kako bi obuhvatio Sporazum o međusobnome priznavanju (MRA) CIPM-a te kako bi obuhvatio više podataka o mjernoj nesigurnosti i pružio više podataka o globalnim čimbenicima u mjerenju i ispitivanju.

Nadam se da će se pokazati da će ovo novo izdanje biti još popularnije i da će se šire upotrebljavati od prvoga i prema tomu pridonositi zajedničkome metrološkom referentnom okviru u svijetu, koji će u konačnici promicati trgovinu među različitim područjima u svijetu.



Paul Hetherington,
predsjednik EUROMET-a
studen 2003., Dublin

1 Uvod

1.1 Ljudske mjere

Smrtnom kaznom kažnjavali su se oni koji bi zaboravili ili zanemarili svoju dužnost umjerenja etalonske jedinice duljine za svakoga punog mjeseca. Takva je pogibelj prijetila graditeljima na kraljevskome gradilištu odgovornim za gradnju faraonskih hramova i piramida u davnašnjemu 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.

Otada 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 1 % našega bruto nacionalnoga proizvoda s gospodarskom zaradom od 2 % – 7 % GDP-a [4] te je tako metrologija postala prirodni dio naše svagdašnjice. 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: sunčane satove, 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 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.

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 kad znanstvenici mogu objektivno dokumentirati rezultate koje dobivaju. Znanost o mjerenju – metrologija – vjerojatno je najstarija znanost u svijetu te je znanje o tome kako se ona primjenjuje temeljna potreba u praktično svim znanstveno utemeljenim zanimanjima!

Mjerenje zahtijeva opće znanje

Metrologija nije razmetljiva i ispod mirne površine koju pokazuje kriju se dubine znanja koje dobro poznaje samo manjina, ali koje mnogi upotrebljavaju uvjereni da dijele opću predodžbu o tome što znače izrazi kao što su metar, kilogram, litra, vat itd. Povjerenje je od životne važnosti u omogućivanju metrologiji 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 metrologiji stvamo olakšava ljudima život.

Metrologija je znanost o mjerenju

Metrologija 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 optičku metrologiju dužine).

Metrologija se razvija ...

Metrologija je bitna u znanstvenome istraživanju, a znanstveno istraživanje čini temelj razvoja same metrologije. Znanost stalno širi granice mogućega, a temeljna metrologija slijedi metrološke aspekte tih novih otkrića. To znači još bolja metrološka oruđa kako bi se omogućilo istraživačima da nastave svoja otkrića i samo ona područja metrologije koja se razvijaju mogu trajno biti partner industriji i istraživanju.

U skladu s tim moraju se također razvijati i zakonska i industrijska metrologija radi održavanja koraka s potrebama društva i industrije te da ostanu bitne i korisne.

Namjera je neprekidno razvijati *Metrologiju* *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 za primjedbe primljene u pismenome obliku.

1.2 Kategorije metrologije

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

1. *Znanstvena metrologija* bavi se s organizacijom i razvojem mjernih etalona i njihovim održavanjem (najviša razina).
2. *Industrijska metrologija* treba osigurati prikladno funkcioniranje mjerila koja se upotrebljavaju u industriji i u procesima proizvodnje i ispitivanja.
3. *Zakonska metrologija* bavi se s točnošću mjerenja gdje ona utječu na razvidnost gospodarskih transakcija, zdravlje i sigurnost.

Ne postoji međunarodno prihvaćena definicija *temeljne metrologije*, ali ona označuje najvišu razinu točnosti u danome području. Temeljna se metrologija može prema tomu opisivati kao najviša grana znanstvene metrologije.

1.3 Nacionalna izdanja *Metrologije ukratko*

Izvorno međunarodno izdanje *Metrologije ukratko* izdano je u većemu broju nacionalnih izdanja, svako prilagođeno opisu metrologije u toj posebnoj državi slijedi istu koncepciju priručnika. Englesko je izdanje međunarodno izdanje.

Do 2003. godine bila su dostupna sljedeća izdanja.

Češko: Metrologie v kostce

Prvo nacionalno izdanje izdano je 2002. godine u 2000 primjeraka, kontakt fjelink@cmu.cz

Hrvatsko: Metrologija ukratko

Izdano je 2000. 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 1998. godine u 1000 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, 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

Litvansko: Metrologija – trumpai

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

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

Portugalsko: Metrologia – em sintense

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

i

Korejsko: u pripremi za 2004.

Talijansko: u pripremi za 2004.

2. Metrologija

2.1 Industrijska i znanstvena metrologija

Industrijska i znanstvena metrologija dvije su od tri kategorije metrologije opisane u poglavlju 1.2.

Metrološke djelatnosti, ispitivanja i mjerenja, vrijedni su ulazni elementi za funkcioniranje kakvoće u mnogim industrijskim djelatnostima. Za to je potrebna *sljedivost*, koja postaje jednako važna kao i samo mjerenje. *Priznavanje* metrološke *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 uzajamnog ocjenjivanja.

2.1.1 Područja

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

U EUROMET-u postoje dva dodatna područja: protok i interdisciplinarna metrologija.

Ne postoji službena međunarodna definicija tih potpodručja, u tablici 2.1 navedena su potpodručja koja se upotrebljavaju u EUROMET-u.

Tablica 2.1: 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
	Obujam i gustoća Viskoznost	Stakleni areometri, laboratorijsko posuđe, vibracijska mjerila gustoće, mjerila viskoznosti sa staklenom kapilaram, rotacijska mjerila viskoznosti, ljestvice viskoznosti
Elektricitet i magnetizam	Istosmjerne električne veličine	Kriogenički strujni komparatori, Josephsonov i Klitzingov kvantni Hallov pojav, Zenerovi referentni etaloni, potenciometrijske metode, mostovni komparatori
	Izmjenične električne veličine	Pretvornici izmjeničnih veličina u istosmjerne veličine, etalonski kondenzatori, zračni kondenzatori, etaloni induktivnosti, kompenzatori
	Visokofrekvencijske električne veličine	Toplinski pretovornici, 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
	Dimenzijska metrologija	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

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 izbrzdanosti, 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, (geodetska oruđa za mjerenje duljine)
Termometrija	Dodirna temperaturna mjerenja	Plinski toplomjeri, čvrste točke ljestvice ITS 90, otporski toplomjeri, termoparovi
	Temperaturna mjerenja bez dodira	Crna tijela za mjerenje visoke temperature, kriogenički radiometri, pirometri, Si-fotodiode
	Vlažnost	Mjerila rosišta sa zrcalom ili elektronički vlagomjeri, dvostruki generatori vlažnosti tlak/temperatura
Ionizantna zračenja i radioaktivnost	Apsorbirana doza – Industrijski proizvodi visoke razine	Kalorimetri, umjerene visokodozne šupljine, dikromatski dozimetri
	Apsorbirana doza – Medicinski proizvodi	Kalorimetri, Ionizacijske komore
	Zaštita od zračenja	Ionizacijske komore, referentno zračenje snopova/polja, razmjerna i druga brojila, TEPC, Bonnerovi neutronske spektrometri
	Radioaktivnost	Ionizacijske komore, potvrđeni radioaktivni izvori, gama-spektroskopija i alfa-spektroskopija, 4gama otkrivala

Područje	Potpodručje	Važni mjerni etaloni
Fotometrija i radiometrija	Optička radiometrija	Kriogenički radiometri, otkrivala, stabilizirani laserski referentni izvori, referentne tvari – Au-vlakna
	Fotometrija	Otkrivala u vidljivome području, Si fotodiode, kvantna otkrivala djelotvornosti
	Kolorimetrija	Spektrofotometri
	Optička vlakna	Referentne tvari – Au-vlakna
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
	Protok kapljevina različitih od vode	
	Anemometrija	Anemometri
Akustika, ultrazvuk i vibracije	Akustička mjerenja u plinovima	Etalonski mikrofoni, stapni mikrofoni, kapacitetski mikrofoni, zvučni kalibratori
	Mjerenje ubrzanje	Mjerila ubrzanja, pretvornici sile, vibratori, laserski interferometri
	Akustička mjerenja u kapljevinama	Hidrofoni
	Ultrazvuk	Ultrazvučna mjerila snage, radijacijske vage
Količina tvari	Kemija okoliša	Potvrđene referentne tvari, maseni spektrometri, kromatografi
	Klinička kemija	
	Kemija gradiva	Čiste tvari, potvrđene referentne tvari
	Kemija prehrane	Potvrđene referentne tvari
	Biokemija	
	Mikrobiologija	
	Mjerenje pH-vrijednosti	

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 da bi mogli poslužiti kao referencija.

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 da 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 2.1. U tablici 2.1 u poglavlju 2.1.1 prikazuju se područja i potpodručja metrologije te važne razine različitih mjernih etalona. Međunarodni popis svih mjernih etalona ne postoji.

Definicije različitih etalona daju se u Rječniku, poglavlju 6.

2.1.3 Potvrđene referentne tvari

Potvrđena referentna tvar (PRT) koja se u SAD-u naziva i etalonska (standardna) referentna tvar (ERT) referentna je tvar s priloženom potvrdom kojoj su jedna ili više vrijednosti svojstva potvrđene postupkom koji utvrđuje sljedivost prema točnomu ostvarenju jedinice kojom se vrijednosti tog svojstva izražavaju i za koje je svaka potvrđena vrijednost praćena nesigurnošću kod naznačene razine povjerenja.

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

2.1.4 Sljedivost i umjeravanje

Sljedivost

Lanac sljedivosti (vidi sliku 2.1) neprekidan je lanac usporedaba koje se moraju provesti kako bi se osiguralo 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 i referentnih postupaka (vidi poglavlja 2.1.3 i 2.1.5).

Krajnji korisnik može postići sljedivost do najviše međunarodne razine izravno od nacionalne metrološke ustanove ili od sekundarnog umjernog laboratorija. Kao rezultat različitih sporazuma o međusobnome priznavanju, sljedivost se može dobiti od laboratorija izvan korisnikove vlastite države.

Umjeravanje

Umjeravanje mjerila ili referentnih tvari temeljno je oruđe za osiguravanje mjerne sljedivosti. Umjeravanje obuhvaća određivanje metroloških značajka mjerila ili referentne tvari. Ono se postiže izravnom usporedbom s etalonima ili potvrđenim referentnim tvarima. O umjeravanju se izdaje potvrda, a (u mnogim slučajevima) na umjerena mjerila stavlja se i naljepnica.

Tri su glavna razloga za umjeravanje mjerila:

1. da se osigura da očitavanja mjerila budu sukladna s drugim mjerenjima.
2. da se odredi točnost očitavanja mjerila.
3. da se utvrdi pouzdanost mjerila, tj. može li mu se vjerovati.

