

Međunarodni odbor za utege i mjere

**Razvoj potreba koje se odnose
na mjeriteljstvo u trgovini,
industriji i društvu
te uloga BIPM-a**

Izveštaj koji je priredio
CIPM za vlade država
članica Dogovora o metru
i država pridruženih CGPM-u

2003

**Međunarodni
ured
za utege
i mjere**

**Međunarodna
organizacija
Dogovora
o metru**

ΒΙΡΜ



ΜΕΤΡΩ ΧΡΩ

**Razvoj potreba koje se odnose
na mjeriteljstvo u trgovini, industriji i društvu
te uloga BIPM-a**

**Međunarodni ured
za utege i mjere**

**Razvoj potreba koje se odnose
na mjeriteljstvo u trgovini,
industriji i društvu
te uloga BIPM-a**

Izvještaj koji je priredio
CIPM za vlade država
članica Dogovora o metru
i država pridruženih
CGPM-u

2003

**Međuvladina organizacija
Dogovora o metru**

Napomena za uporabu engleskog teksta

Kako bi što bolje predstavio svoj rad, Međunarodni odbor za utege i mjere objavljuje englesku inačicu svojih izvještaja.

Čitatelji moraju imati na umu da je službeni tekst međutim uvijek onaj koji je napisan na francuskome jeziku. Taj je tekst mjerodavan ako je nužno upućivanje ili ako postoji sumnja o tumačenju teksta.

NASLOV IZVORNIKA:

Évolution des besoins dans le domaine de la métrologie pour le commerce, l'industrie et la société et le rôle du BIPM • Evolving Needs for Metrology in Trade, Industry and Society and the Role of the BIPM

NAKLADNIK: *Državni zavod za mjeriteljstvo* • ZA IZDAVAČA: *Mirko Vuković* • PREVEO S ENGLSKOG JEZIKA: *Mirko Vuković* • LEKTORIRAO, IZVRŠIO PREGLED PRIJEVODA I USKLAĐENJE S FRANCUSKIM IZVORNIKOM: *Luka Vukojević* • KORIGIRAO: *Domagoj Škarica* • PRIPREMA SLOGA: *LASERplus d.o.o., Zagreb* • Zagreb, studenoga 2007.

ISBN 978-953-6783-03-8

Sadržaj

Predgovor	7
Egzekutivni kratki pregled	8
1 Uvod	11
1.1 Izvještaj CIPM-a iz 1998. godine i 21. CGPM iz 1999.	11
1.2 Sadržaj novoga izvještaja iz 2003. godine	12
2 Razvoj potreba koje se odnose na mjeriteljstvo	13
2.1 Sadašnji i novi zahtjevi	14
2.2 Novi pristupi u mjeriteljstvu	18
2.3 Potrebe zemalja u razvoju u području mjeriteljstva	19
2.4 Tehničke zapreke trgovini te sanitarne i fitosanitarne mjere	21
3 Širenje međunarodne suradnje i nove mreže	21
3.1 Međunarodna suradnja na istraživanju i razvoju, mjerne sposobnosti i transfer znanja	21
3.2 Međunarodna mreža, zajednički odbori	22
3.3 Akreditacija i Međunarodna suradnja na akreditaciji laboratorija (ILAC)	23
3.4 Međunarodna organizacija za zakonsko mjeriteljstvo (OIML) i normizaciju (ISO/IEC)	24
4 Gospodarski i društveni utjecaj	25
4.1 Ciljevi prošlih studija	25
4.2 Rezultati prošlih i novijih studija	26
4.3 Istraživanje KPMG-a za BIPM	31
5 BIPM	32
5.1 Uloga BIPM-a	32
5.2 BIPM kao ustanova	34
5.3 Program rada i financiranje BIPM-a	35
6 Zaključci i preporuke CIPM-a	37
Dodatci	
Dodatak 1. – Nacionalna i međunarodna mjeriteljska infrastruktura	39
Dodatak 2. – Sporazum o uzajamnome priznavanju CIPM-a (CIPM MRA)	44

Dodatak 3. – Odgovori na upitnik poslan ravnateljima i zaključci	47
Dodatak 4. – 1. zaključak 21. CGPM-a	53
Dodatak 5. – Odluke CIPM-a o budućemu programu BIPM-a donesene na sastanku u listopadu 2002.	54
Popis akronima koji se upotrebljavaju u ovom svesku	62
Bibliografija	67

Predgovor

U listopadu 1999. godine 21. opća konferencija za utege i mjere (CGPM) primila je izvještaj o nacionalnim i međunarodnim potrebama koje se odnose na mjeriteljstvo, a koji je 1998. godine priredio Međunarodni odbor za utege i mjere (CIPM) te odobrila odluke koje je na temelju toga izvještaja donio CIPM. Izvještaj je dao okvirni prikaz dugoročnih nacionalnih i međunarodnih potreba koje se odnose na mjeriteljstvo, međunarodnu suradnju i jedinstvenu ulogu Međunarodnog ureda za utege i mjere (BIPM) kako bi se te potrebe zadovoljile, te prikaz financijskih i drugih obveza koje će se u idućim desetljećima zahtijevati od država članica Dogovora o metru.

Sada, samo četiri godine poslije posve je jasno da su se potrebe za mjeriteljstvom i tehničkim i organizacijskim razvojem u području mjeriteljstva razvijale puno brže i u mnogo širem području primjene nego što se to predviđalo 1999. godine, u toj mjeri da je postalo nužno posuvremenjivati izvještaja iz 1998. godine.

Ovaj novi izvještaj o razvoju potreba za mjeriteljstvom u trgovini, industriji i društvu te ulozi BIPM-a sada je dovršen te je CIPM zadovoljan što može podnijeti izvještaj vladama država članica Dogovora o metru.

Tijekom pripreme izvještaja poslana su dva upitnika ravnateljima nacionalnih mjeriteljskih ustanova (NMI-a) od kojih se tražilo njihovo stajalište o područjima u mjeriteljstvu koja se najbrže razvijaju i područjima koja su najhitnija mjeriteljstvu i na koja trebaju prvo usmjeriti svoju pozornost NMI-i i BIPM. Taj se izvještaj temelji na nekoliko studija o gospodarskom i društvenom utjecaju mjeriteljstva koje su izradili specijalisti za gospodarstvo iz nekih NMI-a i ministarstava te profesionalni ekonomisti sa sveučilišta i privatnih savjetodavnih tvrtka.

O ovome su izvještaju raspravljali ravnatelji NMI-a tijekom sastanka u travnju 2002. godine u BIPM-u (Sèvres), a dodatna su se savjetovanja s ravnateljima provodila dopisivanjem u srpnju i kolovozu 2002. godine.

Izvještaj je konačno odobrio CIPM na svojem sastanku 10. listopada 2002. godine.

U ime CIPM-a zahvaljujemo svima koji su posvetili svoje vrijeme i stručnost da bi pomogli u pripremi ovoga izvještaja.

J. Kovalevsky
Predsjednik CIPM-a

R. Kaarls
Tajnik CIPM-a

Travnja 2003.

Egzekutivni kratki pregled

Tijekom prošlih pet godina potreba za točnim i pouzdanim mjerenjima razvijala se velikom brzinom ne samo u području proizvodnje i područjima nacionalne i međunarodne trgovine nego i u područjima zaštite ljudskoga zdravlja i sigurnosti, zaštite okoliša, komunikacija i u svim područjima znanosti i tehnike.

Nove mjeriteljske mreže, novi partneri

- Šira potreba za međunarodno priznatim, sljedivim i usporedivim mjerenjem te mjernim etalonima i ispitivanjem u svim društvenim područjima dovela je do novih mreža suradnje međunarodnih i međuvladinih organizacija. Posljednje dvije godine CIPM je potpisao memorandum o razumijevanju (MoU) ili sporazume sa Svjetskom zdravstvenom organizacijom (WHO), Svjetskom meteorološkom organizacijom (WMO), Međunarodnom federacijom za kliničku kemiju i laboratorijsku medicinu (IFCC) te Međunarodnom suradnjom za akreditaciju laboratorija (ILAC). Očekuje se da će se zaključiti više međunarodnih sporazuma s tijelima kako što su Svjetska antidopinška agencija (WADA) i Povjerenstvo za *Codex Alimentarius* (koji je osnovao WHO i Organizacija za hranu i poljoprivredu UN-a, FAO).
- Godine 2002. BIPM, IFCC i ILAC s predstavnicima iz organizacija za ocjenu kakvoće, proizvođačima potvrđenih referentnih tvari i udrugama industrije za *in vitro* dijagnostiku Europske unije, Sjedinjenih Država i Japana te vlastima tih država koje zakonski uređuju ta područja pokrenuli su novu aktivnost koja se odnosi na sljedivost u laboratorijskoj medicini. Privremeni je naziv nove aktivnosti Zajednički odbor za sljedivost u laboratorijskoj medicini (JCTLM).
- Važno je da se slične suradnje uspostavljaju na globalnoj i regionalnoj i nacionalnoj razini.

Mjeriteljstvo u zemljama u razvoju

- U zemljama u razvoju i tranzicijskim zemljama sada se daje visoki prioritet međunarodno prihvaćenoj mjeriteljskoj infrastrukturi. Za te je zemlje pomanjkanje takve strukture kočnica razvoja jer iz njega nastaje ranjivost prema necarinskim zaprekama trgovini, koje pak izazivaju usporen pristup tržištu i zaostajanje u daljnjemu industrijskom i gospodarskom razvoju. Sada se preko novoga Zajedničkog odbora za usklađivanje pomoći zemljama u razvoju u mjeriteljstvu, akreditaciji i normizaciji (JCDCMAS), u koji je uključen BIPM, regionalne mjeriteljske organizacije (RMO), ILAC, Međunarodna organizacija za zakonsko mjeriteljstvo (OIML), Međunarodna organizacija za normizaciju (ISO), Međunarodno elektrotehničko povjerenstvo (IEC), Međunarodni forum za akreditaciju (IAF), Organizacija Ujedinjenih naroda za industrijski razvoj (UNIDO) i Međunarodna telekomunikacijska unija (ITU), tim zemljama pokušava pomoći razmjenom podataka i praktičnih znanja, poticanjem svijesti i suradnje u mjeriteljstvu, akreditaciji i normizaciji.

Mjeriteljstvo u fizici i tehnici

- U mnogim područjima, posebno u mjeriteljstvu vremena i frekvencije, dimenzijskome mjeriteljstvu te drugim primjenama u strojarstvu i elektrotehnici, zahtijevana točnost raste za

faktor između tri i deset u desetljeću. U nekim je slučajevima postojeća točnost jedva dostatna za trgovinu ili sigurnosne zahtjeve i zakonom utvrđene granice. Katkad čak uopće ne postoje sljedeće referencije. Neki su nacionalni mjeriteljski laboratoriji poduzeli opsežna istraživanja kako bi odgovorili na te potrebe.

- Opći pravac razvoja prema minijaturizaciji proizvoda i submikronskim tehnologijama kao što je "laboratorij na čipu", dovodi do potpuno novih mjernih načela. Nanomjeriteljstvo (uključujući biotehnoške primjene) granično je područje fizike u kojemu se razvijaju nove mjerne metode te kojemu neki NMI-i daju najvišu prednost. Mnogo toga treba uraditi na iznalaženju prikladnih primarnih i sekundarnih etalona primjenjivih na veoma male dimenzije ili nove veličine.

Nove primjene mjeriteljstva

- Zahtjevi koji se odnose na mjeriteljstvo u kemiji i biotehnologiji postali su manifest mnogo brže nego što se predviđalo prije pet godina. I dalje raste međunarodna trgovina kemijskim proizvodima, potvrđenim referentnim tvarima, plinom i naftnim proizvodima, farmaceutskim proizvodima, hranom i mjernom opremom za kemijske analize. Opravdana su sve veća područja zakonskih zahtjeva koji se odnose na sigurnost i zaštitu okoliša; sve to zahtijeva međunarodno priznata sljediva i usporediva mjerenja.
- Sljedivost mjerenja u zdravstvu sada je visoko na popisu prednosti. U Europskoj će se uniji takva sljedivost uskoro zahtijevati zakonski na temelju Smjernice o *in vitro* dijagnostičkim (IVD) medicinskim uređajima, a slični su zakonski zahtjevi uvedeni ili će biti uvedeni i drugdje u svijetu, npr. u Sjedinjenim Državama i Japanu. U nekim je područjima tehnički temelj za osiguranje sljedivosti još u početnome stanju.
- Pouzdano i usporedivo mjeriteljstvo u ispitivanju hrane postaje sve važnije, ne samo zbog velikog obujma i velike izvozne vrijednosti prehrambenih proizvoda u međunarodnoj trgovini, nego također zbog pitanja koja se postavljaju u društvu s obzirom na opća pitanja sigurnosti hrane, uključujući i sadržaj genetički preinačene hrane (GMO). U različitim državama i gospodarskim zajednicama stupa na snagu zakonodavstvo koje zahtijeva usporedivost mjernih rezultata i odgovarajuću mjernu nesigurnost premda još ne postoji formalni sustav za stvaranje potrebne tehničke infrastrukture.
- Mjerenja povezana s kakvoćom života, biotehnologijom i nadzorom nad onečišćenjem našeg okoliša te klimatske promjene zahtijevaju pouzdana, dugoročno stabilna i usporediva mjerenja za koja se zahtijevaju odgovarajući mjerni etaloni. U tim područjima različite države i gospodarske zajednice također donose zakone kojima se uvodi kakvoća mjerenja.

Mjeriteljstvo, velika dobit od ulaganja i velika dodana vrijednost

- Istraživanja o gospodarskome utjecaju mjeriteljstva koja su provele Sjedinjene Države, Ujedinjeno Kraljevstvo, Kanada i Europska unija dokazuju da se ulaganja vlada u uspostavljanje međunarodno priznate mjeriteljske infrastrukture procjenjuju među najunosnija ulaganja vlada kojima se za društvo ostvaruje visoka razina povrata od ulaganja.
- Najnovije istraživanje koje je provelo privatno savjetodavno društvo (KPMG) je pokazalo unosnost CIPM MRA i uloge BIPM-a kao svjetskoga glasnogovornika i koordinatora u ime NMI-a.

- Države članice Dogovora o metru potiču se da održavaju i, gdje je to moguće povećavaju, ulaganja u nacionalne mjeriteljske strukture koje su potrebne da se započnu rješavati sve veći zahtjevi za sljedivim i usporedivim mjerenjima u svim područjima te da bi se na nacionalnoj razini primjenjivale aktivnosti o kojima su donesene odluke na međunarodnoj razini, a koje pokreće međunarodna trgovina i drugi međunarodni programi, npr. u području hrane, okoliša i zdravlja.
- Gdje je to bitno, treba razmotriti mogućnost da se za određene definirane veličine i mjerna područja ovlaste drugi instituti različiti od NMI-a, a koji djeluju kao NMI-i.

Svjetski mjerni sustav; suradnja i partnerstvo

- Za sve gore rečeno zahtijeva se pouzdan, točan i univerzalno dostupan međunarodni mjerni sustav. To može osigurati samo skup svjetskih NMI-a koji rade u međusobnoj suradnji i s CIPM-om i BIPM-om u okviru Dogovora o metru.
- Sada se mnogo toga odvija u okviru Sporazuma o međusobnome priznavanju (MRA) CIPM-a nacionalnih mjernih etalona te potvrda o umjeravanju i mjerenju koje izdaju NMI-i. Taj su MRA dosad potpisali ravnatelji NMI-a svih industrijaliziranih država i gospodarstva. CIPM MRA spaja NMI-e, RMO-e i BIPM te se on između ostalog smatra ključnim elementom u uklanjanju tehničkih zapreka trgovini (TBT) i od izravne je važnosti u primjeni sanitarnih i fitosanitarnih (SPS, tj. mjera koje se odnose na karantenu životinja i biljaka) mjera.
- Najnovije proširenje zahtijeva za točnim mjerenjima u novim područjima i sve veći zahtjevi za točnošću u tradicionalnim područjima u velikoj mjeri proširuju sposobnosti NMI-a i BIPM-a. Sve se više shvaća da nijedan NMI ne može osigurati cijelo područje mjernih etalona i usluga koje su sada potrebne te da je među svjetskim NMI-ima bitno umrežavanje i tijesna suradnja.
- Prema tomu su pitanja sljedivosti na vrhu međunarodnoga programa i zahtijevaju suradnju između međunarodnih, nacionalnih i regionalnih organizacija u sve većemu broju područja, čime se povezuju službenici iz vladinih agencija odgovorni za trgovinu, propise i specifikaciju norma.

Međunarodni ured za utege i mjere, BIPM

- Jedna je od glavnih zadaća BIPM-a međunarodno usklađivanje u području mjeriteljstva prema uputama CIPM-a i u suradnji s NMI-ima. Potpora koju daje stručno osoblje BIPM-a ima veliku važnost za postizanje ciljeva djelotvorne i učinkovite međunarodne mjeriteljske infrastrukture.
- Da bi bio djelotvoran, BIPM se mora i nadalje smatrati mjerodavnom i pouzdanom organizacijom u području mjeriteljstva. Radi toga je potrebno mjerodavno i osposobljeno osoblje koje se može popunjavati i zadržati jedino ako BIPM aktivno djeluje u mjeriteljstvu u svojim vlastitim laboratorijima u odabranim područjima koja pokrivaju ne samo fizikalna nego i kemijska i biotehnoška područja. Treba pažljivo odabrati vrstu rada koji će se obavljati kako bi se dopunio rad koji se obavlja u NMI-ima.
- BIPM i nadalje mora biti globalna organizacija odgovorna za posuvremenjivanje i prenošenje koncepcije Međunarodnog sustava jedinica (SI) i, tamo gdje to nije trenutačno izvedivo,

drugih prikladnih međunarodno dogovorenih referencija, biti čuvar međunarodne pramjere kilograma te uspostavljati i prenositi međunarodno atomsko vrijeme (TAI) i usklađeno svjetsko vrijeme (UTC).

- CIPM je kao odgovor na tešku financijsku situaciju koja se sada predviđa već procijenio prioritete za rad u BIPM-u te zaključio neke od njegovih postojećih djelatnosti, pri čemu je započeo jačanje drugih, uključujući mjeriteljstvo u kemiji i temeljne mjeriteljske pokuse te potporu za CIPM MRA i međunarodno usklađivanje koje se posebno odnosi na biološku i kliničku analizu. Sve to služi za bolji položaj BIPM-a zajedno s NMI-ima kako bi započeo rad na mjeriteljskim problemima u tim područjima.
- Od država članica Dogovora o metru zahtijeva se da hitno poduzmu potrebne korake kako bi osigurale da BIPM dobije financijsku i drugu potporu koja odgovara ritmu globalnog razvoja u mjeriteljstvu.

1 Uvod

1.1 Izvještaj CIPM-a iz 1998. godine i 21. CGPM iz 1999.

Na kraju 20. stoljeća neprekidno se razvijaju pa čak i ubrzavaju potrebe za mjeriteljstvom u trgovini, industriji i društvu, pri čemu se u svim područjima zahtijevaju pouzdana i sve točnija mjerenja sljedeća prema SI-u, zbog čega je CIPM odlučio izraditi izvještaj koji opisuje te pravce razvoja i daje upute za razvoj BIPM-a na početku 21. stoljeća.

Godine 1998. CIPM je objavio taj izvještaj pod naslovom *Nacionalne i međunarodne potrebe koje se odnose na mjeriteljstvo* (1). Taj izvještaj daje širi pregled potreba za mjeriteljstvom kako su identificirane u to vrijeme, opisujući nacionalne i međunarodne strukture koje osiguravaju tehnički i zakonski temelj za povjerenje u mjerenja. Važan se dio izvještaja odnosi na Dogovor o metru, međuvladinu ugovoru koji potječe iz 1875. godine koji i dalje osigurava temelj za međunarodno mjeriteljstvo. U okviru Dogovora o metru države članice dodijelile su CIPM-u odgovornost za BIPM. U izvještaju se prema tomu također razmatra rad i program BIPM-a te financijska potpora koja bi se od država članica zahtijevala u idućim godinama.

21. opća konferencija o utezima i mjerama (CGPM) iz 1999. godine značila je prekretnicu u poslovima međunarodnog mjeriteljstva. Konferencija je prihvatila glavne preporuke izvještaja CIPM-a. Među njima je bilo i proširenje područja djelatnosti koje bi trebao pokriti Dogovor o metru kako bi uključivao u biti sva područja znanosti te odgovarajuće proširenje poslanja savjetodavnih odbora. Spor, ali neprekidno širenje područja djelatnosti koje su se više od stoljeća obavljale u okviru Dogovora, sada je došlo u fazu u kojoj se razvoj treba proširiti i znatno ubrzati. Godine 1875. Dogovor je obuhvaćao samo duljinu i masu. Unatoč mnogim pokušajima, koji su započeli još 1881. godine, da se uključe električne i druge veličine do 1921. godine, kad su uključeni električni etaloni, nije bilo proširenja. Termometrija i fotometrija dodane su dvadesetih i tridesetih godina dvadesetog stoljeća. Godine 1960. donesena je odluka da se uključe etaloni ionizacijskog zračenja, a 1987. godine dodana je odgovornost za vremenske ljestvice. Godine 1993. poduzeti su prvi koraci u kemiji. Godine 1999. Konferencija je prihvatila stajalište da je sada mjeriteljstvo predmet koji se širi gotovo na sva područja znanosti te da je odgovornost država članica koje djeluju preko Dogovora o metru da osiguraju potrebnu infrastrukturu za potporu pouzdanim mjerenjima u svim područjima.