2.1.5 Referentni postupci

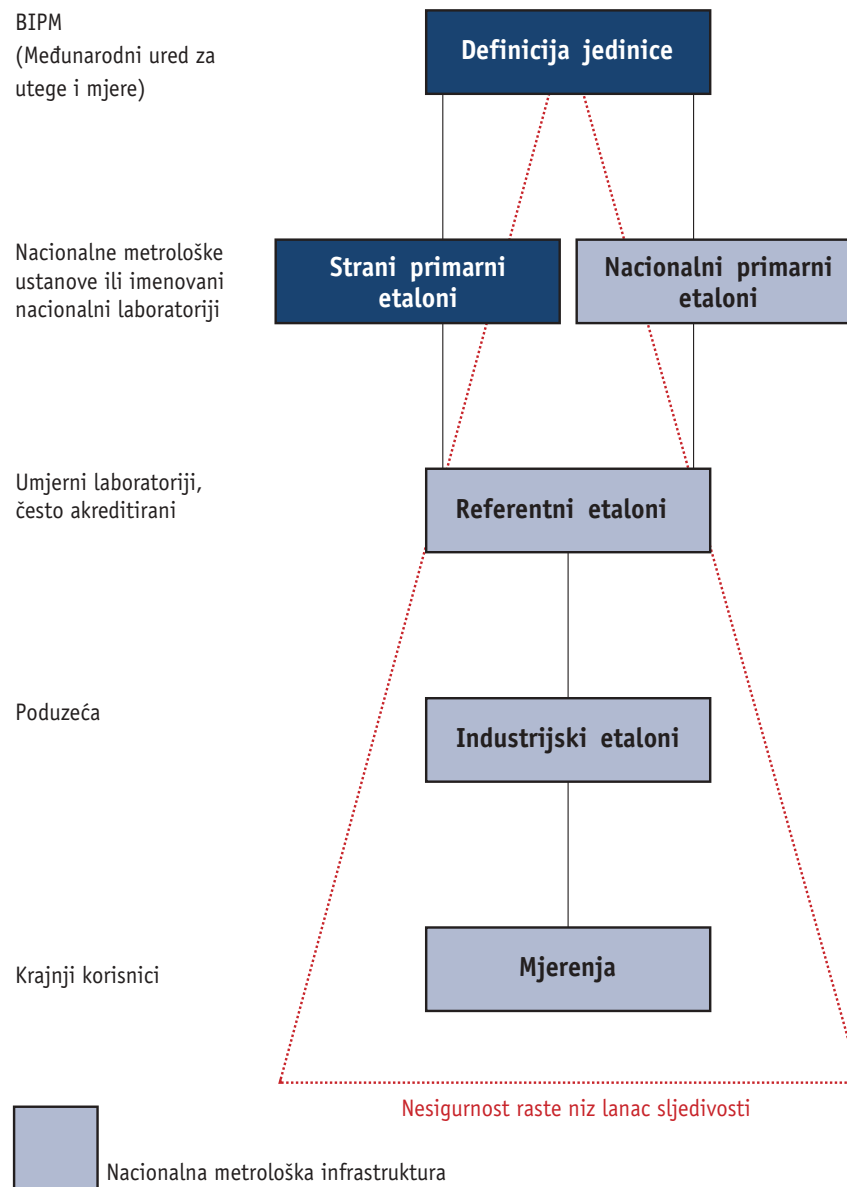
Referentni postupci mogu se *definirati* kao postupci ispitivanja, mjerenja ili analize koji su potpuno opisani i za koje je dokazano da su pod nadzorom, namijenjeni za ocjenu kakvoće drugih postupaka za usporedive zadatke ili opis referentnih tvari, uključujući referentne objekte ili određivanje referentnih vrijednosti.

Nesigurnost rezultata referentnoga postupka mora se procijeniti na odgovarajući način i prikladna je 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 u referentnu tvar ili referentni objekt.

Slika 2.1: Lanac sljedivosti



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 obradom 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.

2.1.6 Nesigurnost

Nesigurnost je količinska mjera kakvoće mjernih 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 sredstva za određivanje i potpun 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). GUM metoda i filozofija na kojoj se temelji ta metoda 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 $k = 2$

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

GUM metoda

utemeljena na filozofiji GUM-a

1) Utvrdite sve važne sastavnice mjerne nesigurnosti

Postoje mnogi izvori koji mogu doprinosti mjernoj nesigurnosti. Primijenite model stvarnoga mjernog procesa kako biste identificirali izvore. U matematičkome modelu upotrebljavajte *mjerne veličine*.

2) Izračunajte 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) Izračunajte 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) Izračunajte povećanu nesigurnost

Pomnožite sastavljenu nesigurnost s faktorom pokrivanja *k*.

5) Iskažite mjerni rezultat u obliku

$$Y = y \pm U$$

2.1.7 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 (ocjena sukladnosti) kao što su zahtjevi sigurnosti ili značajke koje su bitne za trgovinu.

Ispitivanje se:

- provodi široko
- obuhvaća veći raspon područja
- odvija na različitim razinama i
- sa različitim zahtjevima točnosti

Ispitivanja provode laboratoriji koji mogu biti laboratoriji prve, druge ili treće strane. Dok su laboratoriji prve strane laboratoriji proizvođača, a druge strane laboratoriji korisnika, laboratoriji su treće strane neovisni.

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

2.2 Zakonska metrologija

Zakonska metrologija treća je kategorija metrologije (vidi poglavlje 1.2). Zakonska metrologija nastala je iz potrebe da se osigura poštena trgovina, posebno u području utega i mjera. Zakonska se metrologija u prvome redu bavi mjerilima koje sama zakonski nadzire.

Glavni je cilj zakonske metrologije osigurati građanima ispravne mjerne rezultate kad se upotrebljavaju:

- u službenim i trgovačkim poslovima te
- u radnome okolišu, zaštititi na radu i sigurnosti.

OIML je *Međunarodna organizacija za zakonsku metrologiju* (vidi poglavlje 3.1.7).

Postoje mnoga druga područja zakonodavstva, izvan zakonske metrologije, gdje se zahtijevaju mjerenja kako bi se ocijenila sukladnost s propisima, npr. zrakoplovstvo, okoliš i nadzor nad onečišćenjem.

2.2.1 Zakonodavstvo koje se odnosi na mjerila

Za ljude koji upotrebljavaju mjerne rezultate u području primjene zakonske metrologije ne zahtijeva se da budu metrološki 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 u zakonodavstvu se utvrđuju zahtjevi za mjerila, mjerne i ispitne metode, uključujući pretpakovine.

U cijelome se svijetu za gore spomenuta područja propisuju nacionalni zakonski zahtjevi za mjerila i njihova uporabu.

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 se na Smjernici 71/316/EEC, koja sadrži zahtjeve za sve kategorije mjerila, te na drugim smjernicama koje pokrivaju pojedinačne kategorije mjerila, a koje se objavljuju od 1971. godine. Mjerila koja imaju tipno odobrenje EEC-a i prvo ovjeravanje EEC-a mogu se stavljati na tržište i upotrebljavati u svim državama članicama bez dodatnih ispitivanja ili tipnih odobranja.

Iz povijesnih razloga područje zakonske metrologije nije isto u svim državama. Izrađena je nova *Smjernica za mjerila* (Measurement Instruments Directive, MID) i kad jednom stupi na snagu, većina postojećih smjernica koje se odnose na mjerila bit će povučena.

Smjernica za mjerila EU-a

Cilj je Smjernice za mjerila uklanjanje tehničkih zapreka trgovini, pa tako i uređivanje stavljanja na tržište i uporaba sljedećih mjerila:

MI-001	vodomjera
MI-002	plinomjera
MI-003	mjerila električne energije i mjernih transformatora
MI-004	mjerila toplinske energije
MI-005	mjernih sustava za kapljevine različite od vode

MI-006	automatskih vaga
MI-007	taksimetara
MI-008	tvarnih mjera
MI-009	dimenzijskih mjernih sustava
MI-010	analizatora ispušnih plinova.

Programska podrška koja se upotrebljava u mjerilima nije uključena u gore spomenute smjernice, ali će biti obuhvaćena *Smjernicom za mjerila*.

2.2.3 Provedba zakonodavstva EU-a koje se odnosi na mjerila

Zakonski nadzor

Zaštitne mjere poduzimaju se prije stavljanja na tržište mjerila, tj. mjerila moraju biti tipno odobrena i 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 zahtjeve utvrđene u postupku odobranja.

Nadzor nad tržištem represivna je mjera za otkrivanje svake nezakonite uporabe mjerila. Za mjerila u uporabi propisuju se pregledi ili periodična *ponovna ovjeravanja* kako bi se jamčila sukladnost mjerila sa zakonskim zahtjevima. Takvi zakonski zahtjevi, uključujući zahtjeve koji se odnose na uporabu, razlikuju se od zemlje do zemlje ovisno o nacionalnome zakonodavstvu. Etaloni koji se upotrebljavaju za takve preglede i ispitivanja moraju biti sljedivi prema nacionalnim ili međunarodnim etalonima.

Zaštita potrošača može se razlikovati u različitim državama članicama te prema tomu zahtjevi kojima se uređuje uporaba mjerila postaju predmet nacionalnog zakonodavstva. Države članice mogu utvrđivati zakonite zahtjeve za različita mjerila koja nisu navedena u *Smjernici za mjerila*.

Postupci za ocjenu sukladnosti odgovaraju postupcima iz Smjernice 93/65/EEC o modulima koje treba upotrebljavati u svim *smjernicama za tehničko usklađivanje*.

2.2.4 Odgovornosti za provedbu zakona

Smjernice definiraju:

- *Odgovornost proizvođača:*
Proizvod mora zadovoljavati zahtjeve iz smjernica
- *Odgovornost vlade:*
Nesukladni proizvodi ne smiju se stavljati na tržište.

Odgovornost proizvođača

Nakon što se počne primjenjivati *Smjernica za mjerila*, proizvođač će biti odgovoran za stavljanje oznake CE i dopunske metrološke oznake na proizvod. Time proizvođač osigurava i izjavljuje da proizvod zadovoljava zahtjeve smjernica. *Smjernica za mjerila* obvezatna je smjernica.

Proizvođač pretpakovina treba podvrgavati svoju proizvodnju sustavu za osiguranje kakvoće i referentnim ispitivanjima. Državna uprava ili prijavljeno tijelo mogu odobriti sustav osiguravanja kakvoće, a državna uprava ili prijavljeno tijelo mogu provoditi referentna ispitivanja. Smjernica o pretpakovinama nije obvezatna smjernica.

Odgovornost vlade

Vlada je obvezna sprječavati stavljanje na tržište i/ili u uporabu mjerila koja podliježu zakonskomu metrološkom nadzoru, a koja ne zadovoljavaju primjenjive odredbe smjernica. 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 "3" zadovoljavaju zahtjeve odgovarajućih smjernica.

Nadzor nad tržištem

Vlada te obveze ispunjava nadzorom nad tržištem. Za provedbu nadzora nad tržištem vlada ovlašćuje inspektore da:

- nadziru tržište
- zapažaju sve nesukladne proizvode
- obavješćuju vlasnike ili proizvođače proizvoda o nesukladnosti
- izvješćuju vladu o nesukladnim proizvodima.

2.2.5 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 ocjenu sukladnosti ili s propisima ili obvezatnim normama, npr. u zrakoplovstvu, ispitivanju sigurnosti vozila, nadzoru nad okolišem i onečišćenjem i sigurnosti dječjih igračaka. Podaci o kakvoći, mjerenju i ispitivanju važan su dio mnogih propisa.

Nacionalni metrološki instituti i druge organizacije daju korisnicima savjete i upute o problemima mjerenja.