Godine 1999. ravnatelji NMI-a država članica Dogovora o metru također su potpisali Sporazum o uzajamnome priznavanju radi priznavanja njihovih nacionalnih etalona i potvrda o umjeravanju i mjerenju (2). CIPM MRA koji je detaljnije opisan u dodatku 2. sada je naravno u primjeni te je već učinjen veliki napredak.

Baveći se uglavnom djelatnostima koje države članice provode u okviru Dogovora, Konferencija je priznala potrebu otvaranja formalnih struktura za međunarodno mjeriteljstvo zemljama u razvoju i onima u tranziciji. Stvorena je nova kategorija pridružene države ili gospodarstva Općoj konferenciji. To je planirano kako bi se omogućilo sudjelovanje u CIPM MRA s mnogo nižim troškovima nego što je puno članstvo onih država koje još nisu spremne postati državama članicama. Sada postoji deset takvih pridruženih članova te u idućim godinama očekujemo povećanje njihova broja.

Ukupni proračun 21. CGPM-a objavio je BIPM i dostupan je na njegovoj mrežnoj stranici (www.bipm.org). Također je dostupan na mrežnoj stranici trinaestog zaključka koji je prihvatila Konferencija. To se tiče potrebe uporabe SI jedinica u međunarodnim programima koji se odnose na okoliš, ljudsko zdravlje i medicinu te veći broj drugih tehničkih pitanja.

Konferencija je prihvatila preformulaciju uloge BIPM-a koju je predložio CIPM u svojem izvještaju te je prihvatila i novi program i proračun BIPM-a za razdoblje od 2001. do 2004. godine. Međutim, 21. CGPM je smatrao i utvrdio da proračun odobren za razdoblje od 2001.–2004. ne bi bio dostatan za nastavak prihvaćenog programa nakon 2004. godine (vidi dodatak 5.).

Tijekom svojega postojanja BIPM je dokazao sposobnost da se prilagođuje novim programima te da zatvara stare programe koji su izgubili prednost. Međutim od početka šezdesetih godina dvadesetog stoljeća nakon uspostavljanja odsjeka za ionizacijsko zračenje s udvostručenjem godišnjega doprinosa za dvije godine, proširenja djelatnosti BIPM-a nisu se posebno financirale. Uključivanje Odsjeka o vremenu 1988. godine i započinjanje rada odsjeka iz područja kemije 1999. godine te tri nove zgrade i znatno posuvremenjivanje laboratorijske infrastrukture od 1984. godine sve je financirano uštedama koje su ostvarene prethodnih godina. Do prije nekih dvadeset pet godina to je bilo moguće zbog duljeg razdoblja pada inflacije u kojoj je godišnji rast doprinosa koje je izglasovala Opća konferencija općenito bio veći do porasta cijena. Od kraja devedesetih godina dvadesetog stoljeća to više nije slučaj.

1.2 Sadržaj novoga izvještaja iz 2003. godine

Od sastavljanja izvještaja CIPM-a 1997./1998. godine i 21. CGPM-a iz 1999. došlo je do znatnoga povećanja međunarodne uloge zakonskog mjeriteljstva. Tomu su dva razloga: prvi je CIPM MRA koji se sve više navodi u trgovini i drugim sporazumima, a drugi brz porast predviđenih potreba za mjeriteljstvom u kemiji i biologiji. Drugi od tih razloga doveo je do uznemirenosti javnosti za posljedice kao što su genetički preinačeni usjevi i prema tomu povećanje broja propisa koji zahtijevaju pouzdana i sljediva mjerenja. Nova smjernica Europske unije koja se odnosi na područje *in vitro* dijagnostičkih mjerenja potaknula je svjetsku dijagnostičku industriju da izravno zahtijeva pomoć od međunarodne mjeriteljske zajednice, tako da se do kraja 2003. godine mogu zadovoljiti zahtjevi smjernice kad ona stupi na snagu. Premda je nešto od toga bilo predviđeno u izvještaju iz 1998. godine, brzina kojom je ta potreba nastala nije bila predviđena.

Kao odgovor na taj brz razvoj CIPM je odlučio sastaviti novi izvještaj 2003. u kojem se istražuju mjeriteljske implikacije tih novih potreba i predlaže odgovarajući odgovor BIPM-a. Očekuje se da je čitatelj već dobro upoznat s većim dijelom gradiva obuhvaćena izvještajem iz 1998. godi-

ne, čije su ključne točke ovdje samo ukratko opisane. U ovome se izvještaju daje samo kraći pregled o temelju i djelovanjima koja se ovdje poduzimlju. Ovdje je dan samo kratki opći prikaz temelja.

U pripremi novoga izvještaja iz 2003. godine CIPM je razaslao dva upitnika ravnateljima NMI-a. Prvi je poslan u svibnju 2001. godine i njime se tražilo od ravnatelja da daju svoja gledišta o svojim očekivanjima, o novim područjima mjeriteljstva, o posljedicama primjene novih tehnologija, o razvoju novih mreža u mjeriteljstvu, o općim uslugama koje treba davati BIPM i o prioritetima koje treba utvrditi. Drugi je upitnik odaslan u prosincu 2001. godine i njime su se postavljala specifičnija i podrobnija pitanja o tome kako oni vrednuju usluge koje trenutačno pruža BIPM.

Ovaj novi izvještaj sadržava četiri glavna dijela obuhvaćena poglavljima 2. do 5. Nakon uvodnoga temeljnog poglavlja, poglavlje 2. daje opći prikaz tekućih i novih potreba koje se predviđaju u mjeriteljstvu s posebnim osvrtom na potrebe zemalja u razvoju. Tu je uključen odsječak o predvidivim učincima novih tehnologija u mjeriteljstvu i rastu uporabe interneta za određene mjeriteljske operacije. On naglašava veliku važnost međunarodno prihvaćena nacionalnoga mjeriteljskog sustava za uklanjanje nezarinskih zapreka trgovini (tehničkih zapreka trgovini i sanitarnih i fitosanitarnih mjera). U poglavlju 3. raspravlja se o važnosti međunarodne suradnje u mjeriteljstvu, koja opisuje ulogu globalnih mreža i uspostavu zajedničkih odbora. U poglavlju 4. raspravlja se o gospodarskome i društvenome utjecaju mjeriteljstva. To je nešto što nije bilo posebno obrađeno u izvještaju iz 1998. godine iako se o tome govorilo. Potom se daje kratka analiza o velikome broju novijih istraživanja o gospodarskim koristima koje potječu iz rada NMI-a. Nadalje se prikazuju rezultati istraživanja koja je proveo BIPM o gospodarskim koristima država članica, o određenim važnim aspektima rada BIPM-a i potencijalnomo gospodarskom utjecaju CIPM MRA. Posljednji glavni odsječak, Poglavlje 5., posvećen je BIPM-u, njegovoj ulozi, zadaćama i institucijskoj podlozi te njegovim perspektivama za budućnost, uzimajući u obzir potrebe o kojima se raspravljalo u poglavlju 2. To je stanje predočeno zbog financijskih obveza koje će se zahtijevati od država članica. U poglavlju 6. prikazani su zaključci i dodatne preporuke CIPM-a. Izvještaj završava određenim dodatcima, uključujući kratki osvrt na zaključke iz upitnika (vidi dodatak 3.) i odluke CIPM-a o budućemu programu BIPM-a (vidi dodatak 5.).

U dodatcima izvještaju čitatelj će također pronaći dodatno temeljno gradivo koje se odnosi na nacionalnu i međunarodnu mjeriteljsku infrastrukturu. Posebno se dodatci 1. i 2. mogu pokazati veoma korisnim: prvi daje kratki opis postojećih nacionalnih i međunarodnih struktura, uključujući buduće prilagodbe koje osiguravaju temeljnu mjeriteljsku infrastrukturu, a drugi opisuje okvir CIPM MRA i važne učinke koje on ima za mjeriteljsku zajednicu.

Ovaj je izvještaj namjerno skraćen i manje opširan od izvještaja iz 1998. godine koji je sastavio CIPM, jer mu nije svrha ponavljanje osnovnih temelja koji se mogu naći u prijašnjemu izvještaju. Puni tekst izvještaja iz 1998. godine nalazi se na mrežnoj stranici BIPM-a.

2 Razvoj potreba koje se odnose na mjeriteljstvo

Mjerenja se izvode otkad postoji civilizacija. Pouzdana mjerenja čija funkcija odgovara svrsi uvijek su bila zahtjev organiziranoga društva. Ljudi ne prihvaćaju pogrešne mjere u trgovini i zahtijevaju zaštitu od samovolje. Pouzdani utezi i mjere od pamtiviljeka su bili odgovornost države. Danas u svim državama svijeta odgovorne vlasti vide svoj zadatak u definiranju mjernih jedinica i etalona te ispravnih dogovora za njihovo praktično ostvarivanje i prenošenje.

Dogovor o metru ima svoje ishodište u razdoblju devetnaestog stoljeća koje se suočilo s brzim rastom međunarodne trgovine industrijskim proizvodima. Uvidjelo se da je bitna neka vrsta međunarodnoga sporazuma o mjernim jedinicama. U to su vrijeme temelje fizikalne znanosti uspostavile takve snažne ličnosti kao što su Maxwell, Kelvin, Weber i Helmholtz koji su svi bili tijesno uključeni u definiranje etalona. Znanost o mjerenju počela se nazivati mjeriteljstvom (metrologijom), a veoma se razvila već do kraja devetnaestoga stoljeća. Nekako su istodobno bili osnovani glavni nacionalni mjeriteljski instituti. Napredak u znanosti i razvoj industrije visoke tehnologije doveo je do postojećeg napretka stanja fizikalnog mjeriteljstva koje se danas smatra bitnim dijelom infrastrukture društva.

Danas se međutim pouzdana mjerenja zahtijevaju u mnogo širem području ljudskih djelatnosti nego u bliskoj prošlosti. Industrija npr. potiče većinu novih pravaca razvoja pojavom novih gradiva i metoda, važnost minijaturiziranih proizvoda te raste tendencija da se podugovara sklapanje podsustava. Trebaju se predvidjeti jasne potrebe u područjima mjeriteljstva, što između ostalog uključuje laserske sustave, nanotehnologiju, električna mjerenja, femtosekundne optičke metode, vremenske ljestvice, ionizacijsko zračenje i znanost o gradivima, dok je sve više potrebna međunarodna usporedivost s obzirom na mnoge izvedene veličine kao što su protok, viskoznost, akustika itd. U svim su tim slučajevima točna mjerenja koja se oslanjaju na sljedeve etalone neizbježan zahtjev za uspjeh.

Jedan je od učinaka globalizacije trgovine da se danas u svijetu zahtijevaju sljedeća, usporediva i uzajamno prihvatljiva mjerenja, ne samo u trgovini industrijskim proizvodima i sirovinama nego i u gotovo svim aspektima međunarodne trgovine. Ona danas obuhvaća trgovinu prehrambenim proizvodima, zdravstvenim proizvodima i medicinskom instrumentacijom te velik broj mjerenja koja su dio procesa zaštite okoliša, uključujući i trgovanje udjelima CO₂. Globalna klimatska proučavanja povezuju ogromno područje znanosti te je za razvoj čvrstog modela potrebna kompatibilnost podataka iz svih tih područja. Danas se općenito zahtijeva da ljudi imaju povjerenje u vjerodostojnost mjernih rezultata jer se sve više smatra da odluke utemeljene na podacima koji potječu iz mjerenja na mnogo načina utječu na gospodarstvo, ljudsko zdravlje te sigurnost i blagostanje. Jedini je način da se to osigura da se sva mjerenja u svim područjima znanosti provode dobro definiranim sustavom jedinica, tj. međunarodnim sustavom jedinica (SI) te da se smatra da su ona provedena u kontekstu globalnoga mjernog sustava čiju pouzdanost zajednički osiguravaju NMI-i i BIPM.

2.1 Sadašnji i novi zahtjevi

Mjeriteljstvo u fizici i tehnici

Premda se do novijega doba mjeriteljstvo bavilo gotovo isključivo fizikom i tehnikom, brz razvoj novih metoda i uopće potreba za boljim, pouzdanijim mjerenjima s poboljšanom točnošću i upravljanjem zajedno s raznolikošću gradiva, doveli su do dodatnih i novih zahtjeva o onome što bi se moglo nazvati "klasičnim mjeriteljstvom". Doista u mnogim se područjima kao što su dimenzijsko mjeriteljstvo, električna mjerenja, vrijeme i frekvencija, optička mjerenja i mjerenja tlaka, potreba za točnošću tijekom posljednjih pedeset godina povećavala svakih deset do dvadeset godina za faktor deset. A taj se pravac razvoja ne zaustavlja; baš suprotno, on se ubrzava. To je naprimjer slučaj s etalonima vremena i frekvencije koji su temelj za svemiroplovstvo i pozicijske sustave. Drugi je primjer veoma stroge potrebe u dimenzijskome i mehaničkome mjeriteljstvu kad se podsustavi konstruirani za sklapanje ugrađuju u različitim tvornicama, često i u različitim državama, te se mora jamčiti spojivost.

U naftnoj i plinskoj industriji velike bi se trgovinske koristi postigle kad bi naprimjer mjerenja protoka bila znatno preciznija. Za mjeriteljstvo je izazov poboljšanje pouzdanosti i točnosti mjerenja protoka plina i fluida jer se milijarde i milijarde kubičnih metara u naftovodima i plinovodima mjere i nakon toga prodaju korisnicima. Pogreške od nekoliko tisućinka predstavljaju nekoliko stotina milijuna dolara. Mogli bi se dati mnogi drugi primjeri, možda ne svi s istim gospodarskim utjecajem, ali još uvijek znatnih količina roba za trgovinu.

Sad je nužno da se kvantificiraju i mjere mnoga fizikalna svojstva za koja donedavno nije postojao nijedan mjeriteljski sljediv postupak. Mogu se spomenuti različita reološka i termomehanička svojstva tvari (čvrstoća, viskoznost, elastičnost, prijenos topline) opis zrna i praškova, boja, mirisa itd.

Nanomjeriteljstvo

Opći pravac razvoja prema sve većoj minijaturizaciji u proizvodnji vodi prema razvoju tehnologije od mikroljestvice do nanoljestvice. Ne radi se međutim samo o problemu ljestvice, nego to u stvari znači suočavanje s potpuno novom fizikom. Površina objekta ne može se više smatrati glatkom nego kaotičnom, grubim rasipanjem molekula ili atoma, pri čemu se u mehaničkim sustavima mora uzeti u obzir Casimirova sila. Metode koje se upotrebljavaju s takvim gradivima u cijelosti su nove. Posljedica je toga da se trebaju drastično promijeniti metode mjerenja i ispitivanja, što je velik izazov za mjeriteljstvo. Međutim stvarna je potreba za mjeriteljstvom na nanorazini ista kao i u klasičnoj industriji: mora se dokazati da svaki proizvod ili proizvodni proces zadovoljava specificirane zahtjeve. To zahtijeva količinska mjerenja sljediva prema zajedničkim etalonima.

Nanometarska je točnost naprimjer potrebna u ultraljubičastoj litografiji za koju se moraju ugraditi i mjeriti velike mehaničke i optičke sastavnice na razini x-zraka s dopuštenim odstupanjima danim u nanometrima i možda na subnanometarskoj ljestvici. Među mnogim drugim primjenama treba spomenuti završnu obradbu bridova optičkih vlakana za telekomunikacije, poboljšavanje teksture površine, različite uporabe nanocijevi i sukna, premazivanje stakala veoma tankim filmovima itd. Ne samo da se moraju oblikovati novi mjerni uređaji za veće razdvajanje, proširujući time uporabu proba mikroskopa za skeniranje za lokalnu analizu svojstava površine, nego također moraju biti ugrađeni sekundarni etaloni duljine koji su na rubu rešetke na molekularnoj razini.

Međutim nanomjeriteljstvo nije ograničena na dimenzijska mjerenja. U nekoliko drugih područja moraju se mjeriti veoma male veličine. To je slučaj elektronskoga tuneliranja, veoma slaboga ionizacijskog zračenja, veoma slabih sila i momenata u mikromehanici za male tlakove u vakuumskoj tehnici i mnogim primjenama u biologiji, kemijskoj analizi tragova, farmakologiji itd. Zanimljiva je perspektiva nanomjeriteljstva dana u dokumentu pod brojem (3) Europske unije.

Mjeriteljstvo u kemiji

Otkad je sastavljen izvještaj iz 1998. godine, došlo je do brzoga razvoja u potrebi za mjeriteljstvom u područjima koja su u prošlosti bila samo izdaleka povezana sa svjetskim mjeriteljskim sustavom. Najistaknutija među njima u svim svojim aspektima jest kemija. Premda je CIPM još 1980. godine započeo raspravu o mogućnosti poduzimanja nekih djelovanja za napredak mjeriteljstva u kemiji, a 1993. godine osnovan je Savjetodavni odbor za količinu tvari (CCQM), šira je kemijska zajednica tek nedavno zapazila taj razvoj. Čak je samo prije nekoliko godina potreba da se tko bavi problemima mjeriteljstva u široj kemijskoj zajednici bila samo predmet o kojemu se jedva raspravljalo. To više nije slučaj.

Nedavno je naprimjer Nacionalna konferencija za etalonske laboratorije (NCSL-I) u Sjedinjenim Državama osnovala Odbor za kemijsko mjeriteljstvo te je tek 2002. godine godišnja Konferencija međunarodne udruge službenih analitičkih kemičara (AOAC-I) prvi put organizirala simpozij o međunarodnim i trgovačkim aspektima mjeriteljstva. Otada znatno raste interes kemijske i naftne industrije za međunarodno priznatom sljedivošću i usporedivošću. Kemijska zajednica stavlja sve veći naglasak na mjeriteljstvo i srodne djelatnosti kad je riječ o tehničkim zaprekama trgovini. To se jasno vidi na PITTCON konferenciji, jednoj do najvećih godišnjih kemijskih konferencija i izložaba u svijetu koja se održava u Sjedinjenim Državama, te na mnogim drugim kemijskim konferencijama u Europi, Japanu i nekim drugim državama.

Mjeriteljstvo u zdravstvu

Posljednje desetljeće u zdravstvu se odvijao važan napredak. Zbog napretka mjernih sposobnosti znatno su poboljšane dijagnoze pacijenata, što doprinosi većemu izgledu uspješnih obradba.

Na nesreću još je ostalo mnogo problema usporedivosti u bolničkim mjerenjima, ne samo na međunarodnoj razini nego i između bolnica i u bolnicama. Rješenje tih problema dovelo bi do trenutačnoga poboljšanja zdravstvene skrbi i do znatnog sniženja troškova. Potrebu da se stanje poboljša priznalo je Europsko povjerenstvo čiji je rezultat Smjernica IVD koja je stupila na snagu koncem 2003. godine (4). Ta smjernica zahtijeva sljedivost prema mjernim etalonima višeg reda (bez specifikacije koji se etaloni zahtijevaju).

Sljedivost mjerenja u medicinskim laboratorijima zahtijeva se i u drugim područjima svijeta, npr. u Sjedinjenim Državama. NIST je u tijesnoj suradnji s medicinskom zajednicom Sjedinjenih Država razvio i razvija velik broj potvrđenih referentnih tvari, osiguravajući tako oruđa za točnija i sljediva mjerenja u laboratorijskoj medicini.

Profesionalne organizacije u tome području, kao Međunarodni savez za kliničku kemiju i laboratorijsku medicinu (IFCC) i odgovarajuće ustanove u Sjedinjenim Državama i Japanu te industrija IVD-a zajedno s tijelima koja zakonski uređuju područje zdravlja, proizvođačima potvrđenih referentnih tvari (CRM), organizacijama za ocjenu kakvoće, akreditacijskim organizacijama u okviru Međunarodne suradnje na akreditaciji laboratorija (ILAC), NMI-i i BIPM potaknuli su novu aktivnost koja se odnosi na sljedivost u laboratorijskoj medicini. Privremeni je naziv nove aktivnosti JCTLM. Cilj joj je potpora uspostavljanju svjetske usporedivosti, pouzdanosti i istovrijednosti mjernih rezultata u laboratorijskoj medicini radi poboljšavanja zdravstvene skrbi i, gdje je to potrebno, ubrzanja uspostavljanja priznate međunarodne mreže referentnih laboratorija. To se smatra bitnim ne samo za zadovoljavanje zahtjeva Smjernice IVD nego i za zadovoljavanje širih pitanja pouzdanosti u laboratorijskoj medicini (5).

Treba napomenuti da se u tome području zahtijeva mnogo mjerenja koja se trenutačno ne mogu obavljati u jedinicama koje su izravno sljedive prema SI-u. To je naprimjer slučaj sa sadržajem masnoće i s biološkom aktivnošću mnogih farmaceutskih pripravaka koji nisu veličine koje se mogu lako mjeriti u fizikalno-kemijskim kategorijama. U tim se slučajevima etaloni temelje na tzv. međunarodnim jedinicama definiranim s pomoću biološke aktivnosti referentnih uzoraka. Očekuje se da će BIPM i WHO preuzeti inicijativu u daljnjemu razvoju službeno priznata sustava sljedivosti.

U ovome trenutku uspostavlja se baza podataka za CRM-e u kliničkoj kemiji i laboratorijskoj medicini. Čini se da je to jedinstven primjer zajedničke aktivnosti između mjeriteljstva i medicinskih zajednica, tijela koja donose propise, akreditacijskih tijela i industrije.

Mjeriteljstvo u sigurnosti i ispitivanju hrane

Sigurnost hrane i ispitivanje hrane sada se smatra važnim za javnost. Najnoviji primjeri katastrofa u tome području (BSE, salmonela, dioksin itd.) pokazali su da su pouzdana uzorkovanja i mjerenja bitna sastavnica ispravnoga donošenja odluka. Činjenica da postojeći nacionalni sustavi za takva ispitivanja u Europskoj zajednici nisu u svemu optimalni dovela je do razvoja sustava Europske unije i nacionalnih referentnih laboratorija te akreditiranih službenih nadzornih laboratorija koji trebaju ispunjavati kriterije norme ISO/IEC 17025, uključujući pitanja sljedivosti te dodatne kriterije za tehničku djelotvornost analitičkih metoda (6). U mnogim se zemljama zakonodavstvo sada usmjerava na ispitivanje prehrambenih proizvoda u cijelome lancu od živih životinja do krajnjih ljudskih i životinjskih prehrambenih proizvoda. Velik broj radnih skupina u okviru Povjerenstva Codex Alimentarius razvija bolje i validirane mjerne postupke. Kako bi se zadovoljile sve potrebe koje se odnose na genetički preinačenu hranu (GMO), razvijaju se bolja i sljediva mjerenja. Osim činjenice da je ispitivanje hrane tijesno povezano s javnim zdravstvom, ne treba zaboraviti da je hrana glavni međunarodni trgovinski proizvod te da je podložna nekarinskim zaprekama trgovini. Područje ispitivanja hrane jedno je od područja u kojemu mnogi referentni etaloni nisu povezani i još se ne mogu lako povezati sa SI jedinicama.

Mjeriteljstvo za provedbu zakona, zaštitu od kriminala, sudske medicinu, antidoping i sigurnost

Postoji mnogo više područja u kojima su važna pouzdana, međunarodno dogovorena i priznata usporediva mjerenja kao što su mjerenja za potrebe provedbe zakona (mjerila brzine, analizatori alkohola u dahu itd.), carine (npr. alkohol), zaštite od kriminala, sudske medicine (DNA itd.), antidopinga, sigurnosti itd. Mjerenja u tim područjima uključuju fizikalna i fizikalno-kemijska mjerenja.

Svjetska antidopinška agencija (World Anti-Doping Agency, WADA) u suradnji s Međunarodnim olimpijskim odborom priprema normu za zadovoljavanje kakvoće specifičnu za to područje koja također otvara pitanje sljedivosti i mjerne nesigurnosti.

Mjeriteljstvo povezano s kakvoćom života

Mnoge su vrste mjerenja više-manje tijesno povezane s onim što javnost smatra "kakvoćom života". To uključuje mjerenja buke (npr. buke od susjeda, prometa i zrakoplova), prašine (u zatvorenim i otvorenim prostorima) vibracija pa čak i mjerenja subjektivnih veličina kao što su okus, miris i izgled (npr. sjaj boja dobro je poznat i kritičan parametar u proizvodnji papira i automobila). I u tim slučajevima potrošač očekuje pouzdana i usporediva mjerenja i specifikacije.

Mjeriteljstvo povezano s nadzorom nad onečišćenjem okoliša

Uništavanje okoliša zbog djelovanja štetnih ljudskih i industrijskih djelatnosti bez obzira na to odnose li se na tlo, vodu ili zrak mora se točno mjeriti. Ne samo zato da bi se osigurali pouzdani podaci za provjeru sukladnosti s normama i za donošenje odluka koje se odnose na zaštitne mjere nego i za nove primjene, npr. kad stupe na snagu formalni sporazumi o trgovini emisijama. Troškovi povezani s održavanjem čistoće okoliša ili sa samim procesom čišćenja veoma su veliki. Neispravna mjerenja dovode do pogrešnih odluka i mogu stajati proizvođača ili društvo velike novčane iznose. U mnogim su državama uspostavljene nacionalne mreže mjerenja onečišćenja, a još se instaliraju i u drugima. Doneseni su nacionalni (npr. u Sjedinjenim

Državama) i regionalni (Europska unija) propisi (smjernice) (7) koji se odnose na ispuštanja plinova i nekih drugih onečišćivača. Kako problemi okoliša nisu ograničeni nacionalnim granicama, svako formuliranje i provedba propisa ima važne međunarodne posljedice.

Mjeriteljstvo povezano s nadzorom nad klimatskim promjenama

Da bi se nadzirale promjene klime i dobili pouzdani podatci za klimatska modeliranja, WMO je stavio u funkciju program Globalnog nadzora nad atmosferom. Te su mjerne točke koje u duljim razdobljima prate različite parametre kao što su visine valova, temperatura, staklenički plinovi, ozon itd. raspodijeljene po cijelome svijetu. Ta su mjerenja važna samo ako imaju uporište u veoma dugoročnim, stabilnim, međunarodno dogovorenim i priznatim globalnim mjernim etalonima, tj. etalonima koji moraju biti povezani s nepromjenjivim temeljnim prirodnim stalnicama. To zahtijeva redovita umjeravanja i međunarodne usporedbe ne samo u području fizikalnih mjerenja nego i u području mjerenja u kemiji, i tijesne veze sa svjetskim NMI-ima za osiguranje SI etalona.

Mjeriteljstvo u biotehnologiji i biologiji

Postoje nove i veoma hitne potrebe za normiranjem mjerenja genetički preinačenih prehrambenih proizvoda. Velika izvozna tržišta ovise o javno prihvatljivim mjernim rezultatima postojanja ili nepostojanja genetički preinačenih proizvoda u hrani. Sadašnjim mjernim metodama nedostaje strogost i nisu dobro opisane ni razumljive. Drugo je područje suvremene biotehnologije u kojemu još nije razvijena mjeriteljska infrastruktura DNA i RNA tehnologija. U svim je tim područjima bitno da se brzo postigne svjetska usporedivost i pouzdanost mjerenja kako bi se zadovoljila rastuća očekivanja javnosti.

2.2 Novi pristupi u mjeriteljstvu

Osim veličina kao što su tvrdoća, pH itd., mora se voditi računa i o razredu veličina kojima nije moguće dodijeliti SI jedinice, npr. veličinama kao što su okus, biološka aktivnost u području protemika. Čini se da se za neka druga područja, posebno u području hrane, trebaju također na međunarodnoj razini dogovoriti o empirijskim jedinicama. CIPM je na svojem sastanku u listopadu 2001. prihvatio načelo da ako potrebe trgovine, industrije, regulatornih agencija i društva to zahtijevaju CIPM i savjetodavni odbori razmotrit će takve jedinice unatoč činjenici da one trenutačno nisu izravno povezane sa SI-em. Napredak znanosti omogućit će proširenje cilja i mjerenja koja se odnose na SI u tim područjima, ali će u mnogim slučajevima to biti moguće tek u budućnosti.

Šire i sve veće primjene informacijske tehnike (IT) imaju velik utjecaj na područje mjeriteljstva i način na koji će raditi NMI-i i BIPM (8). Razvoj IT-a utjecat će naravno na odnos između NMI-a i umjernih i mjeriteljskih laboratorija koji su korisnici usluga NMI-a. Primjene IT-a omogućit će brže školovanje novih NMI-a i NMI-a u razvoju te olakšati prijenos znanja između samih NMI-a i između NMI-a i njihovih korisnika.

Primjene IT-a olakšat će također daljinski upravljane usporedbe i umjeravanja na terenu. Time se kad god je to izvedivo smanjuju troškovi putovanja, umjeravanja i vremena uspoređivanja, vremena čekanja te troškovi uključeni u dvostruka ulaganja i logistike.

Kako bi se olakšalo ispitivanje pouzdanosti programske podrške koja se upotrebljava u mjeriteljstvu, treba razviti još djelotvornije i učinkovitije postupke ovjeravanja.

Novi femtosekundni laseri znatno smanjuju složenost lanca mjerenja koja se odnose na optičke i mikrovalne etalone (duljine i vremena), štedeći laboratorijski prostor, ulaganja i trajanje mjerenja, dok istodobno daju visoke točnosti za optička frekvencijska mjerenja.

Nova gradiva i proizvodne tehnologije dovode do minijaturizacije mjernih uređaja zvanih "laboratorij na čipu" ili mikrosustava za potpunu analizu, čime se omogućuje veoma brzo mjerenje malih iznosa s nižim nesigurnostima i otvara put za uporabu novih tipova mjerenja i otkrivanja novih pojava.

Nanotehnologija će se i nadalje razvijati na temelju primjene mikrobiologije i biotehnologije.

Danas mnogi umjerni i mjerni laboratoriji raspolažu čvrstim točkama za temperaturnu ljestvicu ili kvantnim primarnim etalonima kao što su atomski satovi, stabilizirani laseri, kvantni etaloni napona i otpora te primarne mjerne tehnologije za mjerenja u kemiji. Bitno je da ti uređaji i tehnologije budu provjereni kako bi se osiguralo da se takav uređaj, tehnologija i metoda ispravno primjenjuju. Za to je potrebno da se provode međulaboratorijske usporedbe koje moraju organizirati NMI-i.

Budući da su neke od tih primjena prilično skupe te se za njih zahtijeva suvremena znanost i tehnologija bilo bi mudro razvoj urediti na partnerstvu s drugim tijelima i korisnicima. Ta se udruživanja ne moraju uspostaviti samo između NMI-a, ili između NMI-a i BIPM-a, nego također mogu uključivati sveučilišta i industriju.

2.3 Potrebe zemalja u razvoju u području mjeriteljstva

Uočava se da u nekim državama u razvoju u potpunosti nedostaje zakonski okvir za mjeriteljstvo, ali veliki broj tih zemalja posjeduje nacionalne mjeriteljske organizacije koje u većini slučajeva provode zakonsko ovjeravanje za potrebe domaće trgovine namalo. Većini tih organizacija manjkaju primjereni (nacionalni) mjerni etaloni i oprema za umjeravanje i ovjeravanje. Njima je također hitno potrebno mjeriteljsko školovanje i praktično iskustvo.

Često nedostaje primjereno održavana i međunarodno priznata sljedivost nacionalnih mjernih etalona i redovito sudjelovanje u međunarodnim usporedbama, što dovodi do ozbiljnih nedostataka u trgovini.

Ilustracija posljedica loše mjeriteljske infrastrukture, infrastrukture ispitivanja i kakvoće, jest činjenica da su se 1999. države oko Jezera Viktorija Tanzanija, Uganda i Kenija suočile sa zabranom izvoza ribe u Europsku uniju zbog sumnjivo visoke razine onečišćenja u jezerima (9, 10). Zabrana je utjecala na 150 000 radnika koji su izgubili svoj posao, dok je većina tvornica za preradbu ribe zatvorena ili je radila ispod kapaciteta. Prihodi od izvoza nilskoga grgeča koji su prelazili 200 milijuna USD na godinu pali su za 50 %. Brzim školovanjem i uspostavljanjem vjerodostojnih i sljedivih ispitnih laboratorija zabrana je izvoza grgeča ukinuta te se izvoz nilskoga grgeča u Europsku uniju opet nastavio do kraja 2000. godine, a nakon toga i u druge zemlje izvan Europske unije kao što su Sjedinjene države. Ipak je izgubljen znatan prihod.

Kako bi se povećala i osnažila mogućnost izvoza proizvoda iz zemalja u razvoju te omogućilo mjerenje i ispitivanje proizvoda koji izvoze, ključno je da se uspostavi povjerenje u rezultate

mjerenja i ispitivanja koja se provode u tim državama. Neovisno o razini točnosti koju ostvaruju NMI-i zemalja u razvoju, bitno je da postojeće sposobnosti umjeravanja i mjerenja postanu vidljive u okviru CIPM MRA i međunarodno priznate.

Zato potičemo zemlje u razvoju da postanu države ili gospodarske zajednice pridružene CGPM-u da bi možda privremeno postale države članice Dogovora o metru. To je jedini put za otvaranje vrata neupitnim mjerenjima i ispitivanjima proizvoda i usluga te prema tomu međunarodnoj trgovini.

Treba napomenuti da nije nužno da svaka država ima svoj vlastiti potpuno opremljen NMI; međunarodna suradnja sa susjednim državama može dovesti do uspješnoga dijeljenja skupih etalonskih instalacija, izbjegavajući tako nepotrebno udvostručenje.

Regionalne mjeriteljske organizacije (RMO) imaju važnu ulogu u potpori i suradnji na mjeriteljskim djelatnostima u zemljama i gospodarstvima u razvoju i njihovu poticanju da postanu pridruženi članovi CGPM-a. Pridružene države i gospodarstva mogu se uključiti u ključne usporedbe RMO-a, čiji su rezultati objavljeni u dodatku B CIPM MRA, dok sposobnosti NMI-a i pridruženog člana mogu biti objavljene u dodatku C. Na taj način u pridruženoj državi ili gospodarskoj zajednici, pouzdanost i međunarodno priznanje mjeriteljskog sustava postaje globalno vidljivo. Štoviše, pridruženi će član imati pristup svim mjeriteljskim podacima, praktičnomu znanju (know-how), transferu tehnologije itd.

Mnogi NMI-i industrijaliziranih država podupiru zemlje u razvoju i tranzicijske zemlje u uspostavljanju međunarodno priznate nacionalne mjeriteljske infrastrukture.

Kako bi se pomoglo u usklađivanju mjeriteljskih, akreditacijskih i normizacijskih djelatnosti usmjerenih na pomoć zemljama u razvoju, CIPM surađuje s ILAC-om, ISO DEVCO-om (Odborom ISO-a za zemlje u razvoju) i ISO CASCO-om (Odborom ISO-a za ocjenu sukladnosti), IEC-om, IAF-om, ITU-om, OIML-om i UNIDO-om. Zajednički pristup naprijed spomenutih međunarodnih organizacija služit će zemljama i gospodarstvima u razvoju savjetovanjem o djelotvornim i učinkovitim suvislim programima prilagođenim tim zemljama koji podupiru uspostavljanje odgovarajuće nacionalne infrastrukture za mjeriteljstvo, akreditaciju i normizaciju. Na prvome sastanku u travnju 2002. godine, kojemu su također prisustvovali predstavnici RMO-ova, nakon kojeg je u rujnu 2002. održan sastanak naprijed spomenutih organizacija, dogovoreno je uspostavljanje Zajedničkog odbora o suradnji i pomoći zemljama u razvoju u području mjeriteljstva, akreditacije i normizacije (JCDCMAS) čiji je cilj da djeluje kao forum za potporu usklađivanja pomoći zemljama i gospodarstvima u razvoju i onima u tranziciji u uspostavljanju svojih infrastrukture.

Nakon ratifikacije suradnje i odobrenja uvjeta JCDCMAS-a planirano je organizirati sastanke s tijelima donatorima kao što su Svjetska banka, banke za regionalni razvoj, gospodarske zajednice i Svjetska trgovinska organizacija (WTO) kako bi se pomoglo tim institucijama u razvoju dobrih projekata za zemlje u razvoju. JCDCMAS neće se preplemati s programima pomoći zemljama u razvoju i zemljama u tranziciji koje su izradile vlade država članica Dogovora o metru.

BIPM će zajedno s OIML-om i IMEKO-om, uz financijsku pomoć UNIDO-a organizirati seminare za zemlje u razvoju. BIPM će nadalje organizirati ljetne škole za mlade mjeritelje iz NMI-eva.

Osim djelatnosti na usklađivanju na globalnoj razini, RMO-i imaju posebnu zadaću da daju potporu NMI-ima u razvoju u svojoj vlastitoj regiji.

2.4 Tehničke zapreke trgovini te sanitarne i fitosanitarne mjere

Među naprijed spomenutim tehničkim zaprekama trgovini pomanjkanje je uzajamnog priznavanja mjernih i ispitnih rezultata. To dovodi do udvostručivanja mjerenja i ispitivanja u državama izvoznicama i uvoznicama, što na odgovarajući način izaziva porast troškova i gubitak te rizik od sporova koji se odnose na rezultate.

Regionalna unutrašnja tržišta kao što su APEC, Europska unija, MERCOSUR, NAFTA i SADC rade djelotvorno i učinkovito samo kad se uklone tehničke zapreke trgovini. Međutim uzajamno priznavanje mjernih i ispitnih rezultata nije nešto što se može učiniti potezom pera. Najprije se mora uspostaviti pouzdana infrastruktura uzajamnoga povjerenja u mjerenja i vjerodostojnost koja se može dokazati. Za to je potrebno vrijeme. To je prvi razlog zašto Europska unija obraća pozornost i ulaže velika novčana sredstva u razvoj nacionalne mjeriteljske infrastrukture novih država kandidata za članstvo u Europskoj uniji.

Primjena trgovinskih sporazuma u okviru WTO-a zahtijeva postojanje međunarodno priznata sustava usporedivih i sljedivih mjerenja (11). Kako su međunarodni akreditacijski sporazumi oruđa za stvaranje povjerenja u mjerodavnost mjernih i ispitnih laboratorija, oni se temelje na shvaćanju da mjerenja i ispitivanja koja se provode budu pouzdana, sljediva i usporediva. To zahtijeva postojanje međunarodne mreže nacionalnih mjeriteljskih laboratorija koje priznaju tijela koja donose propise i zakonodavci te u koje trgovinski partneri mogu imati povjerenje i na koje se mogu osloniti svi industrijski i drugi laboratoriji za mjerenje, umjeravanje i ispitivanje.

Za tu je svrhu bio stvoren CIPM MRA (2). Vlade, trgovačke vlasti i tijela koja donose propise sada shvaćaju potrebu za postojanjem i funkcioniranjem međunarodno prihvaćena i pouzdana mjernog sustava. Sada se MRA priznaje i navodi kao osiguranje mjerne infrastrukture u trgovinskim sporazumima, npr. u sporazumima koji su potpisani između Europske unije i Sjedinjenih Država. To se također neizravno odražava na sporazume o akreditaciji u potpisanim trgovinskim sporazumima, npr. između Australije i Novoga Zelanda, Švicarske i Europske unije. Očita je potreba zemalja u razvoju i gospodarstva da budu dio sustava.

Sanitarne i fitosanitarne mjere čine dio tehničkih nekarinskih zapreka trgovini. Te mjere otvaraju pitanja različitih aspekata kakvoće života, uključujući zaštitu biljaka, hrane (FAO), biološke sigurnosti (GMO) i zdravstvenih aspekata (WHO). Ispravna primjena sanitarnih i fitosanitarnih mjera zahtijeva pouzdana, međunarodno prihvaćena sljediva i usporediva mjerenja.

3 Širenje međunarodne suradnje i nove mreže

3.1 Međunarodna suradnja na istraživanju i razvoju, mjerne sposobnosti i transfer znanja

Zadaća je NMI-a da pružaju one usluge umjeravanja i mjerenja koje su potrebne u zemlji. Nadalje će kao temelj za te usluge NMI razvijati i održavati nacionalne mjerne etalone i mjerne uređaje na razini točnosti koja je potrebna gospodarstvu i društvu dotične države.

Iz financijskih je razloga gotovo nemoguće, a naravno nije ni potrebno, da svaka pojedinačna država ostvaruje i održava primarne mjerne etalone za svaku veličinu. Naravno da manje zemlje i manja gospodarstva te zemlje i gospodarstva u razvoju trebaju ozbiljno razmotriti potrebu za međunarodnom suradnjom i dijeljenjem tehničkih mogućnosti te podjelom rada. Međunarodna će suradnja smanjiti skupa i nepotrebna udvostručivanja te će omogućiti da se ostvare komple-

mentarne djelatnosti, što će dovesti do proširenja usluga korisnicima. S druge strane, kako bi se izbjegla pogriješna rješenja i pogriješke, načelo je dobre mjeriteljske prakse i znanosti da se razvoj novih mjernih etalona i srodnih tehničkih mogućnosti ostvaruje u barem tri ili više ustanova u svijetu, po mogućnosti primjenom različitih mjernih načela.