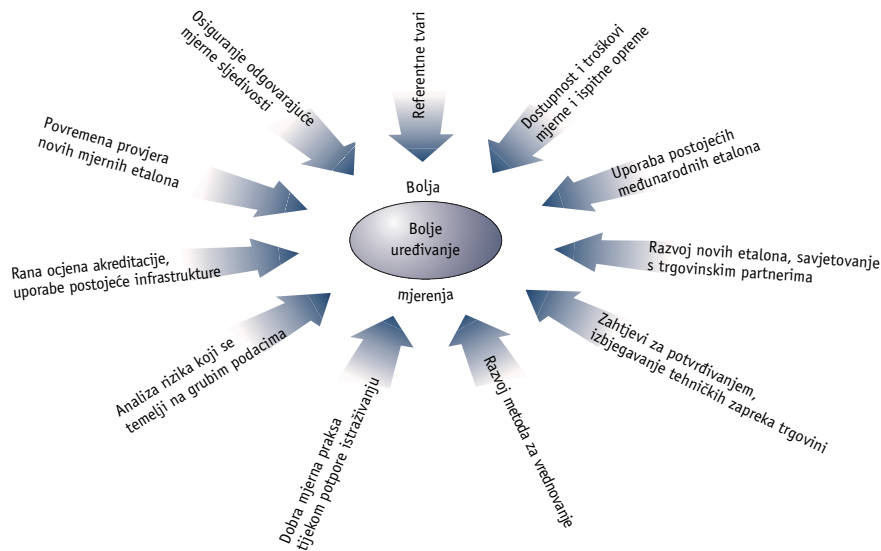
Upute za uređivanje prema najboljoj mjernoj praksi

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

- kad se utvrđuje razlog za donošenje zakona
- kad se pišu propisi i utvrđuju tehničke granice
- kad se poduzima nadzor nad tržištem.

Postoje upute (vidi vezu uputa za zakonsko uređivanje iz poglavlja 6.) koje su izrađene u suradnji Europskih nacionalnih metroloških ustanova kako bi se pomoglo onima koji razmatraju probleme mjerenja u procesu zakonskog uređivanja. Kratak sažet izvadak u nastavku daje 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	Provjera stanja istraživanja i razvoja kako bi se utvrdilo rješenje	Prilagodba novoj tehnologiji
	Utvrđivanje razine detaljnosti koja će se propisivati	



Osim gore navedenih postoji barem 8 važnih mjernih problema koje može biti potrebno pripremiti u svakoj fazi:

1. Koje parametre treba mjeriti?
2. Uporaba postojeće metrološke 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 umjeravanjima dostupne odgovarajuće metode i postupci?
5. Tehničke granice utvrđene analizom rizika koja se temelji na čvrstim podacima – daju li postojeći podaci logički temelj, zahtijevaju li se novi ili dodatni podaci?
6. Uporaba postojećih međunarodnih norma dopunjenih dodatnim zahtjevima, ako je potrebno, ili izradbom novih međunarodnih norma.
7. Mjerna nesigurnost – kako se uspoređuje s tehničkim granicama, koji je učinak na sposobnost da se ocijeni sukladnost?
8. Podaci dobiveni uzorkovanjem – hoće li biti slučajni ili odabrani, postoji li znanstveni temelj za zahtjeve koji se odnose na čestoću, koji je utjecaj vremena u kojem se izvodi, godišnjih ili zemljopisnih varijacija?

3. Metrološka organizacija

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**).

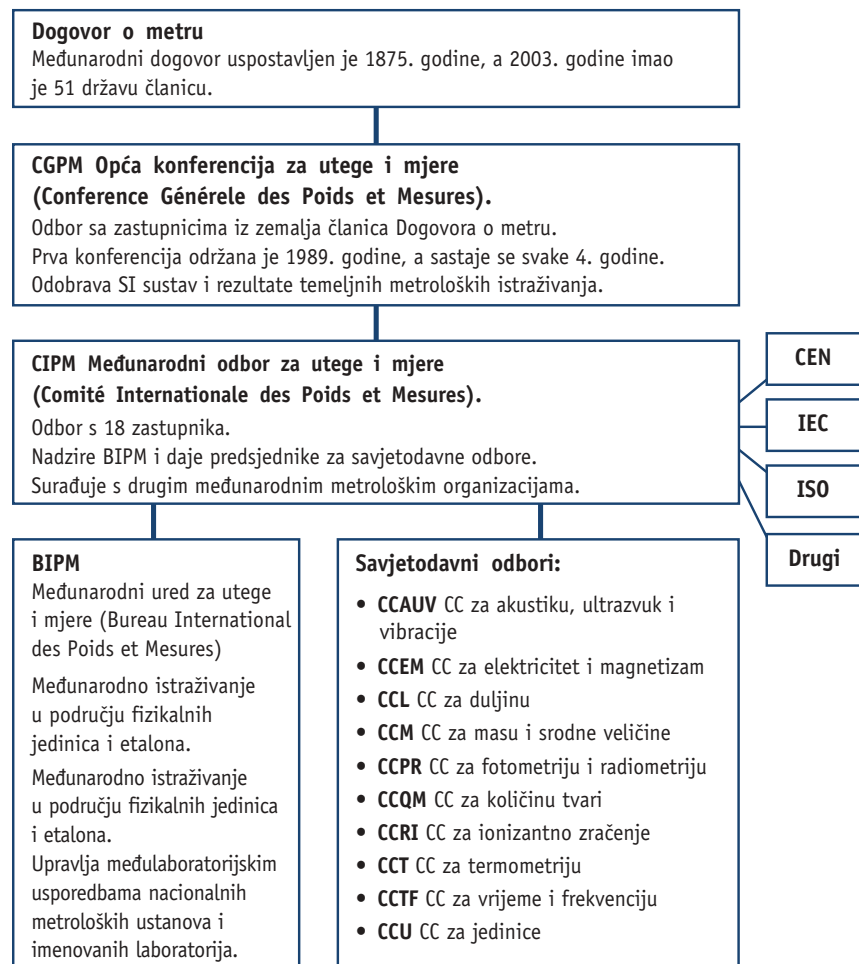
Opća konferencija za utege i mjere (Conférence Générale des Poids et Mesures, **CGPM**) razmatra i provjerava rad koji obavljaju nacionalne mjeriteljske ustanove i BIPM, donosi preporuke o novim temeljnim metrološkim određivanjima i svim važnijim pitanjima iz djelokruga BIPM-a.

U 2003. godini 51 država bila je članica *Dogovora o metru*, a još deset država bile su pridruženi članovi CGPM-a.

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

- JCDMAS – Zajednički odbor za usklađivanje pomoći zemljama u razvoju u metrologiji, akreditaciji i normizaciji
- JCGM – Zajednički odbor za upute u metrologiji
- JCR – Zajednički odbor BIPM-a i Međunarodne astronomske unije
- JCRB – Zajednički odbor regionalnih metroloških organizacija i BIPM-a
- JCTLM – Zajednički odbor za sljedivost u laboratorijskoj medicini

Slika 3.1: Organizacija Dogovora o metru



3.1.2 CIPM-ov Sporazum o međusobnom priznavanju

U listopadu 1999. godine potpisan je CIPM-a Sporazum o međusobnome priznavanju (**CIPM MRA**) za nacionalne mjerne etalone i za potvrde o umjeravanju koje izdaju nacionalne metrološke ustanove. Do kraja 2003. godine CIPM MRA potpisale su 44 države članice Dogovora o metru, 2 međunarodne organizacije i 13 pridruženih članica CGPM-a.

Cilj je CIPM MRA da osigura vladama i drugim stranama siguran temelj za šire sporazume koji se odnose na međunarodnu trgovinu i poslove na zakonskome uređivanju. To se postiže s pomoću dvaju mehanizama:

- 1. dio, uspostavljanjem stupnja istovrijednosti nacionalnih mjernih etalona koje održavaju NMI sudionici
- 2. dio, uključivanjem međusobnoga priznavanja u potvrde o umjeravanju i mjerenju koje izdaju NMI sudionici.

Trenutačno se oko 90 % svjetske trgovine odvija u izvozu između nacija sudionika CIPM-ova Sporazuma o međusobnome priznavanju.

Sudionici međusobno priznaju sposobnosti koje se temelje na sljedećim kriterijima:

- 1) Vjerodostojnom sudjelovanju u usporedbama za koje je međunarodna mjerna zajednica utvrdila da su od ključne važnosti za posebne veličine u specficiranim područjima. Trenutačno je određeno oko 400 ključnih usporedba koje provode NMI-evi od kojih je oko 130 dovršeno.
- 2) Vjerodostojnom sudjelovanju u drugim usporedbama koje se odnose na posebne službe umjeravanja ili koje imaju određene trgovinske i/ili gospodarske prioritete za pojedinačne države ili zemljopisna područja i dopunske usporedbe. Trenutačno se odvija oko 50 dopunskih usporedba.
- 3) Izjava svakog sudionika o sposobnosti umjeravanja i mjerenja (CMC) koja se podvrgavaju uzajamnoj ocjeni i objavljuju u bazi usporedaba BIPM-a.
- 4) Sustav kakvoće za službe umjeravanja koji je priznat na razini najbolje međunarodne prakse, a koji se temelji na dogovorenim kriterijima.

Prva dva od tih kriterija osiguravaju tehnički temelj za priznavanje prema 1. dijelu MRA-a. Zadovoljavanje 3. i 4. kriterija omogućuje priznavanje prema 2. dijelu MRA-a.

Prema tomu, sudjelovanje NMI-a u CIPM MRA-a omogućuje nacionalnim akreditacijskim tijelima i drugima da budu sigurni u međunarodnu vjerodostojnost i prihvaćanje mjerenja koja prenosi NMI. To također osigurava međunarodno priznanje mjerenje koja provode akreditirani ispitni i umjerni laboratoriji pod uvjetom da ti laboratoriji mogu mjerodavno dokazati sljedivost svojih mjerenja prema NMI sudioniku.

Baza podataka o ključnim usporedbama BIPM-a

Baza podataka o ključnim usporedbama BIPM-a (BIPM key comparison database, **KCDB**) sadrži rezultate ključnih dopunskih usporedba zajedno s popisima uzajamnih ocjena i odobrenih sposobnosti umjeravanja i mjerenja (CMC) od strane NMI-a. U 2003. godini bilo je približno 13 500 pojedinačnih CMC-a objavljenih u BIPM-ovoj bazi ključnih usporedba, od kojih su svi podvrgnuti procesu uzajamne ocjene od strane stručnjaka NMI-a pod nadzorom regionalnih metroloških organizacija. Nju međunarodno usklađuje Zajednički odbor regionalnih metroloških organizacija i BIPM **JCRB**. Vidi vezu u poglavlju 6.

3.1.3 Nacionalne metrološke ustanove

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

U nekim zemljama djeluje centralizirana metrološka organizacija s jednom nacionalnom metrološkom ustanovom. Nacionalna metrološka ustanova može prenijeti odgovornost za čuvanje posebnih etalona na određene laboratorije koji nemaju status nacionalnih metroloških ustanova. Druge zemlje i gospodarstva vode decentraliziranu organizaciju s mnoštvom ustanova od kojih sve imaju status nacionalnih metroloških ustanova.

Nacionalna metrološka ustanova predstavlja zemlju u međunarodnim odnosima prema nacionalnim metrološkim ustanovama drugih zemalja, u odnosima prema regionalnim metrološkim organizacijama i prema BIPM-u. Nacionalne metrološke ustanove kičma su međunarodne organizacije prikazane na slici u poglavlju 3.1.1.