Međunarodna suradnja na istraživanju i razvoju dovest će do djelotvornijeg i kraćeg razvoja savršenijih i novijih mjernih etalona i sposobnosti umjeravanja i uspoređivanja. Organiziran i sustavan prijenos praktičnog znanja trebao bi biti jamstvo da znanje prikupljeno tijekom razvoja općenito dijele zemlje sudionice. To zahtijeva otvorenu strukturu za koju nije prikladan čisto komercijalni pristup.

Kako bi se jamčio potreban kontinuitet i stvarno zajedničko vlasništvo rezultata razvoja i instalacija, ti opći projekti trebaju obvezatno biti dobro formulirani i utemeljeni na ugovornome odnosu, uključujući osiguranje određenog stupnja gospodarskog natjecanja, pristupačnosti za korisnike, vrijeme isporuke, financiranje, osoblje, vlasnička i patentna prava.

Također treba uzeti u obzir moguće probleme koji se odnose na jezik, prijevoz, carine, porez na dodanu vrijednost i druge zakonske zahtjeve.

BIPM-u je k tomu namijenjena koordinacijska uloga na zahtjev nacionalnih mjeriteljskih instituta.

3.2 Međunarodna mreža, zajednički odbori

Kako je mjeriteljstvo temeljno oruđe u gotovo svakome tipu trgovine, industrije i društva, potrebno je održavati dobru suradnju s aktivnim partnerima koji imaju odgovornosti u različitim područjima.

Globalne mreže u kojima sudjeluje BIPM uključuju velik broj međunarodnih organizacija kao što su CIE, IAU, ICRU, IEC, IFCC, IMECO, ISO, ITU, IUGG, IUPAC, IUPAP i OIML, a postoji manje-više intenzivna suradnja s i nekoliko drugih znanstvenih organizacija. U većini slučajeva suradnja između tih organizacija temelji se na pragmatičnome odnosu sa savjetodavnim odborima i CIPM-om te s drugim dvostranim ili višestranim radnim skupinama, kao što je Zajednički odbor za upute u mjeriteljstvu (JCGM).

Suradnja BIPM-a s ISO-om u novije je vrijeme proširena s odborom ISO CASCO na kategoriju veza A, pri čemu je također pojačana veza s odborom ISO REMCO.

Veće usmjerenje na uklanjanje nekarinskih zapreka trgovini zahtijeva veoma jasan međunarodni sporazum o priznavanju sljedivosti i usporedivosti te priznavanju prihvatljivosti potvrda o mjerenju i ispitivanju koje izdaju NMI-i; stoga je to drugo opravdanje za CIPM MRA. U tome će kontekstu CIPM MRA biti uspješan ako ispunjava potrebe drugih strana uključenih u međunarodnu trgovinu kao što su trgovci, industrija, tijela koja donose propise, WTO te tijela za akreditaciju u okviru ILAC-a. Iz tih se razloga od CIPM-a zahtijeva da bude službeni promatrač na sastancima odbora WTO TBT.

Godine 2001. CIPM je potpisao Sporazum o razumijevanju (MoU) s ILAC-om.

Suradnja s ILAC-om uključuje međusobno usklađivanje Sporazuma ILAC-a i CIPM MRA. Ta su dva sporazuma međusobno potpuno komplementarna jer se sporazumom CIPM MRA uspostavlja međunarodna usporedivost i uzajamno priznavanje na razini nacionalnih mjernih etalona država i gospodarstva, što služi kao temelj za sva mjerenja i ispitivanja u toj zemlji/gospodar-

stvu, dok ILAC-ov sporazum uspostavlja međunarodno priznavanje na razini akreditiranih umjernih i ispitnih laboratorija i tijela koja provode pregled. MoU nadalje potiče pravodobno savjetovanje o politikama i dokumentiranim uputama koje se odnose na sljedivost, potvrđene referentne tvari i druga srodna pitanja mjerenja, razmjenu popisa mjeriteljskih stručnjaka/NMI parova uključenih u akreditaciju NMI-a i suradnju u razvojnoj pomoći.

Brz napredak mjeriteljstva u kemiji i hitna potreba da se ostvari pouzdana usporedivost i sljedivost mjerenja u području okoliša, kliničkih mjerenja i mjerenja u laboratorijskoj medicini općenito, u ispitivanju hrane (ljudske i životinjske), sudskoj medicini i antidopingu doveo je do daljnjeg razvoja niza mreža između ostalog s IFCC-om, WHO-om i WMO-om, dok se uspostavljaju kontakti s Povjerenstvom za Codex Alimentarius i Svjetskom antidopinškom agencijom. U tome smo kontekstu u poglavlju 2.1 već spomenuli stvaranje JCTLM-a.

Potpisan je MoU s WHO čiji je cilj suradnja na mjeriteljskim pitanjima u kliničkoj kemiji i laboratorijskoj medicini.

Sličan se tip formalne suradnje potiče i za druga naprijed spomenuta područja.

U međuvremenu je također potpisan MoU između CIPM-a i WMO-a, čime se započinje uspostavljanje sljedivosti i usporedivosti koja služi kao potpora programu globalnoga promatranja atmosfere.

Bitno je da odnose koji se sada prilično uspješno uspostavljaju na globalnoj razini NMI-i ostvaruju i na nacionalnoj i na regionalnoj razini preko odgovarajućih RMO-a.

3.3 Akreditacija i Međunarodna suradnja na akreditaciji laboratorija (ILAC)

Nacionalnu mjeriteljsku infrastrukturu koja služi potrebama u zemlji za pouzdano i načelno međunarodno priznato umjeravanje mjerila zajedno s NMI-ima čine i druge ustanove zakonskog mjeriteljstva, akreditirani umjerna laboratorija iz industrije, sa sveučilišta i iz drugih ustanova. Norma ISO/IEC 17025 (12) osigurava oruđa za stvaranje povjerenja u sposobnosti i mjerodavnost akreditiranih laboratorija.

Ta norma o tehničkoj mjerodavnosti zahtijeva međunarodno priznatu sljedivost s obzirom na mjerenja i ispitivanja te iskazivanje mjerne nesigurnosti. Sada je iskazivanje sljedivosti i mjerne nesigurnosti također zahtjev i u normama o mjerodavnosti u posebnim tehničkim područjima koje su u najvećem broju slučajeva izvedene iz norme ISO/IEC 17025. Primjer se može naći u normi ISO 15189 za medicinske laboratorije (5).

Kako bi se dokazala međunarodno priznata sljedivost, potreban je razvidan međunarodno priznat mjeriteljski sustav, zahtjev koji ispunjava CIPM MRA.

Ovdje treba napomenuti da gdje je to bitno, norma ISO/IEC 9001:2000 (13) također zahtijeva sljedivost mjernih i ispitnih rezultata.

Kako je prije spomenuto, mjeriteljstvo i akreditacija tijesno su povezani iz nekoliko razloga te je jasno da je potrebna tijesna suradnja s ILAC-om.

U studenome 2001. godine CIPM i ILAC potpisali su MoU koji u biti opisuje potrebu za suradnjom. Na temelju toga MoU-a odobren je detaljniji plan djelovanja koji uključuje:

- uzajamno promicanje MRA BIPM-a i ILAC-a
- uzajamno pozivanje na odgovarajuće MRA CIPM-a i ILAC-a

- pravodobne podatke i suradnju u formulaciji zahtjeva s obzirom na međunarodno priznatu sljedivost, mjernu nesigurnost, mjerne etalone i potvrđene referentne tvari te metodu validacije, usporedbe i akreditaciju umjernih laboratorija
- zajedničku suradnju u potpori zemljama i gospodarstvima u razvoju
- zajedničke djelatnosti na izobrazbi laboratorija i drugih (npr. radionice o sljedivosti)
- uzajamnu potporu u ocjeni sukladnosti NMI-a i sporazum o isplativim metodama takve ocjene
- uzajamni promatrački status u odgovarajućim tehničkim odborima i radnim skupinama
- uzajamno prisustvovanje općim skupštinama.

Prema tomu postoji jasna potreba za tješnjom suradnjom na nacionalnoj razini između nacionalnih akreditacijskih tijela (NAB-a) i NMI-a. Ona se može ostvariti npr. kad se predstavnici tih organizacija biraju u druga vladina i/ili savjetodavna tijela.

Tješnju suradnju između regionalnih mjeriteljskih organizacija i regionalnih akreditacijskih tijela treba poticati i na regionalnoj razini.

3.4 Međunarodna organizacija za zakonsko mjeriteljstvo (OIML) i normizaciju (ISO/IEC)

OIML i zakonsko mjeriteljstvo

Zakonsko mjeriteljstvo u općemu i širem smislu obuhvaća cjelokupno zakonodavstvo koje uređuje temelje mjerenja (jedinice i nacionalne mjerne etalone), formuliranje najvećih dopuštenih granica pogriješaka i drugih zahtjeva za kakvoću koji se odnose na mjernu opremu na koju se primjenjuje propis koji uređuje zakonsko ovjeravanje, ponovno ovjeravanje i nadzor te metode za ispitivanje takve opreme.

Ostvarivanje i održavanje nacionalnih mjernih etalona zahtijeva stručne mjeritelje i specijalizirane laboratorije koji su više znanstveno usmjereni nego uredi za ovjeravanje u području zakonskog mjeriteljstva i nadzora. To se u mnogim državama obavlja u dijelu veće organizacije, u posebnim mjeriteljskim odjelima za mjerne etalone ili to provodi jedna ili više različitih ustanova od kojih sve djeluju kao NMI. U drugim je državama NMI dio organizacije zakonskog mjeriteljstva koji također ima odgovornosti za zakonska ovjeravanja.

U zemljama u razvoju često još uvijek ne postoji jasna razlika između nacionalnih mjernih etalona i ispitivanja u području zakonskog mjeriteljstva. Bitno je da odgovornosti i djelatnosti NMI-a i organizacije zakonskog mjeriteljstva budu dobro usklađene.

BIPM i OIML usklađuju te djelatnosti koje su od važnosti za obje organizacije; one uključuju razvoj modela zakona o mjeriteljstvu, seminare za zemlje u razvoju te pitanja sljedivosti. Gdje je to bitno, poticat će se daljnje jačanje suradnje između obje organizacije.

Normizacija (ISO/IEC)

Budući da je kakvoća tijesno povezana s ispravnim mjerenjima koja odgovaraju svrsi, potrebna je tijesna suradnja između BIPM-a i IEC-a, te ISO-a i ITU-a.

Kako je spomenuto u podtočki 3.2, BIPM je tijelo povezano s odborom ISO CASCO kategorijom veza A. To omogućuje da BIPM bude izravno uključen u sastavljanje norma ISO-a o ocjeni sukladnosti.

U novije je vrijeme s obzirom na potvrđene referentne tvari (CRM) tješnja suradnja uspostavljena s odborom ISO REMCO.

Postojeća suradnja koja se odnosi na *Međunarodni rječnik osnovnih i općih naziva u mjeriteljstvu* (VIM) i *Upute za iskazivanje mjerne nesigurnosti* (GUM) postoji već dugo vremena i veoma je postojana. BIPM sada također sudjeluje i u savjetodavnoj skupini ISO TAG 4 (tehnička savjetodavna skupina ISO-a o mjeriteljstvu).

Suradnja se u naprijed spomenutim područjima unapređuje te se očekuje da će ona rasti i da neće biti ograničena na ta područja, nego da će se širiti kako bi obuhvatila sve pisane norme koje se odnose na sljedivost i mjerne etalone, uključujući CRM-e, a posebno će obuhvaćati mjerenja u laboratorijskoj medicini, ispitivanju hrane i okoliša.

Veoma je poželjno da se, ako je to potrebno, tip suradnje uspostavljen između BIPM-a i ISO/IEC-a dodatno uspostavi i na regionalnoj razini i između RMO-a i regionalnih normizacijskih tijela te naravno, uz nužne promjene, i na nacionalnoj razini između NMI-a i nacionalnih normizacijskih tijela.

Ovdje treba napomenuti da normizacija nije ograničena na prethodno naznačene agencije, nego može uključivati takva tijela koja sastavljaju norme kako što su Povjerenstvo za Codex Alimentarius, WHO i AOAC te katkad, u posebnim slučajevima, druga nacionalna i regionalna tijela koja sastavljaju norme, npr. kao što su tijela u zdravstvenome sektoru.

4 Gospodarski i društveni utjecaj

Kako su za definiranje zakonitih jedinica (svjetski SI) i definiranje ostvarenja i prenošenja nacionalnih mjernih etalona odgovorne vlade, postavlja se valjano pitanje o mjeri gospodarskog i društvenog utjecaja svih tih djelatnosti. Na nesreću nije lako izraziti gospodarski i društveni utjecaj zakonskog mjeriteljstva jasnim značajkama i brojkama koje su univerzalno primjenjive ili koje vlasti mogu lako upotrebljavati da bi procijenile potrebne investicije u mjeriteljstvo.

Nacionalni se mjerni sustav smatra nacionalnom infrastrukturom koja služi ključnim aspektima društva. Prema tomu gotovo je po definiciji veoma teško odrediti i kvantificirati gospodarske i društvene koristi od programa zakonskog mjeriteljstva. Ipak, izrađen je velik broj studija koje pokušavaju kvantificirati gospodarske i društvene koristi od programa zakonskog mjeriteljstva.

4.1 Ciljevi prošlih studija

Kako se nacionalni programi zakonskog mjeriteljstva općenito financiraju iz javnih fondova razumljivo je da je potrebno dokazati da ti mjeriteljski programi koje financira vlada imaju dodanu vrijednost za gospodarstvo i blagostanje države. Nadalje su vlastima potrebne povratne obavijesti da bi se mogla vrednovati djelotvornost programa eda bi se opravdao nastavak ili preraspodjela prioriteta za nove i preinačene projekte. Na nesreću nije provedeno mnogo istraživanja koja bi osigurale takve količinske analize. Prema našem saznanju četiri najvažnije studije su one koje su naručili NIST (SAD), DTI (UK), NRC (Kanada) i EC (Europska unija). Ta se istraživanja temelje na primjeni različitih gospodarskih pristupa.

NIST je proveo nekoliko istraživanja gospodarskog utjecaja svojeg rada u nekoliko posebnih područja, to i dalje čini. Većina je tih istraživanja retrospektivna i temelji se na usporedbi

troškova razvoja određenog mjernog etalona ili potvrđene referentne tvari te procijenjenih ušteda za unaprijed definiranu skupinu korisnika. Na temelju toga modela načelno je moguće procijeniti uštedu na troškovima na nacionalnoj razini premda NIST nije uvijek radio takve ekstrapolacije. Međutim on je ipak uspostavio nekoliko repera. Istraživanja koja je proveo NIST također od slučaja do slučaja omogućuju izračunavanje učinka poluge.

Pristup DTI-a temeljio se više na makroekonomskim razmatranjima koja daju paušalne brojke. Osim toga provedena su usporedbena istraživanja kojima se uspoređuju sposobnosti umjeravanja i mjerenja NPL-a iz Ujedinjenoga Kraljevstva i sposobnosti drugih NMI-a.

Kanadsko istraživanje koje je provedeno u ime NRC-a temelji se na kombinaciji analiza nekoliko slučajeva, obavijesnih razgovora i statističkih analiza. Istraživanja koja se temelje na tim slučajevima ekstrapolirana su na brojčanu vrijednost koja pokazuje važnost na nacionalnoj ljestvici.

Istraživanje Europske unije temelji se na rezultatima istraživanja šest slučajeva i podacima prikupljenim iz EC-a, NMI-a i industrije u državama članicama Europske unije te na ekonometrijskim procjenama.

Cilj je svih četiriju istraživanja dati kvantitativne dokaze za trajno vladino financiranje te izraditi jednostavne, jasne dokaze kako bi se interesne skupine uvjerile u vrijednost mjeriteljstva, što uključuje ne samo gospodarsku vrijednost nego i etičke vrijednosti kao što su poštenje, pravna sigurnost itd. Istraživanja su proveli ekonomisti sa sveučilišta i privatnih tvrtka koje profesionalno obavljaju poslove savjetovanja, ili su provedena uz njihovu pomoć.

4.2 Rezultati prošlih i novijih studija

Procijenjeno je da mjerenje i postupci povezani s mjerenjem čine između 3 % do 6 % od GDP-a industrijskih država. Druga istraživanja otkrivaju da je u razvijenim zemljama oko 15 % GDP-a povezano s mjerenjem. Nedavno provedene analize pokazuju da ulaganja vlada razvijenih industrijskih država variraju između 20×10^{-6} i 70×10^{-6} od GDP-a tih zemalja (14).

Općenito se može zapaziti da države koje ulažu u mjeriteljstvo barem 60×10^{-6} GDP-a mogu postići bolji razvoj od onih koji su ulagale samo 15×10^{-6} . Posebno se time pokazuje postojanje i razvoj pouzdanih i točnih mjerenja za potporu projektima u područjima visokih tehnologija u proizvodnji hrane i sigurnosti farmaceutskih proizvoda i kliničkih mjerenja. Primjeri se mogu naći u Sjedinjenim Državama, Singapuru i Republici Koreji. U nekim zemljama i gospodarstvima koje se razvijaju veoma brzo u Azijsko-pacifičkome području troškovi dostižu vrijednosti od 100×10^{-6} GDP-a. To znači da u prosjeku postoji učinak poluge od oko 1000 do 2000 između vladinih ulaganja i s mjerenjem povezane industrijske proizvodnje zemlje. Premda nije lako i izravno količinski odrediti, ne treba ipak zanemarivati društveni utjecaj zakonskog mjeriteljstva u područjima kao što su promjena klime i kakvoća života.

NIST-ovim istraživanjima izračunava se omjer koristi i troškova (bcr), tj. omjer financijskih koristi i troškova te stopa povrata državi koja se naziva socijalnom stopom povrata (srr) (15, 16, 17, 18, 19, 20). Bcr je pokazatelj ulaganja koje bi se uložilo u industriju kad NIST ne bi obavljao svoj posao. Srr se izračunava u određenom razdoblju uzimajući u obzir ulaganja koja je proveo NIST i koristi koje ostvaraje odabrani broj poduzeća koja imaju korist od tih NIST-ovih ulaganja, a izražava se financijskom dobiti kao postotkom od odgovarajućeg NIST-ova financijskog ulaganja. Industrijske uštede uključuju niže transakcijske troškove, niže troškove sukladnosti s propisima, uštede energije, veću djelotvornost istraživanja i razvoja, veću kakvoću proizvoda i osiguranje novih tržišta.

Neke reprezentativne brojke

Industrija	Projekt	srr	bcr
Poluvodiči	otpornost	181 %	37
	toplinska vodljivost	63 %	5
Komunikacije Fotonika	elektromagnetske smetnje	266 %	
	optička vlakna	423 %	
	spektar zračenja	145 %	13
	umjeravanje u optičkoj detekciji	72 %	3
	umjeravanje snage lasera i optičkih vlakana	43–136 %	3–11
Energija	umjeravanje mjerila električne energije	117 %	12
Elektronika	Josephsonov naponski etalon	87 %	5
Gradiiva	umjeravanje termopara	32 %	3
Farmaceutski proizvodi	kolesterol	154 %	4,5
Kemikalije	sumpor u fosilnim gorivima	1056 %	113

Novija istraživanja (21) koja navodi NIST, a koja je provela Klinika Mayo u Sjedinjenim Državama pokazuju djelovanje mjerne pristranosti (sustavne mjerne pogreške) na donošenje medicinskih odluka. Uporabom rezultata mjerenja kolesterola na preko 20 000 pacijenata razvijen je statistički model kako bi se pokazalo da bi mjerna pogreška od + 3 % izazvala stopu pogrešnih pozitivnih slučajeva od 5 %, čiji bi rezultat bilo nepotrebno ponovno ispitivanje ili medicinska intervencija. Nasuprot tomu pristranost (sustavna pogreška) od – 3 % izazvala bi stopu od 5 % pogrešnih negativnih rezultata, što bi dovelo do kašnjenja obradbe ili neprovođenja obradbe uopće. Prema tomu čini se da male pogreške izazivaju nepotrebne i velike troškove, nepotrebne patnje, pa čak i tragičnije posljedice. Teško je kvantificirati troškove dijagnostičkih pogrešaka za mnoge pacijente koji trebaju obradbu, a koji na temelju pogrešnih ispitnih rezultata odlaze neobrađeni. Ti troškovi mogu biti čak mnogo veći od troškova kojima se izlažu pacijenti koji ne trebaju obradbu, nego je ipak primaju kao posljedicu mjernih pogrešaka. Druga istraživanja koja je proveo NIST pokazala su da je Cardiac Troponin-I veoma specifičan dijagnostički marker za srčani udar. Međutim zbog pomanjkanja sljedivosti i spojivosti u medicinskim klinikama još uvijek se pogrešno dijagnosticira velik postotak takvih pacijenata.

Na posljednjemu svjedočenju pred senatskim odborom Sjedinjenih Država (22) navedena je studija Medicinskog instituta Nacionalne akademije za znanost iz 1999. godine koja utvrđuje da bi poboljšana mjerna točnost mogla sačuvati živote, znatnu količinu vremena i novca te poboljšati kakvoću života, premda većina medicinskih pogrešaka ne potječe od netočnih mjerenja.

Godine 2001. procijenjeno je da troškovi zdravstvene skrbi u Sjedinjenim Državama prelaze 1300 milijarda USD na godinu, što je 14 % GDP-a Sjedinjenih Država. Procjenjuje se da je od 10 % do 15 % tih troškova povezano s mjerenjem. Washington Post i Medical Laboratory Observer izvijestili su da se od 25 % do 30 % mjerenja povezanih sa zdravstvom provode iz nedijagnostičkih razloga (ponovna ispitivanja, sprečavanje i otkrivanje pogrešaka). To znači da bi se potencijalno moglo uštedjeti kojih 10 do 30 milijarda USD u godini.

Odbor koji se odnosi na kakvoću zdravstvene skrbi u Americi naveo je u izvještaju iz 1999. godine da su "dolari potrošeni na ponavljanje dijagnostičkih ispitivanja ... dolari kojima ne raspolažemo za druge svrhe".

U istraživanjima provedenim u UK-u (23, 24) upotrebljavala su se druga izravna mjerenja koja se temelje na otprije postojećemu modelu gospodarskog utjecaja preslikavanja mjerenja. Provedena su naknadna istraživanja koja se temelje na posebnim slučajevima, a upotrebljavaju se gospodarske analize uključujući ekonometrijsku input/output analizu, tijek trgovine i ukupni faktor proizvodnosti (TFP).

Ta istraživanja pokazuju da mjerenja u Ujedinjenome Kraljevstvu kao cjelina imaju znatan utjecaj na gospodarstvo od 0,8 % GDP-a, što odgovara 5×10^9 GBP u godini u smislu TFP-a. Vjeruje se da je to povećanje gospodarskog utjecaja godišnjim proračunom vlade u NPL-u od 38 milijuna GBP iznimno veliko (faktor povećanja od 130). Vlada Ujedinjenoga Kraljevstva smatra ulaganja u nacionalnu mjeriteljsku infrastrukturu dobrim primjerima vladinih ulaganja s velikim povratom.

Kanadsko istraživanje gospodarskog utjecaja (25) koje je provedeno u ime NRC INMS-a (Institut za nacionalne mjerne etalone) razmotrilo je nekoliko ključnih funkcija INMS-a uključujući održavanje primarnih etalona, istraživanje i umjeravanje te mjeriteljske usluge.

Nadalje provedeno je istraživanje mogućega gospodarskog utjecaja na četiri strateška područja: nanotehnologiju, biotehnologiju, hranjive proizvode te funkcionalnu hranu i energiju.

Osim toga provedeno je interno istraživanje uporabom podataka o potvrđivanju i akreditaciji. Općenito, konzervativna je procjena toga istraživanja da trenutačno godišnje ulaganje vlade u INMS od oko 12 milijuna kanadskih dolara osigurava omjer koristi i troškova od oko 13:1.

Glavna uprava za istraživanje Europskoga povjerenstva naručila je "ocjenu gospodarske uloge mjerenja i ispitivanja u suvremenome društvu" (26). Osim davanja nekih općih zaključaka, u izvještaju se raspravlja o šest istraživanja provedenih na pojedinačnim slučajevima u sljedećim sektorima: nanotehnologiji, automobilske industriji, farmaceutskoj industriji, europskome sektoru prirodnoga plina, *in vitro* dijagnostičkoj industriji i nadzoru nad ispuštanjima i onečišćenjem okoliša. Ta se istraživanja temelje na gospodarskim podatcima i obavijesnim razgovorima s dotičnim granama industrije.

To istraživanje između ostaloga pokazuje:

- Europska unija troši 83 milijarde eura godišnje ili približno 1 % GDP-a Europske unije na mjernu djelatnost (ukupni prihod NMI-a, ukupni prihod akreditiranih laboratorija, troškovi potvrđivanja za industriju, troškovi mjerenja i industrijski troškovi mjerenja). Ta se brojka znatno povećava ako se dodaju društveni troškovi na propise koji se odnose na zdravlje, okoliš, ispitivanje sigurnosti, projekte za zaštitu od kriminala i uobičajene svakodnevne mjerne aktivnosti.
- Naprimjer, 13 milijarda eura godišnje se troši na mjerenja i ispitivanja u europskim zdravstvenim službama, a 5 milijarda eura godišnje se troši na preglede zbog sigurnosti i ispuštanja automobila u Europskoj uniji.
- Ekonometrijske procjene gospodarskog utjecaja mjerne djelatnosti pokazuju da ti troškovi stvaraju gotovo 230 milijarda eura izravno procjenjive dobiti primjenom mjeriteljskog znanja i njegovim utjecajem na rast koji je posljedica tehnološkog razvoja. To je istovrijedno 2,7 % GDP-a Europske unije. Drugim riječima, od svakog se eura uložena u mjeriteljsku djelatnost stvaraju približno tri eura; prema tomu omjer je dobiti i troškova 3:1 (a to se već ostvaruje ne uzimajući u obzir veoma velike koristi za društvo u smislu zaštite zdravlja, sigurnosti i okoliša, što bi čak još više povećalo omjer dobiti i troškova).

- Mjerenje ima mnogo značajka javnoga dobra koje ne bi postojalo bez javnih fondova.
- Izgradnja sveeuropske mjerne infrastrukture bitna je za daljnji razvoj jedinstvenoga tržišta i za njegovo trajno nastojanje na zaštiti zdravlja, sigurnosti, zaštiti okoliša i borbi protiv kriminala.
- Programi istraživanja i razvoja mjerenja pokazuju bcr između 5 i 111 s prosjekom 16, što je usporedivo s istovrijednim projektima u Sjedinjenim Državama.
- Nekoliko država nanotehniku smatra strateškim trgovinskim sektorom. U industriji proizvodnje mikrokrugova oko 35 % troškova može se izravno pripisati mjerenju, što znači 1,5 milijarda eura na godinu za cijelu industriju mikrokrugova. Očito su potrebna poboljšanja u mjeriteljstvu, što dovodi do snažnijih mikrokrugova koji imaju velik utjecaj na novine i poboljšanje u industriji poluvodiča, te prema tomu i na gospodarstvo i trgovinu. Intenzivna suradnja između NMI-a, istraživačke zajednice te sveučilišne zajednice i industrije veoma je poželjna. Potrebna su javna ulaganja.
- Mjeriteljstvo igra bitnu ulogu u automobilske industriji. Godišnji je prihod europske automobilske industrije 321 milijarda eura. Za gradnju naprednih automobila koji su sigurni, energetski gospodarni, jeftini za održavanje i neškodljivi za okoliš zahtijevaju se točna, usporediva i sljedeća mjerenja gotovo svih fizikalnih veličina i nekoliko kemijskih veličina (npr. ispuštanja plinova), što također dovodi do poboljšana položaja proizvođača na tržištu koje je veoma globalizirano i na kojemu djeluje međunarodna konkurencija.
- Farmaceutski proizvodi predstavljaju oko 12 % troškova na zaštiti zdravlja u razvijenim zemljama. Troškovi su zaštite zdravlja u Europi u prosjeku 8 % GDP-a Europske unije, a u Sjedinjenim Državama 14 % GDP-a SAD-a. Svjetska prodaja farmaceutskih proizvoda bila je u 1997. godini oko 270 milijarda USD, što je oko 70 % od ukupne prodaje medicinskih proizvoda. Taj je sektor veoma strogo zakonski uređen mjerenjima i ispitivanjima koja se temelje na dobrim proizvodnim praksama. Industrija se zalaže za drugi sustav stavljanja farmaceutskih proizvoda u optjecaj. Parametarsko puštanje u optjecaj čini sastavni dio proizvodnoga procesa u kritičnim točkama u tome procesu. Industriju zanima istraživanje koristi od tješnje suradnje s NMI-ima u poboljšavanju spektroskopskih analiza, kemometrije, osjetila, međusobno zamjenjivih potvrđenih referentnih tvari itd.
- Zapadnoeuropska potrošnja plina dosegla je 2000. godine 390 milijarda kubičnih metara, što je jedna petina ukupne potrošnje energije. Lako je vidjeti da mjerna pogriješka od 1 % odgovara veličini od oko 4 milijarde kubičnih metara, što prema potrošačkoj cijeni plina od 0,20 eura po kubičnome metru ima trgovačku vrijednost od 800 milijuna eura po godini. Pogriješke mjerenja obujma te mjerenja temperature i tlaka mogu dosegnuti 4 % do 6 %. Međunarodna usporedivost visokotlačnih instalacija za umjeravanje mjerila koja se temelji na sljedivosti dobivenoj u različitim zemljama pokazuje da te razlike lako mogu biti veće od obnovljivosti mjerila u uporabi. Veoma su potrebna temeljna istraživanja koja provode NMI-i kako bi se poboljšale mjerne metode, uključujući također parametre kao što su kalorična vrijednost i sadržaj energije.
- Godine 1998. svjetsko tržište za IVD proizvode bilo je oko 20 milijarda eura. Smjernica IVD Europske unije (4) zahtijeva sljedivost prema etalonima višeg reda. Gospodarski utjecaj sljedivosti ima različite aspekte koji ovise o stajalištu gospodarskog utjecaja na industriju, trgovinu ili društvo. Premda troškovi uspostavljanja sljedivosti mogu biti znatni, očekuje se da će IVD smjernica dovesti do isporuke pouzdanih uređaja koji daju mnogo bolje usporedive mjerne rezultate te prema tomu za dotičnu industriju mnogo veće tržište. Gospodarski

je utjecaj na društvenoj razini znatan. Sljedivi i usporedivi mjerni rezultati služe izravno primarnom cilju laboratorijske medicine, dobivanju korisnih i pouzdanih podataka za donošenje medicinskih odluka. Pouzdana mjerenja smanjit će potrebu za opetovanjem mjerenja. Samo u Njemačkoj troškovi opetovanih mjerenja iznose 1,5 milijarda eura u godini.

- U Europi je usklađena politika nadzora nad onečišćenjem iz industrijskih procesa dovela do uvođenja Smjernice za integrirani nadzor nad sprečavanjem onečišćenja (IPPC) i Registra ispuštanja europskih onečišćivača (EPER) te srodnih smjernica. Postoji jasna potreba za poboljšavanjem usporedivosti i točnosti mjerenja. Potrebne su također poboljšane metode mjerenja niskih razina onečišćenja.

Premda su navedena istraživanja prilično različita, čini se da postoji znatan konsenzus o konačnim kvalitativnim i kvantitativnim zaključcima.

Glavni su zaključci:

- postoji jasan gospodarski razlog za državno financiranje nacionalnih mjeriteljskih sustava koje održavaju i ostvaruju NMI-i tih država/gospodarstva;
- znatne koristi koje daju NMI-i prenose se na međunarodnu konkurentnost i na procese uvođenja trgovačkih novina te osiguravaju potporu za sektor mjerne industrije te za mala i srednja poduzeća;
- NMI-i stvara znatne negospodarske koristi u obliku poboljšanja mnogih aspekata kakvoće života, kao što su zaštita zdravlja i sigurnost, zaštita okoliša i zaštita potrošača;
- NMI-i utječu na gospodarstvo održavanjem nacionalne mjerne infrastrukture, podupiranjem novina, omogućivanjem poštene i sigurne konkurencije te zastupanjem države;
- posebnu pozornost treba obratiti na nove tehnologije i osigurati njihovo dosljedno financiranje, uključujući mjeriteljstvo u područjima nanotehnologije, kvantno utemeljenih mjerenja, programske podrške, kemije i biotehnologije; dodatno financiranje treba osigurati za internetska umjeravanja i usporedbe.

Treba napomenuti da su rezultati svih tih istraživanja naravno specifični za određenu državu te nisu izravno prenosivi ili nužno primjenjivi na druga gospodarstva i države. Opći pristup i zaključci međutim su valjani, uzimajući u obzir razinu razvoja i širinu mjeriteljskih djelatnosti u svakoj zemlji.

Jasno je da nisu sva gospodarstva i države u položaju razvijati i održavati primarne mjerne etalone, i vjerojatno nije nužno. To znači da zemlje koje nemaju svoje vlastite primarne etalone trebaju imati svoje nacionalne referentne etalone koje umjerava NMI koji ima primarne etalone i koje sudionici u ključnim usporedbama i CIPM MRA međunarodno priznaju. Zapaža se da te zemlje, kad god je to moguće, upotrebljavaju instalacije BIPM-a koje su neovisne o mogućim nacionalnim interesima i određivanju prioriteta, i k tomu su besplatne.

Uzimajući u obzir opću želju tih uglavnom manjih gospodarstava i zemalja da imaju jamstvo za neovisan i pošten razvoj te održavanje (među)narodnih mjernih etalona i neograničen pristup za svoje NMI-e, tim etalonima može biti poželjno i prilično gospodarno imati neke primarne/referentne i prijenosne etalone povezane s umjernim instalacijama koje je razvio ili ih barem održava BIPM. To obuhvaća takve uređaje kao što su prenosivi Josephsonov i kvantni Hallov etalon, izračunljiv kapacitet i vatna vaga. Ovdje treba napomenuti da je na međunarodnoj razini glavni trošak održavanja mjernog sustava potpora BIPM-u koja je 2002. godine bila oko 9×10^6 eura. Doprinos svake pojedinačne države članice prema tomu veoma je malen dio (obično manji od 1 %) od onoga koji troši njezin vlastiti NMI.

Osim stalnih ulaganja u neprekidni razvoj i poboljšavanje "klasičnih" mjernih etalona, jasno je da će u bliskoj budućnosti biti potrebna veća ulaganja u razmjerno nova područja zakonskog mjeriteljstva u kemiji, biotehnologiji i mikrobiologiji.

Uzimajući u obzir rezultate naprijed spomenutih istraživanja može se zaključiti da ta vladina ulaganja pokazuju znatan povrat, te su prema tomu opravdana.

4.3 Istraživanje KPMG-a za BIPM

BIPM je naručio od tvrtke *KPMG Consulting* istraživanje potencijalnoga gospodarskog utjecaja CIPM MRA (27). To je istraživanje usmjereno na dva specifična utjecaja: gospodarske posljedice koje bi mogle utjecati na pojedinačne NMI-e kao rezultat potpisa višestranog CIPM MRA koji se usklađuje iz jednog središta i djelovanja koja bi mogla nastati iz uloge MRA u smanjenju TBT-a.

Mogući gospodarski utjecaj CIPM MRA razmatra se teoretski i empirijski. U tome se istraživanju upotrebljavaju načela ekonomske teorije za raspravu koja se odnosi na aspekte MRA, uključujući njegovu ulogu u dijeljenju koristi od uzajamnoga priznavanja, utvrđivanja pogodnosti programa na suradnji između NMI-a i poticanja djelovanja drugoga reda stvaranjem većega blagostanja smanjenjem TBT-a. Nadalje je prikazan pregled normiranih pristupa kako bi se iskustveno mjerile koristi od smanjenja TBT-a. Pregled je oblikovan i primijenjen kako bi se izmjerio učinak MRA na potpisnike (tj. NMI-e) i na pridružene djelatnosti javnog i privatnog sektora, uključujući trgovinu i poslove na zakonskome uređivanju. Cilj je empirijskog istraživanja izmjeriti ili razumno procijeniti utjecaj koji MRA trenutačno ima na gospodarsku djelatnost te njegov očekivani utjecaj u budućnosti.

Neizravno, pokazatelj utjecaja MRA također pruža mogućnost za tumačenje gospodarske uloge koju BIPM igra u međunarodnoj mjeriteljskoj zajednici. U tu su svrhu, kao pomoć za utvrđivanje specifičnih koristi pridruženih jedinstvenoj ulozi BIPM-a u međunarodnome mjeriteljstvu, oblikovane empirijske metode koje se upotrebljavaju u istraživanju (tj. anketiranja NMI-a i obavljanje razgovori s vodećim organizacijama). To tumačenje služi kao podloga za razumijevanje posljedica i za rasprave o posljedicama MRA za BIPM.

Ključni su zaključci istraživanja sljedeći:

- Na temelju podataka prikupljenih anketiranjem NMI-a razumno se izvodi zaključak da CIPM MRA omogućuje svakomu nacionalnom mjeriteljskom laboratoriju da ostvari teoretsku uštedu od približno 75 000 eura u troškovima uspostavljanja i održavanja uzajamnoga priznavanja s nekim drugim NMI-em u usporedbi s troškovima iste djelatnosti prije MRA. Ili, drugim riječima, dobivanje istoga šireg međunarodnog priznanja dvostranim sporazumima bilo bi beznadno skupo.
- Rezultati također pokazuju da je ukupna nacionalna ušteda za zajednicu NMI-a reda veličine $8,5 \times 10^7$ eura na godinu na sadašnjim razinama troškova i aktivnosti usporedbe. Zaključak je da bi trošak uspostavljanja uzajamnoga priznavanja u mjeri koja je trenutačno postignuta bio velik kad ne bi postojao MRA koji se usklađuje iz jednoga središta.
- Konzervativna procjena reda veličine moguće uloge MRA u smanjenju međunarodno prikazana TBT-a implicira da MRA može dati znatne koristi za države potpisnice. Savjetuje se nadalje BIPM-u da na međunarodnoj razini i NMI-ima da na nacionalnoj razini nastave strategije za ostvarivanje toga potencijala.

- Dugoročno ostvarenje potencijalne koristi od MRA vjerojatno zahtijeva proaktivnu ulogu BIPM-a i NMI-a u promicanju MRA, posebno u odnosu na organizacije odgovorne za upravljanje međunarodnom trgovinom (tj. međunarodna trgovinska tijela i domaće predstavnike trgovine). Zaključuje se da je ta proaktivna uloga potrebna za dugoročno promicanje pozitivne bilance između troškova i koristi članstva u MRA.
- Navodimo izravno iz izvještaja KPMG-a: "Široko je rasprostranjeno stajalište da se BIPM-ova "promidžbena" uloga na međunarodnoj razini i u potpori domaćim NMI-ima može temeljiti samo na njegovu vjerodostojnu, neutralnu i međunarodnome glasu. Također je široko prihvaćeno da je BIPM-ova vjerodostojnost funkcija njegove sposobnosti da govori sa stajališta znanstvene stručnosti te da BIPM mora dugoročno održavati znanstvenu vjerodostojnost kako bi uspostavio i promicao CIPM MRA posebno, te mjeriteljska pitanja općenitije u cijelome svijetu."
- Podatci o izvoznjoj trgovini izvedeni iz Statističkih podataka o međunarodnoj trgovini potrošačkim robama OECD-a za skup od dvadeset i osam država potpisnica CIPM MRA/OECD-a, uključujući sve glavne trgovinske i industrijske nacije u svijetu, pokazuju da od ukupno oko $4,7 \times 10^{12}$ eura ostvarenih izvozom u 2000. godini oko $4,2 \times 10^{12}$ eura otpada na razmjenu između tih dvadeset i osam država. Smatralo se da vjerojatno smanjenje ncarinskih zapreka trgovini može dati kao rezultat netodobit od 10 % od iznosa te robne razmjene ostvarene izvozom. Čak kad bi se djelovanjima CIPM MRA ostvarilo samo 0,1 % netodobiti, to bi značilo korist od $4,2 \times 10^9$ eura na godinu.

5 BIPM

5.1 Uloga BIPM-a

Cilj je BIPM-a svjetska ujednačenost mjerenja.

Taj će cilj BIPM postići osiguranjem potrebnoga znanstvenog i tehničkog temelja za takvu ujednačenost te suradnjom s drugim ustanovama i organizacijama koje imaju srodnu zadaću. Prema tomu njegovi su glavni zadaci:

Međunarodni sustav jedinica (SI)

- Posuvremenjivanje i prenošenje teksta Međunarodnog sustava jedinica poznatog kao SI brošura.

Temeljni znanstveni i tehnički zadaci

- čuvanje i prenošenje primarnog etalona mase, međunarodne pramjere kilograma
- uspostavljanje i prenošenje međunarodnog atomskog vremena (TAI) i, u suradnji s odgovarajućim astronomskim organizacijama, usklađenog svjetskog vremena (UTC)
- vlastita ostvarenja drugih osnovnih i izvedenih jedinica SI-a i, po potrebi, drugih jedinica koje još nije moguće povezati sa SI-em
- sudjelovanje u razvoju primarnih mjernih metoda i postupaka u kemijskoj i biološkoj analizi i, gdje je potrebno, održavanje svojih vlastitih etalona u tim područjima

- poduzimanje istraživanja usmjerenih na razvoj postojećih i budućih mjernih jedinica i etalona, uključujući odgovarajuće temeljno istraživanje, proučavanje konceptijskih temelja primarnih etalona i jedinica te određivanje fizikalnih stalnica i objavljivanje rezultata tih istraživanja.