Popis NMI-a dostupan je preko regionalnih metroloških organizacija, npr. u Europi NMI-evi se mogu naći u adresaru EUROMET-a.

Mnogi NMI-i poduzimaju primarna ostvarenja osnovnih i izvedenih mjernih jedinica na najvišoj razini koja se može postići, dok neki NMI-i drže nacionalne etalone koji su sljedivi prema drugim NMI-evima.

Mnogi NMI-i poduzimaju međunarodno priznata istraživanja u posebnome potpodručju i održavaju i dalje razvijaju dotičnu jedinicu održavanjem i daljnjim razvojem primarnih etalona. NMI-evi također sudjeluju u usporedbama na najvišoj međunarodnoj razini.

3.1.4 Imenovani laboratoriji

Imenovane laboratorije u većini država imenuje NMI u skladu s metrološkim planom djelovanja za različita područja i u skladu s metrološkom politikom određene zemlje.

Imenovani laboratoriji u Europi daju se na adresaru EUROMET-a, vidi vezu u poglavlju 6.

3.1.5 Akreditirani laboratoriji

Akreditacija je priznanje tehničke sposobnosti, sustava kakvoće i nepristranosti 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 ispitivanja i umjeravanje zahtjevom da u svojem području budu akreditirani od strane tijela za akreditaciju. Kao što se naprimjer zahtijeva za laboratorije koji rade u području prehrane i za umjeravanje utega koji se upotrebljavaju u trgovinama.

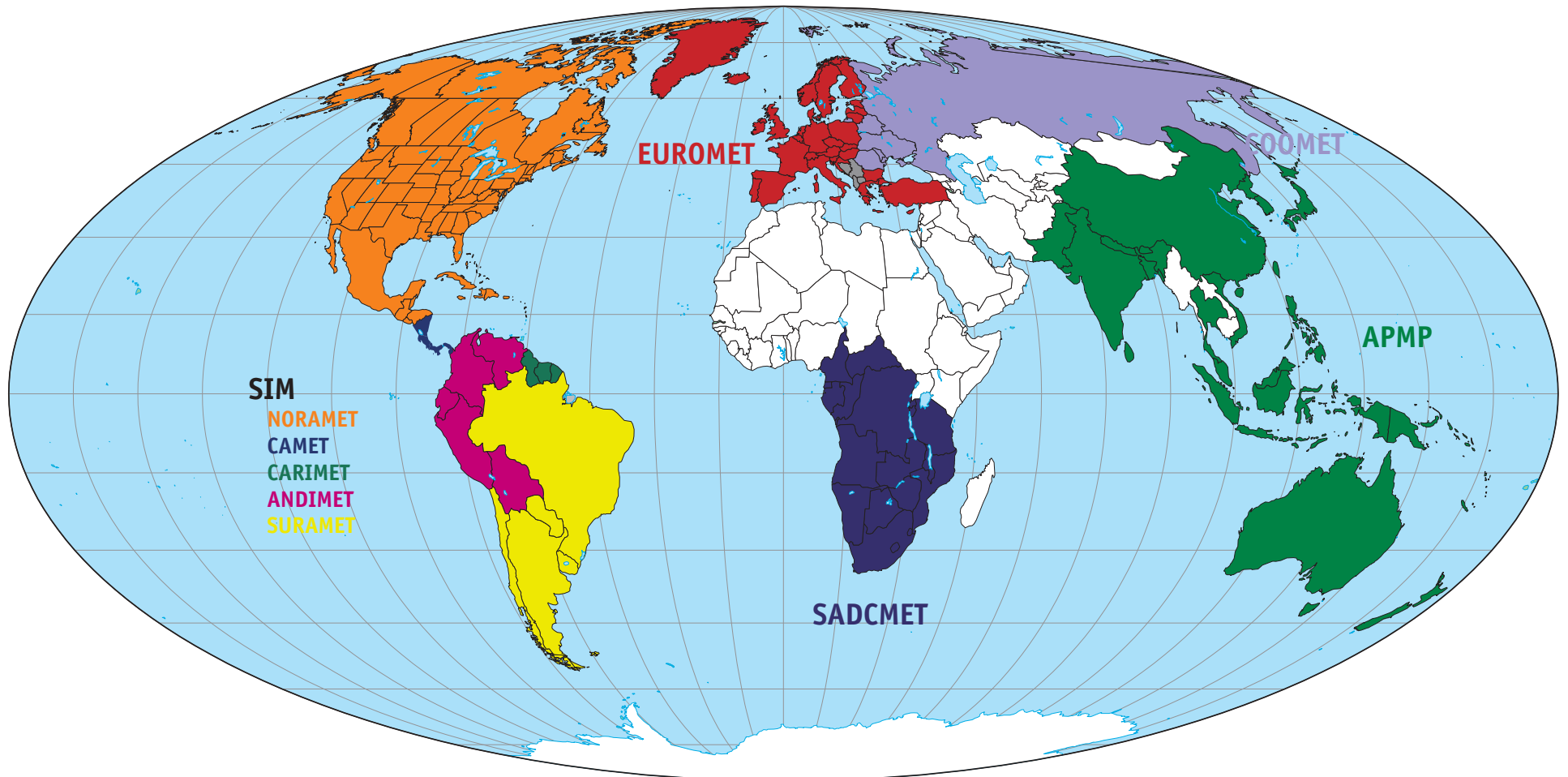
Akreditacija se dodjeljuje na temelju ocjene laboratorija i redovitoga pregleda. Akreditacija se općenito temelji na regionalnim i međunarodnim normama, npr. normi ISO/IEC 17025, *Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija*, te na tehničkim specifikacijama i uputama koje su bitne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

Namjera je da ispitivanja i umjeravanja koja provode akreditirani laboratoriji u jednoj državi članici prihvaćaju vlasti i industrija u svim drugim državama članicama. Prema tomu, 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 ILAC

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

Regionalne metrološke organizacije



Napomena prevoditelja:

U vrijeme tiskanja brošure na engleskom jeziku Republika Hrvatska u skladu sa svojim tadašnjim statusom nije na zemljovidu prikazana kao članica EUROMET-a. U hrvatskom je izdanju Republika Hrvatska prikazana kao članica EUROMET-a u skladu sa svojim sadašnjim statusom.

Utemeljen prije dvadeset godina, ILAC je službeno osnovan kao suradnja 1996. godine. Godine 2000. članovi ILAC-a potpisali su *Sporazum o međusobnome priznavanju* koji dalje povećava međunarodno prihvaćanje ispitnih podataka i uklanjanje tehničkih zapreka trgovini, kako to preporučuje i podupire Sporazum o tehničkim zaprekama trgovini Svjetske trgovinske organizacije. ILAC je osnovan u siječnju 2003. godine.

Prema tomu 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.

3.1.7 OIML

Međunarodna organizacija za zakonsku metrologiju (OIML) osnovana je na temelju dogovora 1955. godine radi promicanja svjetskog usklađivanja postupaka u zakonskoj metrologiji. OIML je međuvladina ugovorna organizacija s 58 država članica koje sudjeluju u tehničkim djelatnostima i 51 državom dopisnom članicom koja je pridružena OIML-u kao promatrač.

OIML surađuje s *Dogovorom o metru* i BIPM-om na međunarodnome usklađivanju u području zakonske metrologije. OIML održava veze s više od 100 međunarodnih i regionalnih ustanova koje se bave u metrologijom, normizacijom i srodnim područjima.

Svjetski tehnički ustroj daje članicama metrološke upute za razradbu nacionalnih i regionalnih zahtjeva koji se odnose na proizvodnju i uporabu mjerila za primjene u zakonskoj metrologiji.

OIML razvija model propisa i izdaje međunarodne preporuke koje daju članovima međunarodno dogovoren temelj za uspostavljanje nacionalnog zakonodavstva za različite kategorije mjerila. Tehnički zahtjevi u nacrtu Smjernice za mjerila (MID) u velikoj su mjeri istovrijedni međunarodnim preporukama OIML-a.

Glavni su elementi međunarodnih preporuka:

- područje primjene, primjena i nazivlje
- metrološki zahtjevi
- tehnički zahtjevi
- metode i oprema za ispitivanje i ovjeravanje 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. Određene međunarodne i regionalne ustanove također sudjeluju na savjetodavnoj osnovi. Između OIML-a i ustanova kao što su ISO i IEC uspostavljeni su sporazumi o suradnji u cilju izbjegavanja sukobljenih zahtjeva. Prema tomu, proizvođači i korisnici laboratorija za ispitivanje mjerila mogu istodobno upotrebljavati publikacije OIML-a i publikacije drugih ustanova.

Sustav potvrđivanja OIML-a 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 za izdavanje odgovornih za obradbu zahtjeva proizvođača koji žele imati potvrđene svoje tipove mjerila. Te potvrde dragovoljno prihvaćaju nacionalne metrološke službe.

3.1.8 IUPAP

Međunarodna unija za čistu i primijenjenu fiziku usmjerena je na:

- fizikalna mjerenja
- čistu i primijenjenu metrologiju
- nomenklaturu i znakove fizikalnih veličina i jedinica

i potiče rad koji doprinosi poboljšavanju preporučenih vrijednosti atomskih masa i temeljnih fizikalnih stalnica te olakšava njihovo univerzalno prihvaćanje.

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

3.2 Europska infrastruktura

Zemljopisni opseg regionalnih metroloških organizacija (RMO) prikazan je na karti RMO-a na stranici 32.

3.2.1 Metrologija – EUROMET

EUROMET je forum za suradnju na mjernim etalonima, osnovan Memoradnumom o razumijevanju 1987. godine. Potječe iz Zapadnoeuropskoga metrološkog kluba (Western European Metrology Club, WEMC) koji je pokrenula Konferencija o metrologiji u Zapadnoj Europi 1973. godine. EUROMET je regionalna metrološka organizacija za Europu u okviru CIPM MRA-a (vidi poglavlje 3.1.2).

EUROMET je dragovoljna suradnja između nacionalnih metroloških ustanova u EU-u, EFTA-i i državama kandidatima EU-a. Europsko povjerenstvo također je član EUROMET-a. Druge europske države mogu podnijeti zahtjev za članstvo na temelju određenih objavljenih kriterija.

Godine 2003. bilo je 27 članova i 12 podnesenih zahtjeva za članstvo i dopisnih NMI-eva te nekoliko država u procesu podnošenja zahtjeva za članstvo.

EUROMET ima sljedeće posebne zadatke:

- osiguranje okvira za suradnju na projektima istraživanja i međulaboratorijskim usporedbama između nacionalnih metroloških ustanova članica
- usklađivanje glavnih investicija za metrološke instalacije
- prijenos stručnog znanja u području primarnih ili nacionalnih etalona između država članica
- osiguranje podataka o izvorima i uslugama i suradnja sa službama umjeravanja i zakonske metrologije u Europi.

3.2.2 Akreditacija – EA

Europska suradnja u akreditaciji (European Co-operation for Accreditation, EA) organizacija je tijela za akreditaciju u Europi. U lipnju 2000. godine EA je uspostavljen kao pravna osoba u skladu s nizozemskim pravom. Članovi su EA-a nacionalna priznata akreditacijska tijela država članica ili kandidata za članice Europske unije i država EFTA-e.

Članice EA-a koje su uspješno prošle uzajamno vrednovanje mogu potpisati odgovarajući višestrani sporazum za:

- akreditaciju potvrđenih tijela
- akreditaciju laboratorija
- akreditaciju nadzornih tijela.

u okviru kojega priznaju i promiču uzajamnu istovrijednost sustava, potvrda i izvještaja koje izdaju akreditirana tijela.

Godine 2003. EA je imao preko 30 pravih i pridruženih članova, od čega ih je 20 bilo potpisnicima MLA-e o ispitivanju.

Metrološka infrastruktura u većini zemalja sastoji se od nacionalnih metroloških ustanova, referentnih i ovlaštenih laboratorija. Teži se za tim da nacionalne metrološke ustanove i referentni laboratoriji također akreditacijom, potvrđivanjem ili uzajamnom ocjenom traže ocjenu treće strane za svoje sustave kakvoće.

3.2.3 Zakonska metrologija – WELMEC

Europska suradnja u zakonskoj metrologiji (WELMEC) osnovana je Memoradnumom o razumijevanju 1990. godine koji je potpisalo 15 država članica EU-u i 3 države članice EFTA-e u svezi s pripremom i stupanjem na snagu smjernica novoga pristupa. Taj je naziv 1995. godine promijenjen u *Europska suradnja u zakonskoj metrologiji* (*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. U 2003. godini imao je 30 zemalja članica. Članice WELMEC-a su nacionalne vlasti za zakonsku metrologiju u zemljama članicama EU-a i EFTA-e. Nacionalne vlasti za zakonsku metrologiju u onim zemljama članicama koje su u prijelaznoj fazi prema članstvu u EU-u pridružene su zemlje. Godine 2003. bilo je 30 članica.

Ciljevi su WELMEC-a:

- razvoj međusobnoga povjerenja između vlasti odgovornih za zakonsku metrologiju u Europi
- usklađivanje djelatnosti na zakonskoj metrologiji
- brža razmjena podataka između dotičnih tijela.

Odbor WELMEC-a čine delegati iz država članica i država pridruženih članica te promatrači iz EUROMET-a, Europske suradnje na ovlašćivanju (EA), Međunarodne organizacije za zakonsku metrologiju (OIML) i drugih regionalnih organizacija koje imaju interesa u zakonskoj metrologiji. Odbor se sastaje najmanje jednom godišnje, a pomaže mu 7 radnih skupina. Mala predsjednička skupina savjetuje predsjednika o strateškim pitanjima.

WELMEC savjetuje Europsko povjerenstvo i Vijeće o razvoju Smjernice za mjerila.

3.2.4 EUROLAB

EUROLAB je savez nacionalnih organizacija mjernih, ispitnih i analitičkih laboratorija koji obuhvaća oko 2000 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 stanju i tehničke izvještaje. Mnogi laboratoriji koji se bave metrologijom članovi su EUROLAB-a.

3.2.5 EURACHEM

EURACHEM, koji je osnovan 1989. godine, mreža je organizacija 31 države u Europi i Europskoga povjerenstva čiji je cilj uspostavljanje sustava za međunarodnu sljedivost kemijskih mjerenja 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 MetChem radna skupina.

3.2.6 COOMET

Organizacija koja odgovara EUROMET-u, a čiji su članovi zemlje iz srednje i istočne Europe.

3.3 Američka infrastruktura

3.3.1 Metrologija – SIM

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

Stvoren kako bi promicao međunarodnu i regionalnu suradnju u metrologiji, 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 Južnu Ameriku

SIM obuhvaća također pitanja zakonske metrologije u Americama. Cilj je radne skupine za zakonsku metrologiju usklađivanje zahtjeva i djelatnosti zakonske metrologije u Americama uzimajući u obzir preporuke i dokumente OIML-a.

3.3.2 Akreditacija – IAAC

Međuamerička 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 i zainteresiranim stranama 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 i sustava upravljanja. IAAC osigurava program širokog školovanja za svoje članove.

IAAC ima 14 pravih država članica i 5 pridruženih država članica. ILAC i IAF priznaju IAAC kao reprezentativno tijelo u regiji za Amerike.

3.4 Azijsko-pacifička infrastruktura

3.4.1 Metrologija – APMP

Azijsko-pacifički metrološki program (APMP) povezuje nacionalne metrološke ustanove iz te regije, a cilj mu je razvoj međunarodnoga priznavanja mjernih sposobnosti svojih članova. APMP je započeo s radom u 1977. godini, te je najstarija regionalna metrološka skupina koja neprekidno djeluje u svijetu. APMP je regionalna metrološka organizacija za azijsko-pacifičko područje u okviru sporazuma o međusobnome priznavanju CIPM-a (CIPM MRA) (vidi poglavlje 3.1.2).

APMP tijesno surađuje s BIPM-om i drugim regionalnim organizacijama na uspostavljanju globalnog sporazuma o međusobnome priznavanju te aktivno provodi program među-

sobnog uspoređivanja kojemu je cilj da svojim članovima osigura pristup bazi podataka za ključne usporedbe BIPM-a (vidi poglavlje 3.1.2).

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 instalacija za ispitivanje i pregled.

Članovi su joj nacionalno priznata akreditacijska tijela, a obično im je vlasnik njihova država 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 posebnih ispitivanja ili pregleda.

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 dokumentiranih tehničkih uputa
- međulaboratorijske usporedbe/ispitivanje osposobljenosti
- školovanje ocjenjivača laboratorija i
- razvoj postupaka i pravila za uspostavljanje sporazuma o međusobnome priznavanju.

3.4.3 Zakonska metrologija – APLMF

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

Azijsko-pacifička ekonomska suradnja (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 tome području. Specijalizirana regionalna tijela surađuju s drugim regionalnim tijelima i njihovim odgovarajućim međunarodnim organizacijama.

3.5 Afrička infrastruktura

SADC

SADC je *Zajednica za razvoj južne Afrike*, a njezine su potpisnice 14 država SADC ugovora. Godine 2000. potpisan je Memorandum o razumijevanju u suradnji na normizaciji, osiguranju kakvoće, akreditaciji i metrologiji u razvojnoj južnoafričkoj zajednici program SADC SQAM. Tim je Memorandum o razumijevanju uspostavljen program SADC SQAM i njegove sastavne regionalne strukture SADCA, SADCAMET, SADC MEL i SQAMEG čiji je cilj uklanjanje tehničkih zapreka trgovini.

3.5.1 Metrologija – SADC MET

SADC Suradnja na mjernoj sljedivosti (SADC MET) uspostavljena je 2000. godine. Trenutačno SADC MET ima 14 redovitih članova, nacionalnih metroloških ustanova ili *de facto* nacionalnih metroloških ustanova država članica i 4 pridružene članice. SADC MET je regionalna metrološka organizacija Južne Afrike u okviru sporazuma o međusobnome priznavanju CIPM-a (vidi poglavlje 3.1.2).

3.5.2 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.

3.5.3 Zakonska metrologija – SADC MEL

SADC Suradnja u zakonskoj metrologiji (SADC MEL) olakšava usklađivanje propisa nacionalnih zakonskih metrologija država članica i između SADC-a i drugih regionalnih i međunarodnih trgovinskih blokova. Njegovi su redoviti članovi vlasti u zakonskoj metrologiji u državama članicama SADC-a.

Normizacija – SADCSTAN

SADC Suradnja u normizaciji (SADCSTAN) promiče suradnju u normizacijskim djelatnostima i uslugama u tome području, s ciljem da se postigne usklađenost norma i tehničkih propisa, izuzimajući propise zakonske metrologije.

4 Mjerne jedinice

Ideja o metričkom sustavu (sustavu jedinica koji se temelji na metru i kilogramu) pojavila se tijekom Francuske revolucije kad su 1799. godine izrađena i pohranjena u Francusko-me nacionalnom arhivu u Parizu dva platinska referentna etalona za metar i kilogram (koji su kasnije nazvani arhivskim metrom i arhivskim kilogramom). Nacionalna skupština povjerila je Francuskoj akademiji znanosti izradbu nacrtu novog sustava jedinica za svjetsku uporabu, 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 kandelu. Nakon toga je sustav dobio ime Međunarodni sustav jedinica (Le Systeme 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)".

SI je na 14. CGPM-u proširen dodavanjem mola kao osnovne jedinice za količinu tvari. SI sustav se sada sastoji od 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.

SI jedinice

tablica 4.1 – Osnovne SI jedinice

tablica 4.2 – Izvedene SI jedinice koje se izražavaju s pomoću osnovnih SI jedinica

tablica 4.3 – Izvedene SI jedinice s posebnim nazivima i znakovima

tablica 4.4 – Izvedene SI jedinice čiji nazivi i znakovi uključuju izvedene SI jedinice s posebnim nazivima i znakovima

Jedinice izvan SI

tablica 4.5 – Jedinice prihvaćene zbog njihove široke rasprostranjenosti

tablica 4.6 – Jedinice koje se upotrebljavaju u posebnim područjima

tablica 4.7 – Jedinice koje se upotrebljavaju u posebnim područjima, a čije se vrijednosti određuju pokusom

Tablica 4.1: 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	kandela	cd

Tablica 4.2: Primjeri izvedenih SI jedinica izraženih s pomoću osnovnih SI jedinica [2]

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

4.1 Osnovne SI jedinice

Osnovna SI jedinica mjerna je jedinica osnovne veličine u danome sustavu veličina [4]. Definicija i ostvarenje svake osnovne SI jedinice preinačuju se kako metrološka 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 definiran kao 1 650 763,73 valnih duljina posebne spektralne linije kriptona 86.

Ta je definicija postala neprikladna, te je 1983. godine odlučeno da se metar definira kao duljina puta što ga svjetlost prijeđe u vakuumu tijekom vremenskog odsječka od 1/299 792 458 sekunda i predstavlja valnu duljinu zračenja jodom stabiliziranoga helijsko-neonskog lasera.

Tim se novim definicijama relativna nesigurnost smanjila s 10⁻⁷ na 10⁻¹¹ 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 jedinica mase: ona je jednaka masi međunarodne pramjere kilograma.

Sekunda je trajanje od 9 192 631 770 perioda zračenja koje odgovara prijelazu između dviju hiperfina 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 proizvela između tih vodiča silu jednaku 2 · 10⁻⁷ 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 jedinica koliko ima atoma u 0,012 kilograma ugljika 12.

Kad se upotrebljava mol, moraju se navesti elementarne jedinice, a to mogu biti atomi, molekule, ioni, elektroni, druge čestice ili pojedinačno navedene skupine takvih čestica.

Kandela je svjetlosna jakost izvora koji u danome smjeru zrači jednobojno zračenje frekvencije 540 · 10¹² herca i koji ima jakost zračenja u tome smjeru od 1/683 vata po steradianu.