Posebne tehničke službe koje pomažu NMI-ima

- provedba određenih međunarodnih usporedba praktičnih ostvarenja određenih osnovnih i izvedenih jedinica SI-a koje mogu biti potrebne za zadovoljavanje potreba skupa NMI-a
- osiguranje usluga specijaliziranih umjeravanja za odabrane nacionalne mjerne etalone gdje god je to poželjno i izvedivo
- osiguranje mogućnosti za prijenos tehnologija tijekom umjeravanja i usporedba koje organizira BIPM
- osiguranje mogućnosti za razmjenu znanstvenog osoblja između BIPM-a i NMI-a
- osiguranje određenih usluga pružanja savjeta NMI-ima koji se odnose na uzajamnu ocjenu njihovih djelatnosti.

Globalno usklađivanje mjeriteljstva

- osiguranje potpore koja je potrebna za provedbu CIPM-ova Sporazuma o uzajamnome priznavanju nacionalnih mjernih etalona i potvrda o umjeravanju i mjerenju koje izdaju nacionalne mjeriteljske ustanove vođenjem BIPM-ove baze podataka ključnih usporedba, upravljanje Zajedničkim odborom regionalnih mjeriteljskih organizacija i BIPM-a te sudjelovanjem na sastancima savjetodavnih odbora i odgovarajućim sastancima RMO-va i objavljivanjem rezultata ključnih i dopunskih usporedba
- osiguranje znanstvenog i upravnoga tajništva za Opću konferenciju za utege i mjere, CIPM i njegove savjetodavne odbore te tajništva za sastanke ravnatelja NMI-a i različitih zajedničkih odbora te objavljivanje izvještaja o njihovim odlukama.

Odnosi s drugim organizacijama

- zaključivanje sporazuma s međuvladinim i međunarodnim organizacijama gdje bi takvi sporazumi pomogli u usklađivanju rada tih organizacija s BIPM-om ili CIPM-om i gdje to može biti poticaj za odgovarajuće usklađivanje na nacionalnoj i regionalnoj razini
- suradnja i, gdje je to primjereno, zaključivanje sporazuma za uspostavljanje zajedničkih odbora s međuvladinim i međunarodnim tijelima koja imaju srodne zadaće
- djelovanje u ime NMI-a država članica Dogovora o metru u predstavljanju njihovih zajedničkih interesa kad se za to pojavi prilika.

Informiranje i izdavačka djelatnost

Što je šire moguće promicanje uporabe svih djelatnosti koje se provode u okviru Dogovora o metru, posebno:

- održavanje na mrežnoj stranici BIPM-a, svih podataka o pitanjima koja se odnose na Dogovor o metru, CIPM-u, njegovim savjetodavnim odborima, zajedničkim odborima, CIPM

MRA, uključujući bazu o ključnim usporedbama BIPM-a i pitanja koja se odnose na nacionalno mjeriteljstvo

- za i objavljivanje časopisa *Metrologia*, međunarodnoga znanstvenog časopisa o mjeriteljstvu
- posuvremenjivanje i prenošenje što je šire moguće u suradnji s drugim organizacijama kojih se to tiče osnovnih dokumenata potrebnih za ujednačenost mjerenja kao što su rječnik o mjeriteljstvu (VIM) i iskazivanje mjerne nesigurnosti (GUM)
- organizacija radionica i ljetnih škola za osoblje NMI-a.

Djelatnost izražena cijenom i razvoj uloge BIPM-a

BIPM će te zadaće provoditi na troškovno najdjelotvorniji i najučinkovitiji način koji je moguće planirati kako bi se postigli njegovi ciljevi te kako bi bio trajno spreman za prilagodbu i promjene svojih zadaća u skladu s nastalim potrebama i odlukama CIPM-a, djelujući u ime država članica Dogovora o metru.

5.2 BIPM kao ustanova

BIPM je veoma malena ustanova, ali njegov utjecaj i pomoć koju daje NMI-ima ipak je prilično velik. Veliku važnost koju pridaju ravnatelji NMI-a uslugama BIPM-a pokazuju odgovori na pitanja koja su poslana ravnateljima u prosincu 2001. godine (vidi dodatak 3.). Ugled BIPM-a u organizacijama izvan kruga NMI-a također je velik kako je pokazano u studiji KPMG-a o gospodarskim koristima od CIPM MRA, a navode se u poglavlju 4.3 ovoga izvješaja.

BIPM treba imati svoje visokokvalificirano znanstveno osoblje kako bi mogao osigurati usluge koje služe NMI-ima, tj. usporedbe, umjeravanja, prijenos tehnologija, potporu savjetodavnim odborima, BIPM-ovu mrežnu stranicu, baze podataka o ključnim usporedbama BIPM-a, domaćinstvo za gostujuće radnike itd. te na njega treba gledati kao na globalnu međuvladinu organizaciju u području mjeriteljstva i on tako mora moći djelovati. On može tako djelovati jer i sam obavlja program znanstvenog rada u svojim laboratorijima za što je u biti preduvjet posjedovanje visokostručnoga znanstvenog osoblja. Takav je program također potrebno imati kako bi se privuklo i zadržalo visokostručno osoblje te da bi se privukli na kratkotrajni rad posjetitelji iz NMI-a. Odabir je programa važan jer mora osigurati bitne temeljne sposobnosti mjeriteljskog laboratorija i poticati jednako bitna sinergijska djelovanja u institutu.

U bilo kojemu području rada u BIPM-u rijetko postoje više od tri znanstvena člana osoblja, ali je to dostatno da se osigura da (a) oni budu visokog kalibra i (b) da održavaju tijesne kontakte s kolegama u NMI-ima. Kako ti članovi osoblja mogu održati zadovoljavajuću znanstvenu vjerodostojnost da bi se smatrali parovima svojim kolegama u NMI-ima i drugim organizacijama, oni su prema tomu mjerodavni da osiguravaju sve naprijed spomenute usluge.

Kad se gleda sa stajališta njihova doprinosa svjetskoj znanosti, znanstveni rad BIPM-a može u određenim prilikama imati znatan utjecaj. Međutim to nije njegova primarna svrha. Njegov je glavni cilj održavanje znanstvene mjerodavnosti osoblja u njegovu radu na poboljšavanju mjernih etalona (posebno putujućih i prijenosnih etalona), a to se radi do visokoga stupnja.

U prošlosti većinu su znanstvenog osoblja BIPM-a činili stalni zaposlenici koji su provodili veći dio svoje karijere u BIPM-u. To je bio slučaj u i većini nacionalnih laboratorija. Međutim uvođenjem položaja pridruženog suradnika na istraživanju 1980. godine, BIPM može privući

osoblje višeg kalibra za kraća razdoblja od dvije do tri godine. Šest suradnika na istraživanju u BIPM-u trenutačno predstavlja oko 20 % ukupnoga profesionalnog znanstvenog osoblja.

U budućnosti se može predvidjeti rast broja takvih kratkoročnih imenovanja koje u velikoj mjeri podupiru NMI-i, u tome bi slučaju rad koji se obavlja trebao biti u skladu s odgovarajućim nacionalnim programima. Doista postoji mogućnost da se novi programi u kemiji i bioanalizi koji se ovdje predlažu pokrenu sa suradnicima na istraživanju koje podupiru neki NMI-i. Slično bi se mogla iskoristiti prilika za pokretanje rada na vatnoj vagi i izračunljivom kapacitetu.

Pod uvjetom da postoji zadovoljavajuća jezgra stalnog osoblja, poticanje novih programa ili proširenje postojećih na temelju kratkoročnih imenovanja ima određene prednosti u tome što se na početku ne stvaraju dugoročne obveze te što se u kraćemu razdoblju mogu dobiti stručnjaci više razine kad takvi ljudi ne žele trajno doći u BIPM.

5.3 Program rada i financiranje BIPM-a

Kako se predviđalo Izvještajem CIPM-a o nacionalnim i međunarodnim potrebama koje se odnose na mjeriteljstvo iz 1998. godine i u vrijeme 21. CGPM-a 1999. godine, od 1999. godine znatno se povećalo radno opterećenje BIPM-a. Kao odgovor na primjenu MRA započete su mnoge nove djelatnosti; započeo je novi laboratorijski rad u kemiji te se preko sporazuma i novih kontakata s drugim međunarodnim organizacijama znatno povećao ugled BIPM-a u mjeriteljskome svijetu.

U vrijeme 21. CGPM-a također je bilo predviđeno da zadržavanje financija na razini izglasovanoj za razdoblje od 2001. do 2004. godine, koje je realno bilo isto kao i za razdoblje od 1997. do 2000. godine, nakon 2004. godine ne bi bilo dostatno za održavanje svih tih djelatnosti. U to je vrijeme utvrđeno da će se 22. CGPM u 2003. godini suočiti s odlukom ili da poveća doprinose BIPM-u u većemu iznosu ili da prihvati znatnije smanjenje djelatnosti BIPM-a.

Pri pripremi prijedloga koji se nalaze u programu rada i proračunu za 22. CGPM, CIPM je uzeo u obzir sljedeće:

- program rada laboratorija koji je prihvatio 21. CGPM
- mnoge usluge koje pruža BIPM svojom znanstvenom stručnošću
- dodatni rad koji proizlazi iz CIPM MRA, tj. KCDB, JCRB, informatičku tehniku i sustav kakvoće BIPM-a
- nove djelatnosti koje se odnose na druge međunarodne organizacije, WHO, WMO i JCTLM i usklađivanje pomoći zemljama u razvoju
- trajno povećanje potrebe za međunarodnim djelovanjem u mjeriteljstvu, u novim područjima, posebno u kemiji, bioanalizi i medicini
- sve važniju ulogu BIPM-a u predstavljanju i promicanju svjetskog mjeriteljstva
- odgovore ravnatelja NMI-a na dva upitnika koja se odnose na usluge koje pruža BIPM i raspravu iz travnja 2002. na sastanku ravnatelja
- zaključke izvještaja o mogućemu gospodarskom utjecaju CIPM MRA koji je sastavio KPMG
- velike napore koje je BIPM već učinio na upravljanju svojim poslovima na što je moguće gospodarniji način i uporabi doprinosa na troškovno najdjelotvorniji mogući način
- nemogućnost održavanja svih tih djelatnosti nakon 2004. godine s postojećim doprinosima.

Na temelju razmatranja u ovome izvještaju o razvojnim potrebama mjeriteljstva u trgovini, industriji i društvu te uloge BIPM-a CIPM je preporučio program i proračun za BIPM za razdoblje od 2005. do 2008. godine. On je predložen vladama država članica Dogovora o metru u dva dokumenta: prvo u pozivu za 22. konferenciju za utege i mjere (Pariz, od 13. do 17. listopada 2003. (27)) koji je poslan državama članicama u listopadu 2002. i potom u dokumentu pod naslovom "Program rada i proračun BIPM-a za razdoblje od 2005. do 2008. godine" poslan državama članicama u travnju 2003.

Glavni su elementi predloženoga programa rada:

- Masa: čuvanje i prenošenje jedinice mase, uključujući razvoj vage, vaganje u zraku i u vakuumu, gustoću zraka, svojstva etalona mase i sudjelovanje u međunarodnome projektu o Avogadrovoj stalnici u BIPM-u.
- Vrijeme: izračun, prenošenje i razvoj vremenskih ljestvica TAI i UTC, uključujući istraživanja metoda prijenosa vremena i referentne sustave prostor/vrijeme te umjeravanje prijamnika za prijenos vremena.
- Duljina: mjerenje frekvencije laserskih etalona u vidljivome području uporabom femtosekundnoga češlja u odnosu na atomske mikrovalne frekvencijske etalone BIPM-a; proučavanje svojstava femtosekundnih češljeva (do 2006.), linijskih ljestvica i optičkih interferometara za nanomjeriteljstvo i druge svrhe (vatna vaga i izračunljivi kapacitet).
- Elektricitet: održavanje i razvoj primarnih električnih etalona za volt, om i farad na temelju BIPM-ova Josephsonova i kvantnog Hallova referentnog etalona s konstrukcijom referentnog etalona izračunljiva kapaciteta; međunarodne usporedbe i umjeravanja, sudjelovanje u projektu vatne vage.
- Ionizacijsko zračenje: održavanje etalona kao međunarodnoga referentnog etalona za većinu nacionalnih usporedba u dozimetriji, a posebno za sekundarne dozimetrijske etalonske laboratorije (SSDL) kojima upravlja Međunarodna agencija za atomsku energiju (IAEA); održavanje i razvoj Međunarodnoga referentnog sustava za radionuklide, umjeravanja i dozimetriju.
- Kemija: razvoj programa plinskih etalona s održavanjem i razvojem ozonskih etalona kao međunarodnih referencija za većinu nacionalnih ozonskih etalona koji čine temelj za nacionalne, regionalne i globalne zemaljske mreže nadzora nad ozonom; mali program u organskoj analizi, posebno međunarodni program organski čistih supstancija referentnih tvari s primjenom u BIPM-u izravnih analitičkih metodologija.
- Gravimetrija: periodične usporedbe apsolutnih mjerila sile teže i održavanje BIPM-ove mreže sile teže u suradnji s Međunarodnom unijom za geofiziku i geodeziju (IUGG).

Taj program rada omogućit će BIPM-u da zadovolji svoje odgovornosti utvrđene naprijed opisanom ulogom. To omogućuje nužna sinergijska djelovanja između različitih djelatnosti kako bi se osigurao čvrst znanstveni temelj na kojemu se mogu djelotvorno pružati usluge NMI-ima. Više pojedinosti o tome programu dano je u dokumentu "Program i proračun BIPM-a za razdoblje od 2005. do 2008. godine" koji je razaslan državama članicama u 2003. godini. Taj se program razlikuje od onoga koji se trenutačno provodi na temelju određenih promjena koje je 2002. godine proveo BIPM. Te su promjene opisane u dodatku 5.

6 Zaključci i preporuke CIPM-a

Na temelju podataka koji se odražavaju u poglavljima 2. do 5. te na temelju podataka dobivenih iz upitnika i rasprava s ravnateljima NMI-a država članica CIPM je na svojem sastanku u listopadu 2002. godine dogovorio sljedeće zaključke i preporuke:

Opći zaključci i preporuke

- Uklanjanje necarinskih zapreka trgovini visoko je na političkome dnevnom redu zemalja, te zahtijeva međunarodno priznavanje sljedivosti i usporedivosti rezultata umjeravanja, mjerenja i ispitivanja.
- Industriji visokih tehnologija potrebna su točna mjerenja koja katkad zahtijevaju potpuno nove koncepcije mjernih etalona i umjernih instalacija kao što su nanomjeriteljstvo, femto-sekundni etaloni i etaloni koji se temelje na kvantnoj fizici zajedno s širokom primjenom tehnoloških podataka.
- Međunarodno priznata sljedivost i usporedivost prijeko je potrebna u svim područjima trgovine, industrije i društva, uključujući nova područja kao što su mjerenja u područjima koja se odnose na okoliš, hranu, zdravstvenu skrb, protudopinške mjere i sudsku medicinu.
- Kako bi se obuhvatile sve potrebe trgovine, industrije i društva, uspostavili pravi prioriteti i uključili svi raspoloživi stručni kapaciteti trebaju se uspostaviti i već su uspostavljene nove mreže i zajednički odbori s odgovarajućim organizacijama kao što su Povjerenstvo za Codex Alimentarius, IFCC, ILAC, WADA, WHO, WMO, WTO i druge, pri čemu treba pojačati postojeću dugotrajnu suradnju s ISO/IEC-om, OIML-om i drugima.
- Za privremenu i usklađenu primjenu pouzdanih i međunarodno prihvaćenih mjerenja u različitim sektorima trgovine, industrije i društva potrebna je mnogo tješnja suradnja između tijela na globalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini.
- U slučajevima gdje NMI ne može obuhvatiti sva područja mjerenja koja su potrebna u zemlji, trebalo bi ozbiljno razmotriti mogućnost da se ovlaste drugi instituti u zemlji čiji sveukupni rad usklađuju NMI-i koji mogu preuzeti odgovornost za jednu ili više specificiranih veličina i mjernih područja.
- Gdje je to moguće, potrebna je usklađena potpora za ispravan i pravodoban razvoj mjeriteljskih infrastruktura zemalja u razvoju i tranzicijskih zemalja. Osnovan je zajednički odbor za usklađivanje pomoći zemljama u razvoju u mjeriteljstvu, akreditaciji i normizaciji (JCDC-MAS) koji okuplja BIPM, IAF, IEC, ILAC, ISO, ITU, OIML i UNIDO, a treba pomagati u procesu razvoja i usklađivanja različitih programa pomoći spomenutim zemljama.
- Istraživanja o gospodarskome i društvenome utjecaju nacionalnih mjernih etalona i primarnih potvrđenih referentnih tvari "koje odgovaraju potrebi i svrsi", koja se provode u velikome broju država dokazuju da ulaganja vlada u tome sektoru spadaju u najbolja ulaganja s velikom stopom gospodarske i društvene dobiti.
- Sporazum o međusobnome priznavanju CIPM-a čiji je cilj međunarodno priznavanje nacionalnih mjernih etalona i potvrda o umjeravanju i mjerenju koje izdaju nacionalni mjeriteljski instituti država članica Dogovora o metru i pridruženih zemalja i gospodarstva ključni je čimbenik u procesu smanjena necarinskih zapreka trgovini te djeluje na veoma gospodaran i isplativ način.

- Međunarodno i globalno usklađivanje u okviru Dogovora o metru neizbježno je za postizanje djelotvornog i učinkovitog dugoročno stabilnoga globalnog mjernog sustava koji može obuhvatiti sve potrebe trgovine, industrije i društva koji se odnosi na sljedivost i usporedivost mjerenja i ispitivanja.

BIPM

- BIPM kao izvršno tijelo Dogovora o metru treba imati status i sredstva za obavljanje svojih zadaća kao žarište znanstvenog i industrijskog mjeriteljstva u svijetu.
- BIPM mora i nadalje ostati odgovoran za trajno posuvremenjivanje i prenošenje Međunarodnog sustava jedinica i, gdje to zasad nije izvedivo, osigurati druge prikladne i međunarodno prihvaćene referencije; on mora ostati čuvar međunarodne pramjere kilograma te uspostavljati i prenositi međunarodno atomsko vrijeme i usklađeno svjetsko vrijeme. Nadalje će BIPM održavati nekoliko bitnih laboratorija koji su važni NMI-ima, zbog čega je potreban temelj za održavanje zadovoljavajuće stručnosti njegova osoblja kako bi mogli govoriti o mjeriteljstvu, djelovati u mjeriteljstvu i usklađivati mjeriteljstvo u ime globalne zajednice.
- BIPM će i dalje organizirati usporedbe i pružati odgovarajuće usluge i besplatan prijenos praktičnih znanja NMI-ima država članica u onim područjima u kojima on obavlja ima laboratorijske djelatnosti.
- Na temelju zaključka da budući financijski izvori neće biti dostatni za obavljanje svih tekućih aktivnosti i za razvoj bitnih novih aktivnosti, CIPM je na temelju ponovnog vrednovanja prioriteta proveo neke promjene u okviru aktivnosti BIPM-a. To uključuje prekid djelatnosti u fotometriji i radiometriji te zbog toga u laserskim mjerenjima i započinjanje nekoliko neodgovodivih novih aktivnosti, uključujući dodatno globalno usklađivanje projekata, dodatnu potporu BIPM-ovoj bazi ključnih usporedba i laboratorijskome radu u području organske kemije i nekim temeljnim mjeriteljskim pokusima (vidi dodatak 5.)

Preporuke državama članicama

- CIPM preporučuje vladama država članica da daju i održavaju zadovoljavajuću financijsku potporu svojim nacionalnim mjeriteljskim infrastrukturama, uključujući važno područje mjeriteljstva u kemiji, s primjenama u mnogim sektorima trgovine, industrije i društava te da BIPM-u stave na raspolaganje potrebna financijska sredstva kako se zahtijeva nacrtom rezolucije J predočene na 22. CGPM-u kako bi se stvorio i održao čvrst globalni temelj za trenutačnu i dugoročnu djelotvornu međunarodno priznatu sljedivost i usporedivost.
- CIPM preporučuje vladama država članica da odobre zadatke i odgovarajući proračun za BIPM kako je prikazan na 22. općoj konferenciji za utege i mjere u listopadu 2003. godine.

Dodatak 1.

Nacionalna i međunarodna mjeriteljska infrastruktura

Napomena: ovo je posuvremenjena verzija odgovarajućega teksta koji se izvorno pojavio 1998. godine u izvješčaju CIPM-a o nacionalnim i međunarodnim potrebama mjeriteljstva, uključujući najnovije poželjne prilagodbe.

1.1 Nacionalni mjeriteljski instituti i regionalne mjeriteljske organizacije

Nacionalni mjeriteljski instituti (NMI)

U gotovo svakoj državi zakonom se zahtijeva od vlade da preko neke vrste NMI-a osigura uspostavljanje odgovarajućih mjernih etalona.