Tablica 4.3: Izvedene SI jedinice s posebnim nazivima i znakovima

Izvedena veličina	Izvedena SI jedinica Posebni naziv	Znak Posebni znak	Izražena s pomoću SI jedinica	Izražena s pomoću osnovnih SI jedinica
frekvencija	herc	Hz		s^{-1}
silna	njutn	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
tlak, naprezanje	paskal	Pa	N/m^2	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
energija, rad, količina topline	džul	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
snaga, izračeni tijek	vat	W	J/s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
električni naboj, količina elektriciteta	kulon	C		$s \cdot A$
razlika električnih potencijala, elektomotorna sila	volt	V	W/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
kapacitet	farad	F	C/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
električni otpor	om	Ω	V/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
električna vodljivost	simens	S	A/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
magnetski tijek	veber	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
gustoća magnetskoga tijeka	tesla	T	Wb/m^2	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
indukcija	henri	H	Wb/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
svjetlosni tijek	lumen	lm	$cd \cdot sr$	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot cd = cd$
osvjetljenje	luks	lx	lm/m^2	$m^2 \cdot m^{-4} \cdot cd = m^{-2} \cdot cd$
aktivnost (radionuklida)	bekerel	Bq		s^{-1}
apsorbirana doza, kerma, specifična energija (predana)	grej	Gy	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
dozni ekvivalent	sivert	Sv	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
ravninski kut	radijan	rad		$m \cdot m^{-1} = 1$
prostorni kut	steradian	sr		$m^2 \cdot m^{-2} = 1$
katalitička aktivnost	katal	kat		$s^{-1} \cdot mol$

4.2 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 s pomoću osnovnih jedinica uporabom matematičkih znakova množenja i dijeljenja. Primjeri se daju u tablici 4.2.

CGPM je odobrio posebne nazive i znakove za određene izvedene jedinice kako je prikazano u tablici 4.3.

Određene osnovne jedinice upotrebljavaju se za različite veličine kako je prikazano u tablici 4.4. 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, mjerila trebaju pokazivati jedinicu i veličinu koju mjerilo mjeri.

Tablica 4.4: Primjeri izvedenih SI jedinica čiji nazivi i znakovi uključuju izvedene SI jedinica s posebnim nazivima i znakovima [2].

Izvedena veličina	Izvedena jedinica	Znak	Izražena s pomoću osnovnih SI jedinica
dinamička viskoznost	paskal u sekundi	Pa · s	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-1}$
moment sile	njutmeter	N · m	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
površinska napetost	njutm po metru	N/m	$kg \cdot s^{-2}$
kutna brzina	radijan u sekundi	rad/s	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-1} = s^{-1}$
kutno ubrzanje	radijan u sekundi na drugu	rad/s ²	$m \cdot m^{-1} \cdot s^{-2} = s^{-2}$
gustoća toplinskoga tijeka, zračivost	vat po četvornome metru	W/m ²	$kg \cdot s^{-3}$
toplinski kapacitet, entropija	džul po kelvinu	J/K	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
specifični toplinski kapacitet, specifična entropija	džul po kilogramkelvinu	J/(kg · K)	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
specifična energija	džul po kilogramu	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
toplinska vodljivost	vat po metarkelvinu	W/(m · K)	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot K^{-1}$
gustoća energije	džul po kubičnome metru	J/m ³	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
jakost električnoga polja	volt po metru	V/m	$m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
gustoća električnoga naboja	kulon po kubičnome metru	C/m ³	$m^{-3} \cdot s \cdot A$
gustoća električnoga tijeka	kulon po četvornome metru	C/m ²	$m^{-2} \cdot s \cdot A$
permitivnost	farad po metru	F/m	$m^{-3} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
permeabilnost	henri po metru	H/m	$m \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
molarna energija	džul po molu	J/mol	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot mol^{-1}$
molarna entropija, molarni toplinski kapacitet	džul po molkelvinu	J/(mol · K)	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$
izlaganje (X- i γ- zrakama)	kulon po kilogramu	C/kg	$kg^{-1} \cdot s \cdot A$
brzina apsorbirane doze	grej u sekundi	Gy/s	$m^2 \cdot s^{-3}$
jakost zračenja	vat po steradijanu	W/sr	$m^4 \cdot m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-3} = m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
radijancija	vat po četvornome metru steradijanu	W/(m ² · sr)	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot kg \cdot s^{-3} = kg \cdot s^{-3}$
koncentracija katalitičke aktivnosti	katal po kubičnome metru	kat/m ³	$m^{-3} \cdot s^{-1} \cdot mol$

4.3 Jedinice izvan SI

U tablici 4.5 daju se jedinice izvan SI sustava koje su prihvaćene za uporabu sa SI jedinicama zbog njihove široke uporabe ili zbog toga što se upotrebljavaju u posebnim područjima.

U tablici 4.6 daju se primjeri jedinica izvan SI koje su prihvaćene za uporabu u posebnim područjima.

U tablici 4.7 daju se jedinice izvan SI sustava koje su prihvaćene za uporabu u posebnom područjima i čije su vrijednosti određene pokusom.

Tablica 4.5: 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
ravninski kut	stupanj	°	1° = (π/180) rad
	minuta	'	1' = (1/60)' = (π/10 800) rad
	sekunda	"	1" = (1/60)" = (π/648 000) rad
		gon	1 gon = (π/200) rad
obujam	litra	l, L	1 l = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
masa	metrička tona	t	1 t = 10 ³ kg
tlak zraka i fluida	bar	bar	1 bar = 10 ⁵ Pa

Tablica 4.6: Jedinice izvan SI sustava koje su prihvaćene za uporabu u posebnim područjima

Veličina	Jedinica	Znak	Vrijednost u SI jedinicama
duljina	morska milja		1 morska milja = 1852 m
brzina	čvor		1 morska milja u satu = (1852/3600) m/s
masa	karat		1 karat = $2 \cdot 10^{-4}$ kg = 200 mg
linearna gustoća	teks	tex	1 tex = 10^{-6} kg/m = 1 mg/m
jakost optičkog sustava	dioptrija		1 dioptrija = 1 m^{-1}
tlak tekućina u ljudskome tijelu	milimetri stupca žive	mmHg	1 mmHg = 133 322 Pa
ploština	ar	a	1 a = 100 m^2
ploština	hektar	ha	1 ha = 10^4 m^2
tlak	bar	bar	1 bar = 100 kPa = 10^5 Pa
duljina	angstrom	Å	1 Å = 0,1 nm = 10^{-10} m
poprečni presjek	barn	b	1 b = 10^{-28} m^2

Tablica 4.7: Jedinice izvan SI sustava koje su prihvaćene za uporabu u posebnim područjima i čije se vrijednosti određuju pokusom [2]

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

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 V u vakuumu.	1 eV = 1,602 177 33 (49) · 10^{-19} J
masa	atomska jedinica mase	u	1 u jednak je 1/12 mase atoma nuklida ^{12}C u njegovu osnovnome stanju.	1 u = 1,660 540 2 (10) · 10^{-27} kg
duljina	astronomska jedinica	ua		1 ua = 1,495 978 706 91 (30) · 10^{11} m

4.4 Predmeci SI jedinica

CGPM je prihvatio i preporučio niz predmetaka i znakova za predmetke koji su prikazani u tablici 4.8.

Pravila za ispravnu uporabu predmetaka:

- Predmeci su točne potencije broja 10 (a ne npr. potencije broja 2).
Primjer: Jedan kilobit predstavlja 1000 bita, a ne 1024 bita.
- Predmeci se moraju pisati bez razmaka ispred znaka jedinice.
Primjer: Centimetar se piše kao cm, a ne c m.
- Ne smiju se upotrebljavati sastavljeni predmeci.
Primjer: 10^{-6} kg mora se pisati 1 μg, a ne 1 μkg.
- Predmetak se ne smije pisati sam.
Primjer: $10^9/\text{m}^3$ ne smije se pisati kao G/m³.

Tablica 4.8: SI predmeci (2)

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

4.5 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 rečenice¹⁾.

Primjer: Jedinica kelvin piše se kao znak K.

2. Znakovi se ne mijenjaju po padežima²⁾.

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 $m \cdot s^{-1}$.

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

Primjer: m/s^2 ili $m \cdot s^{-2}$, *ali ne* $m/s/s$

Primjer: $m \cdot kg/(s^3 \cdot A)$ ili $m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$, *ali ne* $m \cdot kg/s^3/A$
ni $m \cdot kg/s^3 \cdot A$

7. Znakovi se moraju razmakom odvajati od brojčane vrijednosti

Primjer: 5 kg *ne* 5kg

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

¹⁾ Takva uporaba nije propisana hrvatskim pravopisom; stavljanje znakova jedinice na početku rečenice treba izbjegavati (nap. prev.).

²⁾ 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). Četveroznamenasti brojevi mogu se pisati bez razmaka. Za odvajanje tisućica ne smiju se upotrebljavati točke³⁾.

2. Matematičke operacije mogu se primjenjivati samo na znakove jedinica (kg/m^3), 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

³⁾ U izvorniku na engleskome jeziku stoji "zarezi" (nap. prev.).

5 Rječnik

[x] se odnosi na uputnicu br. [x] u poglavlju 7.

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

APLMF: Azijsko-pacifički forum za zakonsku metrologiju

APMP: Azijsko-pacifički metrološki program

Baza podataka BIPM-a 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.

BNM (Bureau National de Metrologie): Francuska nacionalna metrološka ustanova

CCAUUV: 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 – Metrologiju u kemiji. Osnovan 1993.

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

CCT: 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.

CE, oznaka. Vidi poglavlje 2.2.3.

CEM: (Centro Español de Metrología) Španjolska nacionalna ustanova za metrologiju

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

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: Češka nacionalna metrološka ustanova

COOMET: Euro-azijska suradnja nacionalnih metroloških ustanova. Vidi poglavlje 3.2.6.

CRM: Vidi referentne tvari, potvrđene.

CSIR-NML: Nacionalni metrološki laboratorij, nacionalna metrološka ustanova Južne Afrike

CSIRO NML: Nacionalna metrološka ustanova Australije. Nacionalni mjeriteljski laboratorij NML nacionalni je laboratorij unutar Zajedničke organizacije za znanstveno i industrijsko istraživanje CSIRO.

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

Dimenzija veličine: Izraz koji prikazuje jednu veličinu kojeg sustava veličina kao umnožak potencija faktora koji čine osnovne veličine tog sustava. [4]

Dogovor o metru: Međunarodni dogovor uspostavljen 1875. godine radi osiguravanja svjetske ujednačenosti mjernih jedinica. Godine 2003. imao je 51 državu članicu. Vidi poglavlje 2.2.1.

Dogovorena istinita vrijednost (veličine): Vrijednost pripisana kojoj posebnoj veličini za koju je prihvaćeno, katkad dogovorom, da za određenu svrhu ima primjerenu nesigurnost. Katkad se naziva "dodijeljena vrijednost", "najbolja procjena vrijednosti", "dogovorena vrijednost" ili "referentna vrijednost". [4]

Duljina podjeljka ljestvice: Razmak između dviju uzastopnih oznaka na ljestvici mjeren duž iste crte kao i duljina ljestvice. [4]

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.

EEC prvo ovjeravanje: Vidi poglavlje 2.2.1.

EEC tipno odobrenje: Vidi poglavlje 2.2.1.

EOTC: Europska organizacija za ocjenu sukladnosti

e-oznaka: Vidi poglavlje 2.2.4.

EPTIS: Europski informacijski sustav za ispitivanje stručnosti, veza u poglavlju 6.

Etalon za provjeru: Radni etalon koji se uobičajeno upotrebljava kako bi se osiguralo da se mjerenja ispravno provode [4]

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

Etalon, prijenosni: Etalon, katkad posebne konstrukcije, koji se upotrebljava za usporedbu etalona na različitim mjestima. [4]

Etalon, skupni: Skup sličnih tvornih mjera ili mjerila koji upotrijebljeni zajedno tvore etalon koji se naziva skupnim etalom. [4]

Etalon: Vidi mjerni etalon.

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

EURACHEM: Vidi poglavlje 3.2.5.

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

EUROMET: Suradnja između nacionalnih metroloških ustanova u Europi i Europskoga povjerenstva. Vidi poglavlje 3.2.1.

Faktor ispravka: Brojčani faktor kojim se množi mjerni rezultat da bi se poništila sustavna pogriješka. [4]

Faktor pokrivanja: Vidi poglavlje 2.1.6

GLP: Dobra laboratorijska praksa. Potvrđena tijela odobravaju laboratorije u skladu s pravilima GLP OECD-a.

Granica pogriješke (mjerila): Krajnje vrijednosti pogriješke dopuštene specifikacijama, propisima itd. za određeno mjerilo. [4]

GUM metoda: Vidi poglavlje 2.1.6.

GUM: Upute za iskazivanje mjerne nesigurnosti. Objavili su ih BIPM, IEC, ISO, OIML, IFFC (Međunarodni savez za kliničku kemiju), IUPAC (Međunarodna unija za čistu i primijenjenu kemiju) i IUPAP (Međunarodna unija za čistu i primijenjenu fiziku). [6]

IEC: Međunarodno elektrotehničko povjerenstvo.

ILAC: Međunarodna suradnja na akreditaciji laboratorija, vidi poglavlje 3.1.6.

IPQ: (Instituto Português da Qualidade) Portugalska nacionalna metrološka ustanova.

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): U engleskome jeziku u svezi s istinitom vrijednošću radije se rabi neodređeni oblik jer bi moglo postojati mnogo vrijednosti podudarnih s definicijom određene posebne veličine. [4]

IUPAP: Međunarodna unija za čistu i primijenjenu fiziku. Vidi poglavlje 3.1.8.

Izrađevina: Predmet oblikovan ljudskom rukom. Primjeri su izrađevina izrađenih za mjerenje uteg i mjerni štamp.

Izvedena (mjerna) jedinica: Vidi poglavlje 4.2.

Izvedena suvisla mjerna jedinica: Izvedena mjerna jedinica koja se može prikazati kao umnožak potencija osnovnih jedinica faktorom razmjernosti jedan. [4]

Izvedena veličina: Veličina definirana u kojemu 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. [4]

JCRB: Zajednički odbor BIPM-a. Vidi poglavlje 3.1.1.

Jedinica (mjerna): Posebna 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]

Justersvenet: Norveški nacionalni metrološki institut.

Klizenje: Spora promjena metroloških značajka mjerila. [4]

Laboratorij koji ima svojstvo treće strane: Vidi poglavlje 2.1.7.

Lanac sljedivosti: Neprekidni lanac usporedaba definira se na temelju sljedivosti. [4]

Međunarodni (mjerni) etalon: Etalon priznat međunarodnim dogovorom da bi služio kao međunarodna osnova za dodjeljivanje vrijednosti drugim etalonima određene veličine. [4]

METAS: Švicarski savezni ured za metrologiju i ovlašćivanje, Švicarska nacionalna metrološka ustanova.

Metrički sustav: Mjerni sustav koji se temelji na metru i kilogramu. Naknadno se razvio u SI sustav. Vidi poglavlje 4.

Metrologija, industrijska: Osigurava odgovarajuće funkcioniranje mjerila koja se upotrebljavaju u industriji te u procesima proizvodnje i ispitivanja. Vidi poglavlje 1.2.

Metrologija, temeljna: Ne postoji međunarodno prihvaćena definicija izraza "temeljna metrologija", ali taj izraz označuje najtočniju mjernu razinu u danoj disciplini. Vidi poglavlje 1.2.

Metrologija, zakonska: Osigurava točnost mjerenja gdje mjerne vrijednosti mogu utjecati na zdravlje, sigurnost ili razvidnost financijskih transakcija. Vidi poglavlje 2.2.

Metrologija, znanstvena Bavi se organizacijom, razvojem i održavanjem mjernih etalona. Vidi poglavlje 1.2.

Metrologija: Od grčke riječi "metron" – mjerenje. Znanost o mjerenju. [4]

Metrološko područje: Metrologija se dijeli u 11 područja. Vidi poglavlje 2.1.1.

MID: Smjernica o mjerilima. Vidi poglavlje 2.2.1.

MIRS: Slovenska ustanova za etalone i metrologiju.

Mjera, tvarna. Uređaj namijenjen da trajno tijekom uporabe obnavlja ili postigne jednu ili više poznatih vrijednosti dane veličine. [4]

Mjerna veličina: Posebna veličina podvrgnuta mjerenju. [4]

Mjerenje: Skup postupaka kojima se određuje vrijednost kakve veličine. [4]

Mjerno: Uređaj namijenjen za izvedbu mjerenja, samostalno ili u vezi s dodatnim uređajima. [4]

Mjerna jedinica izvan sustava: Mjerna jedinica koja ne pripada određenom sustavu jedinica. [4]

Mjerna jedinica: Posebna 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: Smislen niz postupaka, opisanih prema rodu, koji se upotrebljavaju za provedbu mjerenja. [4]

Mjerna nesigurnost: Parametar pridružen rezultatu kojeg mjerenja koji opisuje rasipanje vrijednosti koje bi se razumno mogle pripisati mjerenoj veličini. [4] Obično se prihvaća procjena mjerne nesigurnosti u skladu s GUM-om. [6]

Mjerna pogriješka, apsolutna: Kad je potrebno razlikovati "pogriješku" od "relativne pogriješke", prva se katkad naziva "apsolutnom mjernom pogriješkom".

Mjerna pogriješka: Mjerni rezultat manje istinita vrijednost mjerene veličine. [4]

Mjerna točnost: Tijesno slaganje između mjernog rezultata i istinite vrijednosti mjerene veličine. [4]

Mjerni etalon: Tvarna mjera, mjerilo, referentna tvar ili mjerni sustav namijenjen za određivanje, ostvarivanje, čuvanje ili obnavljanje jedinice ili jedne ili više vrijednosti kakve veličine da bi mogli poslužiti kao referencija. [4]

Mjerni etalon, međunarodni: Etalon priznat međunarodnim dogovorom da bi služio kao međunarodna osnova za dodjeljivanje vrijednosti drugim etalonima određene veličine. [4]

Mjerni etalon, nacionalni: Etalon priznat odlukom koje države da bi u njoj služio kao osnova za dodjeljivanje vrijednosti drugim etalonima određene veličine. [4]

Mjerni etalon, održavanje: Skup postupaka nužnih da bi se metrološke značajke mjernog etalona održale unutar odgovarajućih granica. [4]

Mjerni lanac: Niz elemenata kojeg mjerila ili sustava koji tvori put mjernog signala od ulaza prema izlazu. [4]

Mjerni postupak: Skup postupaka, opisanih prema vrsti, koji se upotrebljavaju za provođenje pojedinih mjerenja u skladu s određenom metodom. [4]

Mjerni rezultat: Vrijednost dobivena mjerenjem pripisana kojoj mjerenoj veličini. [4]

Mjerni sustav: Cjelovit skup mjerila i druge opreme sastavljen za provedbu određenih mjerenja. [4]

Mjerno načelo: Znanstveni temelj mjerenja. [4]

Mjerno područje: Skup vrijednosti mjerenih veličina za koje se pogriješka kojeg mjerila mora nalaziti unutar navedenih granica. [4]

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. Nakon toga mu je dano ime SI sustav. Vidi poglavlje 4.

MRA: Vidi Sporazum o međusobnome priznavanju.

Nacionalna metrološka ustanova: Vidi poglavlje 3.1.3

Nacionalni mjerni etalon: Etalon priznat odlukom koje države da bi u njoj služio kao osnova za dodjeljivanje vrijednosti drugim etalonima određene veličine. [4]

Nadzor nad tržištem: Služi za provedbu zakonske metrologije. Vidi poglavlje 2.2.4.

Najveće dopuštene pogreške (mjerila): Krajnje vrijednosti pogreške dopuštene specifikacijama, propisima itd. za određeno mjerilo. [4]

Nazivna vrijednost: Vidi vrijednost, nazivna.

Nesigurnost povećana: Vidi poglavlje 2.1.6.

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

NIST: (National Institut for Standards and Tehnology) Nacionalni metrološki institut SAD-a.

NMI: Često upotrebljavana engleska kratica za nacionalni metrološki institut (National Metrology Institut).

NMI-VLS: (Nederlands Meetinstitut) Nacionalna nizozemska metrološka ustanova

NPL: (National Phisical Laboratory) Nacionalni metrološki institut Velike Britanije.

NRC: Nacionalna vijeće za istraživanje. Institut za nacionalne mjerne etalone, Kanadski nacionalni metrološki institut

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. Vidi poglavlje 2.1.7.

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

Odstupanje: Vrijednost manje njezina referentna vrijednost. [4]

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

OIML: (Organisation Internationale de Métrologie Légale) Međunarodna organizacija za zakonsku metrologiju.

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 koje osnovne veličine u određenome sustavu veličina. [4]

Ostvarenje jedinice: Vidi poglavlje 2.1.2.

Otkrivalo: Uređaj ili tvar koja pokazuje prisutnost kakve pojave ne dajući nužno vrijednost pridružene joj veličine, npr. lakmus-papir. [4]

Podjeljak ljestvice: Dio ljestvice između dviju bilo kojih uzastopnih oznaka na ljestvici. [4]

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

Pogreška (mjerila), najveća dopuštena: Krajnje vrijednosti pogreške dopuštene specifikacijama, propisima itd. za određeno mjerilo. [4]

Pogreška (mjerila), sustavna: Sustavna pogreška pokazivanja mjerila. [4]

Pokazivanje (mjerila): Vrijednost (mjerljive) veličine koju daje mjerilo. [4]

Ponovljivost (mjerila) Sposobnost mjerila da pod određenim uvjetima uporabe daje slične bliske odzive na opetovane primjene istih poticaja. [4]

Ponovljivost (mjernog rezultata) Tijesno slaganje između rezultata uzastopnih mjerenja iste mjerene veličine izvedenih u istim mjernim uvjetima. [4]

Posrednički etalon: Etalon koji se upotrebljava kako posrednik za usporedbu etalona. [4]

Posrednički uređaj: Naziv "posrednički uređaj" treba se upotrebljavati kad posrednik nije etalon. [4]

Poticaj: Ulazni signal za koji mjerni sustav može se zvati poticajem, a izlazni odzivom. [4]

Potvrda o umjeravanju: Rezultati umjeravanja mogu se zabilježiti u dokumentu koji se katkad naziva potvrda o umjeravanju ili izvještaj o umjeravanju. [4]

Povijest mjerne opreme: Vidi povijest umjeravanja.

Povijest umjeravanja mjerne opreme: Potpun zapis o rezultatima umjeravanja kojega 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 (spora i jednolična) poticaja koja ne izaziva zamjetnu promjenu odziva mjerila. [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 2.2.4.

Prijenosni etalon: Vidi etalon, prijenosni.

Primarna metoda: Metoda najviše metrološke 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 prihvaćati bez upućivanja na etalon mjerene veličine.

Primarna referentna tvar: Vidi referentna tvar, primarna.