Uloga je NMI-a ostvarivanje i održavanje nacionalnih mjernih etalona te prenošenje mjernih jedinica s tih etalona na druge etalone i mjerila. Ovisno o razini industrijskog razvoja, potrebama društva, gospodarskoj situaciji i veličini države, ti nacionalni mjerni etaloni su primarni i sekundarni. Temeljni je cilj NMI-a osigurati međunarodno priznatu sljedivost i usporedivost svojim korisnicima koji mogu npr. biti umjerni i mjerni laboratoriji iz industrije, instituta ili državnih. Te ciljeve NMI može postići umjeravanjem korisničkih mjernih etalona i mjernih uređaja ili organizacijom međulaboratorijskih usporedbi u slučajevima kad korisnici imaju svojstvene primarne etalone. Sve više usluga NMI-a uključuje isporuku primarnih referentnih tvari koje su opisane i kojima je vrijednosti dodijelio NMI.

Ako se uzima u obzir noviji razvoj mjeriteljstva koje danas također obuhvaća područja kemije i biotehnologije, uključujući njihove primjene u mjerenjima u područja okoliša, zdravstvene skrbi, ispitivanju hrane, sudskoj medicini, drogama i protudopingu važno je da nacionalni mjeriteljski instituti surađuju sa svim uključenim stranama.

U mnogim slučajevima NMI ne može sam uspostaviti mjeriteljske aktivnosti u svim tim novim područjima mjeriteljstva. U tome se slučaju strogo preporučuje da NMI ili vlada koja ga je osnovala ovlasti druge institute za održavanje nacionalnih mjernih etalona i odgovarajućih umjernih instalacija za jednu ili više veličina i mjernih područja. Ti se "ovlašteni" instituti tada trebaju pridružiti u odgovarajućim aktivnostima odgovarajućim međunarodnim organizacijama bez obzira na to jesu li to RMO-i, BIPM ili odgovarajući savjetodavni odbor. Naravno, ti ovlašteni instituti također trebaju ispunjavati sve zahtjeve koji se očekuju od samog NMI-a, uključujući uvođenje sustava kakvoće koji se temelji na normi ISO/IEC 17025, bez obzira na to jesu li akreditirani ili se ocjenjuju na temelju uzajamnih posjeta, te punu suradnju u međunarodnim istraživanjima i ključnim i dopunskim usporedbama.

Jednomu središnjem NMI-u daje se prednost iz nekoliko razloga: to su najveći sinergijski učinak i djelotvornost, razvidnost te međunarodni ugled i priznavanje. U mnogim državama međutim to iz povijesnih razloga nije slučaj. Posebno u nekoliko manjih država postoje decentralizirani NMI-i koji se sastoje od suradnje između NMI-a i jednog ili više umjernih laboratorija sa sveučilišta, drugih nacionalnih ustanova ili vladinih organizacija ili katkad čak privatnih tvrtka.

Premda takav decentralizirani sustav može biti djelotvoran, potrebno je na zadovoljavajući način osigurati jamstvo kontinuiteta te poštenu gospodarsku utakmicu u slučaju komercijalnih tvrtka koje u određenome području mjeriteljstva igraju ulogu NMI-a.

Prednost se daje sukladnosti sustava kakvoće s normom ISO/IEC 17025 (12), koji se po potrebi dopunjava zahtjevima formuliranim u ISO uputama 34 (29) i 35 (30) u slučaju isporuke CRM-a, dok će se u većini slučajeva od odgovarajućega tijela koje je potpisnik ILAC MRA zahtijevati akreditacija ovlaštenih instituta.

Znatan broj samih NMI-a (oko 50 %) akreditiran je ili planira postati akreditiran. U mnogim zemljama/gospodarstvima vlade također zahtijevaju od NMI-a da svoju mjerodavnost dokažu akreditacijom svojih laboratorija.

Prošlih nekoliko desetljeća NMI-i su tijesno surađivali sa svojim nacionalnim akreditacijskim tijelima u akreditiranim umjernim laboratorijima iz industrije, instituta i vlade. NMI zajedno s akreditiranim umjernim laboratorijima čini nacionalnu mjeriteljsku infrastrukturu koja je glavna poluga za prenošenje sljedivosti. Za zadovoljavanje društvenih potreba države kojoj pripada NMI može također razmišljati o većoj međunarodnoj suradnji s drugim susjednim NMI-ima na zajedničkom iskorištavanju instalacija i podjeli rada.

S obzirom na potporu razvoju NMI-a, očekuje se da će NMI-i razvijenijih gospodarstva raditi zajedno s BIPM-om u okviru Dogovora o metru i s financijskim ustanovama i razvojnim organizacijama kao što je UNIDO.

Za potpuno međunarodno priznaje mjerodavnosti i pouzdanosti ovlaštenih instituta te sljedivosti i usporedivosti nacionalnih mjernih etalona koje oni održavaju bitno je da ti instituti budu prihvaćeni i međunarodno priznati ulaskom u CIPM MRA preko NMI-a potpisnika. Bitno je prema tomu da država kojoj NMI pripada bude potpisnica Dogovora o metru ili, ako to nije moguće, barem pridružena CGPM-u.

Sve u svemu treba primijetiti da tijekom posljednjih pet godina vlade u cijelome svijetu ulažu velika sredstva za poboljšavanje svojih nacionalnih mjeriteljskih infrastruktura; posebno treba napomenuti da je tijekom posljednjih deset godina globalno u nove mjeriteljske zgrade i njihovo poboljšanje uloženo oko 10⁹ eura.

Regionalna mjeriteljska organizacija (RMO)

Posljednjih je godina znatno proširena uloga i zadaće suvremenog RMO-a. Njemu je osim regionalnog usklađivanja dodijeljena velika količina posla na prijenosu praktičnih znanja, zajedničkome razvoju i istraživanju, zajedničkome iskorištavanju potencijala, osiguranju sljedivosti za NMI-e koji ne posjeduju primarne etalone ili metode itd., ostvarivanje i primjena CIPM MRA. Veliko je opterećenje proizašlo iz zadaća o reviziji izjava o mogućnostima umjeravanja i mjerenja i sustavima kakvoće sviju NMI-a u regiji i onih iz drugih regija, i zahtjevu da se organiziraju regionalne ključne, dopunske i dvostrane usporedbe. Kako bi se olakšale te aktivnosti, predstavnici se RMO-a sastaju u JCRB-u radi rasprave o izjavama o CMC-u i djelovanju CIPM MRA. RMO-i su također povezani s NMI-ima zemalja u razvoju koji imaju nacionalne etalone niže točnosti osiguravanjem sljedivosti i organizacijom usporedba na toj razini. Štoviše, oni usklađuju npr. prijenos praktičnih znanja i školovanje NMI-ima zemalja i gospodarstva u razvoju i onih u tranziciji te mu pružaju potporu. U siječnju 2003. godine djelovali su sljedeći RMO-i: APMP, COOMET, EUROMET, SADCMET i SIM s njihovim podregionalnim organizacijama ANDIMET, CAMET, CARIMET, NORAMET i SURAMET.

1.2 Dogovor o metru

Dogovor o metru međuvladin je ugovor u okviru kojeg se donose službene odluke o mjernim jedinicama i o većini pitanja koja se odnose na svjetski mjerni sustav. Dogovor je potpisan 1875. godine i njime je uspostavljen formalni ustroj u kojemu sada vlade surađuju na tim pitanjima. U ok-

viru Dogovora uspostavljen je, održava se i posuvremenjuje SI kako bi zadovoljio najnoviji znanstveni razvoj i potrebe trgovine, industrije i društva. Francuska je država čuvar toga međuvladina ugovora. Do danas je Dogovor o metru potpisala pedeset i jedna država. Uključene su sve industrijske i glavne države svijeta koje obuhvaćaju oko 90 % svjetskoga GDP-a. Očekuje se da će u bližoj budućnosti znatno porasti broj pridruženih zemalja, posebno manjih, i zemalja u razvoju.

Jednom svake četiri godine države članice šalju delegate na Opću konferenciju. Upravno vijeće (CIPM) djeluje s ovlaštenjem država članica i ima punu odgovornost za nadzor nad BIPM-om i vođenjem njegovih aktivnosti.

CIPM-u pomaže deset savjetodavnih odbora koji rješavanju znanstvena pitanja u svim područjima mjerenja.

Cilj je Dogovora o metru definiranje svjetskoga mjernog sustava, SI jedinica i nadzor nad njima te ostvarivanje i prenošenje tih jedinica kako bi se zadovoljile sadašnje i buduće potrebe. U suvremenome se svijetu sve više zahtijevaju pouzdana, sljedeća i usporediva mjerenja te se može zahtijevati definiranje novih mjernih veličina, jedinica i odgovarajućih mjernih etalona koje čak izlaze izvan postojećeg SI-a.

CIPM je tijekom svojeg sastanka u listopadu 2001. godine odlučio proučiti taj problem i potražiti korisna rješenja u tijesnoj suradnji s organizacijama uključenim u dotična područja mjerenja kao što su laboratorijska medicina i ispitivanje hrane.

Organizacija Dogovora o metru (vidi sliku na str. 47.)

CGPM

Države članice Dogovora o metru sastaju se svake četiri godine na CGPM-u. CGPM odlučuje o glavnim pitanjima i zadaćama te o proračunu BIPM-a. Na svojem je sastanku u listopadu 1999. godine CGPM odlučio stvoriti novu kategoriju pridružene države ili gospodarstva CGPM-u za one države i gospodarstva koje još ne mogu potpisati Dogovor o metru. Ta je mogućnost posebno važna za zemlje u razvoju za koje su financijski doprinosi Dogovoru o metru još uvijek određeno opterećenje. Države pridružene CGPM-u mogu prisustvovati sastancima CGPM-a, ali nemaju pravo glasa. One su međutim u mogućnosti potpisati Sporazum o uzajamnome priznavanju nacionalnih mjernih etalona i potvrda o umjeravanju i mjerenju CIPM-a koje izdaju nacionalni mjeriteljski instituti (CIPM MRA).

Dosad ima deset država pridruženih CGPM-u. Očekuje se da će u bližoj budućnosti znatno porasti broj pridruženih država.

CIPM

U okviru Dogovora o metru CIPM je upravno tijelo BIPM-a koje djeluje u ime država članica Dogovora o metru. On priprema sastanke CGPM-a koji se održavaju barem jednom svakih šest godina. Tijekom posljednjih desetljeća CGPM se sastajao svake četiri godine. CIPM se brine za odluke koje je donio CGPM i poduzima sve mjere kako bi osigurao ciljeve Dogovora o metru usklađivanjem mjeriteljskih djelatnosti u svijetu i uspostavljanjem suradnje između strana i interesnih skupina ključnih u mjeriteljstvo. CIPM se sastoji od osamnaest članova od kojih je svaki druge nacionalnosti. Ravnatelj BIPM-a po službenoj je dužnosti član CIPM-a.

Na svojim najnovijim sastancima CIPM je između ostalog odlučivao o sljedećim pitanjima:

- da se pokrene istraživanje, uključujući i upitnike ravnateljima NMI-a, koje bi dovelo do novog izvještaja za 22. CGPM

- da se istraži položaj BIPM-a kao globalne jezgre i glasnogovornika u području mjeriteljstva te da se ta organizacija pripremi za potrebe društva sada i u budućnosti u svijetu koji se ubrzano razvija
- da se proširi djelokrug BIPM-a pokretanjem odsjeka kemije koji je sada uspostavljen u tijesnoj suradnji s primarnim ozonskim etalonima NIST-a koji će činiti temelj za mjerenja ozona koja osigurava Globalni program promatranja atmosfere (Global Atmospheric Programme, GAW) WMO-a
- da potpiše MoU s ILAC-om
- da potpiše MoU s WHO-om
- da potpiše MoU s WMO-om
- da uspostavi novu aktivnost koja se odnosi na sljedivost u laboratorijskoj medicini, koja je privremeno nazvana JCTLM
- da surađuje s drugim međunarodnim organizacijama na uspostavljanju JCDCMAS-a.

BIPM

BIPM je središte svjetskog mjeriteljstva i izvršna poluga Dogovora o metru. Ima laboratorije i urede u Sèvresu. O njegovu programu i financiranju raspravlja se u 5. poglavlju ovog izvještaja i u sazivu 22. CGPM-a koji će se održati u listopadu 2003. godine.

Sastanci ravnatelja NMI-a

Kao sredstvo za poboljšavanje komunikacija između BIPM/CIPM-a i ravnatelja NMI-a, uvedeni su godišnji sastanci na koje se pozivaju ravnatelji i članovi CIPM-a te članovi višeg osoblja BIPM-a. Znanstveni i tehnološki odjeli, globalizacija trgovine i industrije te povećana i proširena važnost pouzdanih i usporedivih mjerenja u svim sektorima društva zahtijevaju brzu, snažnu i pažljivu politiku i procese donošenja odluka. Snažna suradnja između samih NMI-a i između NMI-a i mnogih drugih organizacija uključenih u umjeravanja zahtijeva redovita savjetovanja. Štoviše, češći će kontakti između ravnatelja NMI-a i BIPM-a olakšati usklađivanje usluga koje pruža BIPM na temelju potreba NMI-a. Ti kontakti dovest će do boljeg i redovitoga prijenosa stručnih znanja, poboljšanja kakvoće usluga i brzih rješenja problema koji iz njih nastaju.

Savjetovadni odbori (CC)

Počevši od 1927. godine CIPM je stvorio niz savjetodavnih odbora koji povezuju svjetske stručnjake u specifičnim područjima kao savjetnike na znanstvenim i tehničkim pitanjima. Među zadacima CC-a podrobna su razmatranja napretka u znanosti koji utječe na mjeriteljstvo, priprema preporuka za raspravu u CIPM-u, istraživanje međunarodnih usporedba mjernih etalona i pružanje savjeta CIPM-u u znanstvenome radu u laboratorijima BIPM-a. Broj CC-a i njihov djelokrug stalno se prilagođuju kako bi ispunjavali potrebe NMI-a i društva.

Trenutačno postoji deset CC-a koji rade u područjima:

- Elektriciteta i magnetizma (CCEM)
- Fotometrije i radiometrije (CCPR)
- Termometrije (CCT)
- Duljine (CCL)
- Vremena i frekvencije (CCTF)
- Ionizacijskog zračenja (CCRI), koje se sastoji od triju sekcija
- Jedinica (CCU)
- Mase i srodnih veličina (CCM)

- Količine tvari, mjeriteljstva u kemiji (CCQM)
- Akustike, ultrazvuka i vibracija (CCAUV).

U CCM, osim mase, uključene su i djelatnosti koje se odnose na silu, tlak, gustoću, tvrdoću, protok fluida i ubrzanje sile teže. Nadalje u novije je vrijeme uspostavljena *ad hoc* radna skupina za viskoznost.

Većina CC-a ima jednu ili više radnih skupina koje se bave posebnim specijalističkim područjima. Naprimjer, CCQM uspostavio je sedam radnih skupina o organskoj analizi, neorganskoj analizi, analizi plina, elektrokemijskoj analizi, bioanalizi, analizi površina i ključnim usporedbama.

Kao rezultat primjene CIPM MRA znatno su porasle uloga i zadaće savjetodavnih odbora. Međunarodne usporedbe, tzv. ključne usporedbe, sada se redovito organiziraju za gotovo sve mjerne veličine. Zadaća je CC-a organizirati te ključne usporedbe, validirati metode, vrednovati rezultate i dogovoriti se o konačnim rezultatima i zaključcima. Nadalje, CC je odgovoran za kritički pregled rezultata regionalnih ključnih usporedba te drugih odgovarajućih dvostranih usporedba. U mnogim slučajevima stručnjaci CC-a također su uključeni u usklađivanje kategorija CMC-a koje ostvaruju i nude NMI-i. Oni štoviše mogu pregledavati CMC-e koje iskazuju NMI-i koje treba objaviti u dodatku C CIPM MRA.

U usporedbi s razinom djelatnosti od prije pet godina radno je opterećenje CC-a višestruko povećano. Te nove proširene zadaće zahtijevaju tijesnu suradnju s RMO-ima.

Kako bi se osigurala dobra suradnja sa svim NMI-ima i RMO-ima kritički je pregledan sastav CC-a. Posebno, pristupanjem većega broja promatrača CC-ima moguće je uključiti sve RMO-e. Fleksibilan pristup politici za radne skupine CC-a omogućuje NMI-ima zemalja i gospodarstva u razvoju pridruženih Općoj konferenciji da sudjeluju u djelatnostima CC-a te da barem mogu učiti što se događa.

Zbog većih aktivnosti CC-a (više ključnih usporedba i istraživanja, više radnih skupina CC-a i prema tomu više sastanaka) BIPM te posebno voditelji odsjeka koji djeluju kao izvršna tajništva CC-a zajedno s osobljem koje pruža podršku mnogo su više opterećeni nego prije. U usporedbi sa stanjem od prije deset godina prosječni broj sastanaka savjetodavnih odbora i njihovih radnih skupina barem je udvostručen, ako ne i utrostručen.

Zajednički odbori

Zajednički odbori s drugim organizacijama dopunjuju organizacijsku strukturu u okviru Dogovora o metru. Ovdje navodimo JCGM s njegove dvije radne skupine, jedna za VIM, a druga za GUM. U JCGM-u BIPM surađuje s IEC-om, IUPAP-om, IUPAC-om, IFCC-om, ISO-om i OIML-om.

U novije je vrijeme u suradnji s IFCC-om, ILAC-om i drugim interesnim skupinama pokrenuta nova aktivnost koja se odnosi na sljedivost u laboratorijskoj medicini koja je privremeno nazvana JCTLM.

Također je uspostavljen novi JCDCMAS.

U CODATA BIPM sudjeluje s drugim znanstvenim organizacijama u definiranju i dodjeli vrijednosti temeljnih stalnica.

BIPM surađuje s Međunarodnom astronomskom unijom (IAU) u radnoj skupini o relativnosti za nebesku mehaniku, astrometriju i mjeriteljstvo (RCMAM).

Očekuje se da će u budućnosti biti osnovano više zajedničkih odbora.

Dodatak 2.

Sporazum o uzajamnome priznavanju CIPM-a (CIPM MRA)

Kao posljedica akreditacije laboratorija i međunarodnih trgovinskih sporazuma uspostavljenih tijekom devedesetih godina dvadesetog stoljeća, počela se osjećati potreba da hitno počne funkcionirati razvidan i pouzdan sustav koji se odnosi na pouzdanost i usporedivost nacionalnih mjernih etalona država koji su izvori sljedivosti za sva umjeravanja i mjerenja. Kad se u zemljama ne bi moglo uspostaviti povjerenje u osnovne etalone za mjerenja i ispitivanja, veoma je mala vjerojatnost da bi se postiglo međunarodno povjerenje u rezultate mjerenja i ispitivanja koja provodi industrija, trgovci, tijela koja donose propise i druge ustanove.

Ta su razmatranja dovela do stvaranja međunarodnog sporazuma koji se bavi tim pitanjima u okviru Dogovora o metru.

Tijekom sastanka CGPM-a u listopadu 1999. godine ravnatelji NMI-a 38 država i pridruženih država Dogovora o metru zajedno s dvije druge međunarodne organizacije (IAEA i IRMM Europske unije) potpisali su CIPM MRA.

Do kraja 2002. godine CIPM MRA potpisali su ravnatelji pedeset dviju država članica i pridruženih država i gospodarstva i dviju međunarodnih organizacija čime se ukupni broj potpisnika popeo na pedeset četiri.

Iza potpisnika NMI-a može se spomenuti popis ovlaštenih instituta koji imaju odgovornost za određene definirane nacionalne etalone i mjerna područja te odgovarajuće instalacije za umjeravanje i mjerenje.

Ciljevi su CIPM MRA:

- uspostavljanje stupnja istovrijednosti nacionalnih mjernih etalona koje održavaju NMI-i
- osiguranje uzajamnoga priznavanja potvrda o umjeravanju i mjerenju koje izdaju NMI-i
- osiguranje time vladama i drugim stranama sigurnih tehničkih temelja za šire sporazume koji se odnose na međunarodnu trgovinu, trgovačke i regulatorne poslove.

Ti se ciljevi postižu na sljedeći način:

- međunarodnim usporedbama mjerenja koja se nazivaju ključnim usporedbama
- dopunskim međunarodnim usporedbama mjerenja
- sustavima kakvoće i dokazima mjerodavnosti NMI-a.

Rezultat CIPM MRA objavljuje se u obliku izjava o sposobnostima umjeravanja i mjerenja svakog NMI-a i ovlaštenog instituta u bazi podataka koju održava BIPM i koja je dostupna javnosti na mrežnoj stranici (31).

Glavni su dijelovi baze podataka: dodatak B u kojemu se nalaze svi rezultati ključnih usporedbi i dopunskih usporedbi, i dodatak C, gdje se navode CMC-i NMI-a koji sudjeluju u CIPM MRA.

Organizacijska se struktura odgovorna za uspostavljanje i održavanje CIPM MRA temelji na:

- potpunome usklađivanju BIPM-a u okviru CIPM-a koji je sam pod vlašću država članica Dogovora o metru

- odgovornosti CC-a CIPM-a, RMO-a i BIPM-a za obavljanje ključnih i dopunskih usporedba
- odgovornosti JCRB-a za analizu i prenošenje podataka u bazu za sposobnosti umjeravanja i mjerenja koje su iskazali NMI-i (dodatak C).