Primarni etalon: Etalon koji je određen ili za koji je općepriznato da ima najveću metrološku kakvoću, a čija se vrijednost potvrđuje bez upućivanja na druge etalone iste veličine. [4]. Vidi poglavlje 2.1.2.

Primarni laboratorij: Laboratorij koji provodi međunarodno prihvaćena temeljna metrološka istraživanja i koji ostvaruje i čuva etalone na najvišoj međunarodnoj razini.

Program ispitivanja stručnosti: Vidi PTS.

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

PTS: Program ispitivanja sposobnosti, veza u poglavlju 6.

Radni etalon: Etalon koji se redovito upotrebljava za umjeravanje ili provjeru tvornih mjera, mjerila ili referentnih tvari. [4]

Radno područje: Skup vrijednosti mjerenih veličina za koje se pogreška kojeg mjerila mora nalaziti unutar navedenih granica. [4]

Raspon ljestvice: Skup vrijednosti ograničenih krajnjim pokazivanjima na analognome mjerilu. [4]

Raspon: Apsolutna vrijednost razlike između dviju granica nazivnoga područja. [4]

Razdoblje umjeravanja: Vremenski odsječak između dvaju uzastopnih umjeravanja mjerila.

Razred točnosti: Razred mjerila koja zadovoljavaju određene metrološke zahtjeve kojima je svrha održavanje pogrešaka u navedenim granicama. [4]

Referentna tvar: Gradivo ili tvar kojoj su jedna ili više vrijednosti svojstva dostatno istorodne i dobro određene da bi se upotrebljavala za umjeravanje uređaja, ocjenu kakve mjerne metode ili za dodjelu vrijednosti gradivima.

Referentna tvar, potvrđena: Referentna tvar, s priloženom potvrdom, kojoj su jedna ili više vrijednosti svojstva potvrđene postupkom koji utvrđuje sljedivost prema točnomu ostvarenju jedinice kojom se vrijednosti tog svojstva izražavaju i za koje je svaka potvrđena vrijednost praćena nesigurnošću kod naznačene razine povjerenja. [4] Vidi poglavlje 2.1.3.

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

Referentne vrijednosti: Obično dio referentnih uvjeta kojeg mjesta. Vidi također vrijednosti, određene.

Referentni etalon: Etalon koji općenito ima najveću metrološku kakvoću na danome mjestu ili u danoj organizaciji te iz kojeg se izvode mjerenja koja se tu provode. [4] Vidi poglavlje 2.1.2.

Referentni uvjeti: Uvjeti uporabe propisani za ispitivanja tehničkih značajka kojeg mjerila ili za međunarodnu usporedbu mjernih rezultata. [4]

Relativna pogreška: Mjera pogreška podijeljena istinitom vrijednošću mjerene veličine. [4]

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 metrološka organizacija. Vidi poglavlje 3.2 i sljedeća poglavlja.

SADC MET: Zajednica za razvoj južne Afrike (SADC) za suradnju na mjernoj sljedivosti. Vidi poglavlje 3.5.1.

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, Normalización y Calidad, Međamerički metrološki sustav regionalna je organizacija za metrologiju Amerika. Vidi poglavlje

Složeni etalon: Skup sličnih tvarnih mjera ili mjerila koji njihovom zajedničkom uporabom čini kakav etalon.

Slučajna pogreška: Mjerni rezultat manje srednja vrijednost koja bi proizašla iz beskonačnoga broja mjerenja iste mjerene veličine izvedenih u uvjetima ponovljivosti. [4]

Sljedivost: Svojstvo mjernog rezultata ili vrijednosti kojeg etalona po kojemu se on može dovesti u vezu s navedenim referentnim etalonima (obično državnim ili međunarodnim) neprekidnim lancem usporedaba koje imaju utvrđene nesigurnosti. [4]

SMU: (Slovensky Metrologický Ustav) Slovačka nacionalna metrološka ustanova.

SP: (Sveriges Provnings-och Forskningsinstitut) Švedska nacionalna metrološka ustanova.

Sporazum o međusobnome priznavanju CIPM-a: MRA 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 3.1.6.

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

Stalnica mjerila: Koeficijent kojim se mora pomnožiti izravno pokazivanje mjerila da bi se dobila pokazna vrijednost neke mjerene veličine ili veličine koja se upotrebljava za izračunavanje vrijednosti te mjerene veličine. [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 određenog sustava veličina točno određen u skladu s danim pravilima. [4]

Sustavna pogreška: Mjerni rezultat manje srednja vrijednost koja bi proizašla iz beskonačnoga broja mjerenja iste mjerene veličine izvedenih u uvjetima ponovljivosti. [4]

TBT: Tehničke zapreke trgovini.

Temeljna metrologija: Vidi Metrologija, temeljna.

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]

Umjeravanje: Skup postupaka kojima se u određenim uvjetima uspostavlja odnos između vrijednosti veličina koje pokazuje neko mjerilo ili mjerni sustav, ili vrijednosti koje prikazuje neka tvarna mjera ili neka referentna tvar i odgovarajućih vrijednosti ostvarenih etalonima. [4]

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

Veličina (mjerljiva): Svojstvo pojave, tijela ili tvari koje se može kvalitativno razlikovati i kvantitativno odrediti. [4]

VIM: Međunarodni rječnik osnovnih i općih naziva u metrologiji. [4]

Vrijednost (mjerene veličine), preoblikovana: Vrijednost mjernog signala koji predstavlja određenu mjerenu veličanu. [4]

Vrijednost (veličine): Velikoća koja posebne veličine koja se općenito izražava umnoškom jedne mjerne jedinice kojim brojem. [4]

Vrijednost ispravka: Vrijednost algebarski pribrojena neispravljenomu mjernom rezultatu radi poništenja sustavne pogreške. [4]

Vrijednost, nazivna: Zaokružena približna vrijednost koje značajke mjerila koja služi kao uputa za njegovu uporabu. [4]

Vrijednosti, izvedene: Uvjeti uporabe namijenjeni održavanju metroloških značajka mjerila unutar određenih granica. [4]

WELMEC: Vidi poglavlje 3.2.3.

WTO: Svjetska trgovinska organizacija.

Zakonska metrologija: Vidi metrologija, zakonska.

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

6 Obavijesti i podaci o metrologiji – veze

Obavijesti i podaci o...	Izvor	Kontakt
Akreditaciji u Europi Akreditiranim laboratorijima	EA , Europska suradnja na akreditaciji	Tajništvo u COFRAC-u 37 rue de Lyon, FR-75012 Paris www.european-accreditation.org
Akreditaciji u Americi	IAAC , Međuamerička suradnja na akreditaciji	www.iaac-accreditation.org
Akreditaciji u azijsko-pacifičkome području	APLAC , Azijsko Pacifička suradnja na akreditaciji laboratorija	www.ianz.govt.nz/aplac/
Analitičkoj kemiji i pitanjima koja se odnose na kakvoću u Europi	EURACHEM	www.eurachem.ul.pt
Tehničkim projektima i usporedbama EUROMET-a	Adresar EUROMET -a	www.euromet.org
Zakonodavstvu Europske zajednice – Metrologija	Službeni list Europskih zajednica ¹⁾ baza potataka CELEX	www.europa.eu.int/index/en/lif/reg/en_register_133012.html
Europskim nacionalnim normizacijskim tijelima	CEN (Europski odbor za normizaciju)	www.cenorm.be
Međuameričkoj regionalnoj metrološkoj organizaciji	SIM Međuamerički metrološki sustav	www.sim-metrologia.org.br
Međunarodnim metrološkim organizacijama	BIPM Međunarodni ured za utege i mjere	Pavillon de Breteuil, F-92312 Sèvres Cedex, France www.bipm.ogr.fr
Bazi podataka o ključnim usporedbama	Objavljuje se u Metrologiji i bazi podataka BIPM -a o ključnim usporedbama	www.bipm.ogr/kcdb
Zakonkoj metrologiji u azijsko-pacifičkome području	APLAF , Azijsko-pacifički forum za zakonsku metrologiju	www.aplaf.org/index.shtml
Zakonkoj metrologiji u Europi	WELMEC	Tajništvo WELMEC-a www.welmec.org
Zakonkoj metrologiji, međunarodnoj	OIML	Tajništvo u BILM-u, Pariz www.oiml.org
Mjerenju, ispitivanju i analitičkim laboratorijima u Europi	EUROLab	www.eurolab.org
Nacionalnim metrološkim ustanovama	BIPM	www.bipm.ogr ... idi na "korisne veze"

¹⁾ Godine 2004. promijenjen je naziv Službenog lista Europskih zajednica u Službeni list Europske unije (nap. prev.)

Obavijesti i podaci o...	Izvor	Kontakt
Nacionalnim metrološkim ustanovama u Africi	SACMET	www.satmet.org
Nacionalnim metrološkim ustanovama u Americama	SIM	www.sim-metrologia.org.br
Nacionalnim metrološkim ustanovama u azijsko-pacifičkome području	APMP , Azijsko Pacifički metrološki program	www.nmij.jp/apmp/
Nacionalnim metrološkim ustanovama u Europi	Adresar EUROMET -a	www.euromet.org
Programima ispitivanja sposobnosti koji se redovito organiziraju u EU-u	EPTIS , Europski informacijski sustav o ispitivanju osposobljenosti	www.eptis.bam.de
Referentnim tvarima za kemijske analize	baza podataka COMAR IRMM-a	www.irmm.jrc.be
Regionalnim metrološkim organizacijama	BIPM	www.bipm.ogr ... idi na "korisne veze"
Uputama za zakonsko uređenje	Projekt RegMet	www.regmet.dk i www.euromet.org
Normama	ISO , Međunarodna organizacija za normizaciju	www.iso.ch
Tehničkim zaprekama trgovini	Baza podataka za pristup tržištu EC DG Trade	http://mkacdb.eu.int/
SI sustavu	BIPM	www.bipm.fr
Znakovima, stalnicama itd. u fizici	"Crvena knjiga" IUPAP -a	www.iupap.org/commissions

7 Literatura

Uputnice su prikazane brojem (x)

- [1] Geoffrey Williams, Dr. University of Oxford, "The Assessment of the Economic role of Measurements and Testing in Modern Society". Final Report, European Commission DG Research, contract G6MA-2000-20002, July 2002.
- [2] BIPM: The International System of Units, 7th edition 1998.¹⁾
- [3] CCQM: Report of the President of the Comité Consultatif pour la Quantité de Matière, april 1995.
- [4] BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML: International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology, 2nd edition 1993, ISBN 92-67-01075-1.²⁾
- [5] ISO: Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, First edition 1995, ISBN 92-67-10188-9.³⁾
- [6] ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, 1999⁴⁾
- [7] Preben Howarth: "Metrology in short", first edition 1999, ISBN 87-988154-0-7

Napomene prevoditelja:

- 1) Prijevod 7. izdanja brošure Međunarodni sustav jedinica objavio je 1999. godine DZNM.
- 2) Prijevod Međunarodnog rječnika osnovnih i općih naziva u metrologiji DZNM je objavio 1995. godine.
- 3) Prijevod GUM-a DZNM je objavio 1995. godine.
- 4) Normu ISO/IEC 17025 prihvatio je i objavio 1999. DZNM kao hrvatsku normu s oznakom HRN EN ISO/IEC 17025.