Baza podataka, koja stalno raste, već sadržava nekoliko desetaka tisuća pojedinačnih CMC-a koji obuhvaćaju gotovo sva područja mjerenja.

Zajednički odbor regionalnih mjeriteljskih organizacija i BIPM-a, JCRB

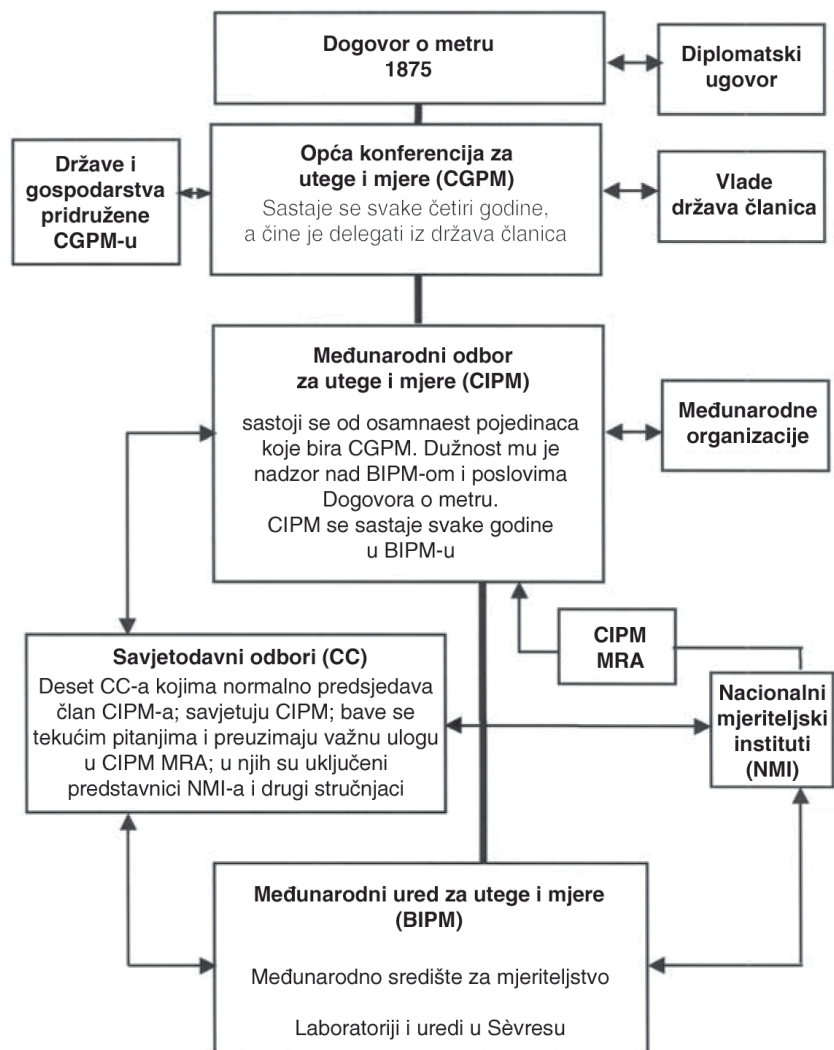
JCRB ovlašten je za:

- usklađivanje djelatnosti između RMO-a u uspostavljanju povjerenja za priznavanje potvrda o umjeravanju i mjerenju u skladu s uvjetima MRA
- pružanje savjeta o politici RMO-ima i CIPM-u o provedbi MRA
- analizu zahtjeva RMO-a na temelju kriterija MRA
- analizu i unošenje u dodatak C prijedloga svakog RMO-a koji se odnose na sposobnosti umjeravanja i mjerenja njihovih članova NMI-a i izvještavanje CIPM-a
- olakšanje odgovarajućih međuregionalnih dopunskih usporedba
- pisanje godišnjih izvještaja o aktivnostima zajedničkog odbora CIPM-u i potpisnika MRA.

Trenutačno se JCRB sastaje dvaput godišnje; on je pokazao da može učiniti veliki napredak i uspostaviti povjerenje između svih RMO-a i NMI-a sudionika.

Glavna se pitanja iz plana JCRB-a odnose na ispravnu i djelotvornu organizaciju djelatnosti u okviru MRA, planiranje i fino usklađivanje srodnih djelatnosti RMO-a, razmatranja i usklađivanja načina na koji odgovarajući RMO prosuđuje sustave kakvoće NMI-a i na kojima se gradi uzajamno povjerenje.

U odnosu na kriterije sustava kakvoće daje se prednost normi ISO/IEC 17025. U slučaju kad NMI nije akreditiran, međunarodni tim može posjetiti NMI kako bi dobio potreban uvid u način na koji se ostvaruje i održava kakvoća i mjerodavnost.



Slika 1. – Organizacija Dogovora o metru

Dodatak 3.

Odgovori na upitnik poslan ravnateljima i zaključci

Uvod

Odgovori na dva upitnika daju dobar uvid u buduća očekivanja NMI-a koja se odnose na razvoj mjeriteljstva i osiguravaju polazište za raspravu o ulozi BIPM-a i budućemu programu te proračunu u pipremi za 22. CGPM. O odgovorima se raspravljalo na sastanku ravnatelja NMI-a 22. i 23. travnja 2002. godine. Ovaj dokument daje sažet prikaz odgovora.

1 Prvi upitnik

Prvi je upitnik bio poslan ravnateljima NMI-a u svibnju 2001. godine. Cilj mu je bilo dobivanje mišljenja ravnatelja prije početka posuvremenjivanja izvještaja iz 1998. godine *Nacionalne i međunarodne potrebe koje se odnose na mjeriteljstvo*. Robert Kaarls, tajnik CIPM-a, sažeo je odgovore u bilješku CIPM-a u listopadu 2001. godine na sljedeći način:

Primljen je dvadeset jedan odgovor od devetnaest država članica i jednog RMO-a.

Odgovori na pitanja:

1. Poglavlje 4. izvještaja CIPM-a iz 1998. godine *Nacionalne i međunarodne potrebe koje se odnose na mjeriteljstvo* smatra se najvažnijim.
2. U novome izvještaju posebna poglavlja treba posvetiti gospodarskomu utjecaju, CIPM MRA, RMO-u i novim primjenama/područjima u mjeriteljstvu.
3. Općenito se predviđa da će s više zadaća rasti i važnost RMO-a. Postoje mješovite vizije s obzirom na više zadaća za JCRB; ne smatra se da ta skupina predstavlja sva stajališta NMI-a; sastanak ravnatelja igra širu ulogu. JCRB treba podupirati njegovu ulogu u području primjene CIPM MRA:
4. Očekuje se da će biti znatan utjecaj tehnološkog i znanstvenog razvoja; spomenute su kvantne pojave, etaloni vremena/frekvencije/duljine, mikroelektronika i optoelektronika, biomolekularna kemija, svojstveni etaloni i primjene svih suvremenih mogućnosti informacijske tehnike (IT).
5. Napredna IT znatno će promijeniti način rada NMI-a, uključujući aspekte koji su daljinski upravljani na terenu umjeravanja i usporedbe, školovanje i prijenos praktičnih znanja, automatizaciju, obradbu slike, analizu oblika itd.
6. Važne promjene i razvoji očekuju se u područjima kao što su kemija, biotehnologija, zaštita zdravlja, okoliš, kriminal, molekularna elektronika, mjerenja u HF i komunikacijama, ispitivanje programske podrške/mjeriteljstva i dinamika mjerenja.
7. Najveća se ulaganja očekuju u kemiji, biotehnologiji, potvrđenim referentnim tvarima i nano-mjeriteljstvu. U manjim zemljama i zemljama u razvoju predviđaju se također znatna ulaganja kako bi se upotpunili nacionalni mjerni etaloni, te sredstva za umjeravanje i školovanje.
8. Većina NMI-a nije mogla odgovoriti na pitanja o gospodarskom i socijalnome utjecaju. Jedan je NMI naznačio da je prosječni povrat od javnih ulaganja 14 % po godini.
9. Prednosni red koji treba utvrditi jasan je iz odgovora na 6. i 7. pitanje.

10. Samo su NIST (Sjedinjene Države) i NPL/DTI (Ujedinjeno Kraljevstvo) objavili svoje izvještaje o gospodarskom i socijalnom utjecaju, a kanadski se izvještaj uskoro očekuje. Danska je objavila određene izvještaje na danskome jeziku.
11. Što se tiče uloge BIPM-a iskazana su mnoga mišljenja, katkad s oprečnim stajalištima. Čini se da neki odgovori naznačuju da bi se BIPM trebao ograničiti na organizaciju, usklađivanje i promicanje mjeriteljstva bez svojih vlastitih znanstvenih/tehnoloških sposobnosti u obliku laboratorija. Općenito se međutim smatra da BIPM treba imati i održavati izvrsnu znanstvenu/tehnološku razinu kako bi imao neosporni, globalni autoritet u području mjeriteljstva. Trebalo bi održavati znanstvene odsjke i laboratorije. NMI-ima manjih država ili država u razvoju trebalo bi pružati više usluga umjeravanja. Ipak ne bi trebalo udvostručivati rad koji se normalno obavlja u većim NMI-ima. Prema tomu, BIPM mora usmjeriti svoje djelatnosti samo na više-manje jedinstven svijet mjernih etalona, jedinstvene prijenosne etalone i primarne referentne tvari, vremenske ljestvice, ionizacijsko zračenje, ključne usporedbe i BIPM-ovu bazu podataka. Od BIPM-a se očekuje više rada na međunarodnome usklađivanju i promidžbi, a često se također spominju pitanja školovanja i prijenosa praktičnih znanja.
12. Većina odgovora pokazuje želju da BIPM barem nastavi pružanje dosadašnjih usluga. Odgovori pokazuju da ni jednoj usluzi ne treba dati prednost. Neki NMI-i misle da umjeravanje za manje NMI-e i NMI-e u razvoju mogu obavljati veći NMI-i u njihovoj regiji. Predviđene su mnoge druge djelatnosti kako je naznačeno u desetoj točki što može izazvati nužne promjene.
13. Svi su NMI-i naznačili da BIPM treba znatno povećati napore za usklađivanje mjeriteljskih djelatnosti međunarodnih organizacija.
14. To pitanje koje se tiče svih drugih novih tema koje treba razmotriti nije dobilo odgovora.

Napomena: U gornji sažetak nije bilo moguće uključiti sve savjete i komentare prikazane u odgovorima NMI-a. Ipak mislimo da taj sažetak obuhvaća najčešće primjedbe. Većina sugestija međutim navedena je u ovome izvještaju.

2 Drugi upitnik

Iz odgovora na prvi upitnik postalo je jasno da njegova pitanja koja se odnose na usluge koje pruža BIPM nisu bila dostatno detaljna kako bi se dobila ona vrsta podataka koja je potrebna za upute za rasprave o njegovu budućem programu. CIPM je prema tomu odlučio na svojem sastanku u listopadu 2001. godine da treba prirediti drugi, detaljniji upitnik. Drugi upitnik bio je poslan u listopadu 2001. Primljena su ukupno trideset tri odgovora, te je dobiven opširan pregled mišljenja ravnatelja.

Drugim se upitnikom od ravnatelja zahtijevalo vrednovanje usluga koje pruža BIPM pod sljedećim naslovima:

- A dvije specifične usluge koje se odnose na masu i vrijeme
- B umjeravanja drugih veličina
- C usporedbe, tekuće ključne i druge, uporabom etalona BIPM-a kao referencija
- D prijenos tehnologije i iskustva
- E istraživanje i razvoj usmjeren na jedinstvene referentne etalone ili tvari i prijenos etalona
- F potpora savjetodavnim odborima i radnim skupinama
- G mrežna stranica BIPM-a

- H baza ključnih usporedba BIPM-a
- I publikacije
- J zastupanje u ime NMI-a drugih međunarodnih organizacija
- K uspostavljanje formalnih veza s drugim organizacijama
- L druge usluge i aktivnosti

Od ravnatelja se tražilo da u skladu sa sljedećom ljestvicom naznače kako rangiraju svaku stavku:

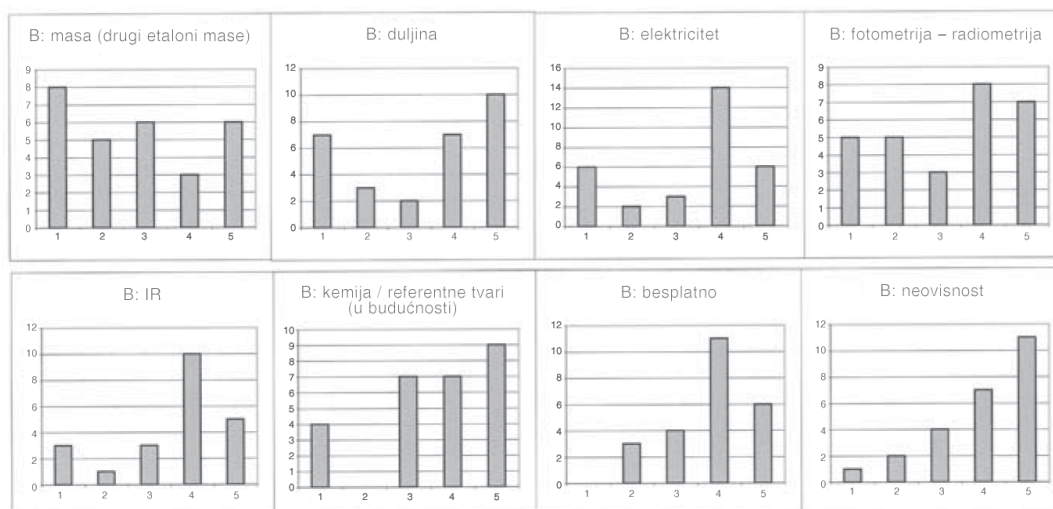
- 1 = nije potrebna/nema vrijednost
- 2 = ograničeno potrebna/ograničena vrijednost
- 3 = poželjna/potrebna/ima dobru vrijednost
- 4 = veoma potrebna/ima visoku vrijednost
- 5 = treba uraditi/veoma vrijedna/jedinstvena

Podrobni rezultati drugoga upitnika prikazani su u:

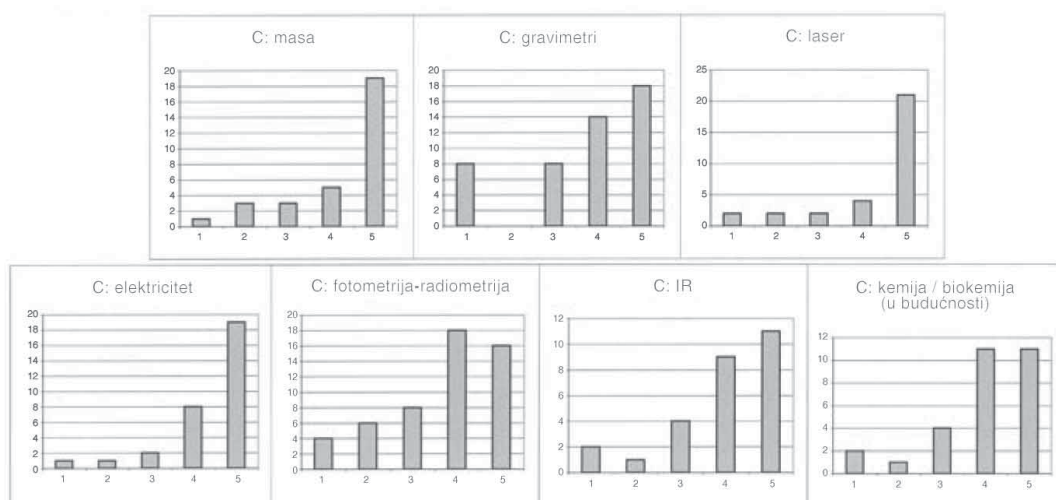
- (a) skupu histograma koji prikazuju pojedinačne odgovore na svako od pitanja; oni prikazuju odgovore na sva B pitanja (o umjeravanju), sva C pitanja (o usporedbama), sva D pitanja (o prijenosu tehnologija), sva E pitanja (o R&D) itd.
- (b) slici koja pokazuje prosječnu oznaku danu svakom laboratoriju za skup pitanja B, C, D i E.

Na histogramu ordinata predstavlja broj odgovora za svaku razinu vrednovanja od 1 do 5 danu kao apscisa.

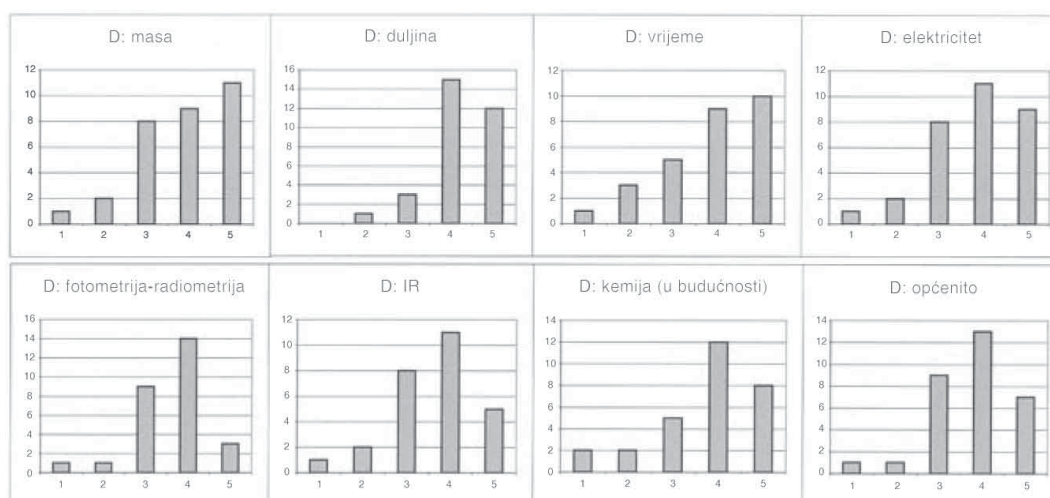
O uslugama A nije bilo ni jedno pitanje, a što se tiče usluga L, zahtijevali su se samo opći dojmovi.



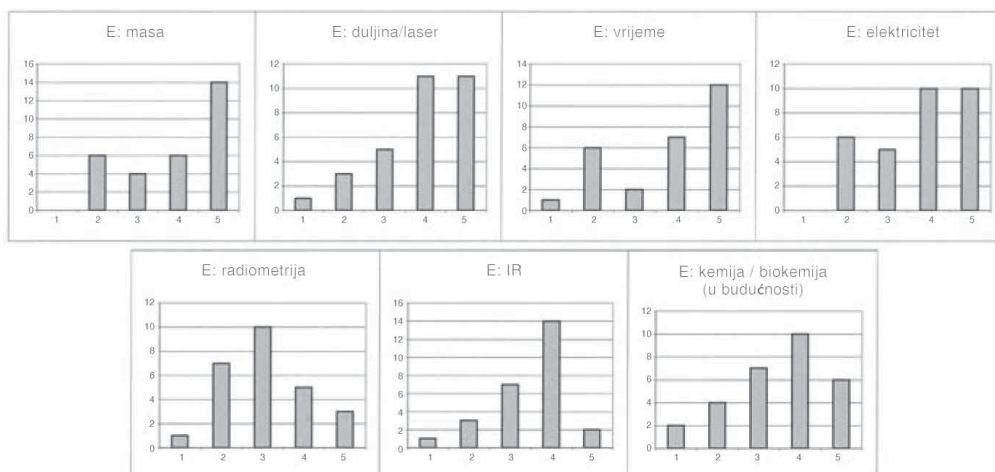
B: Umjeravanja i razlozi za odabir BIPM-a



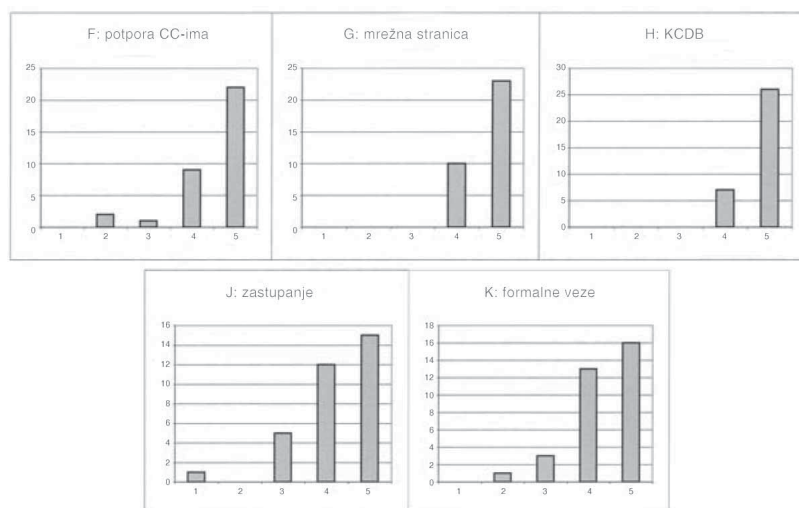
C: Usporedbe



D: Prijenos tehnologija

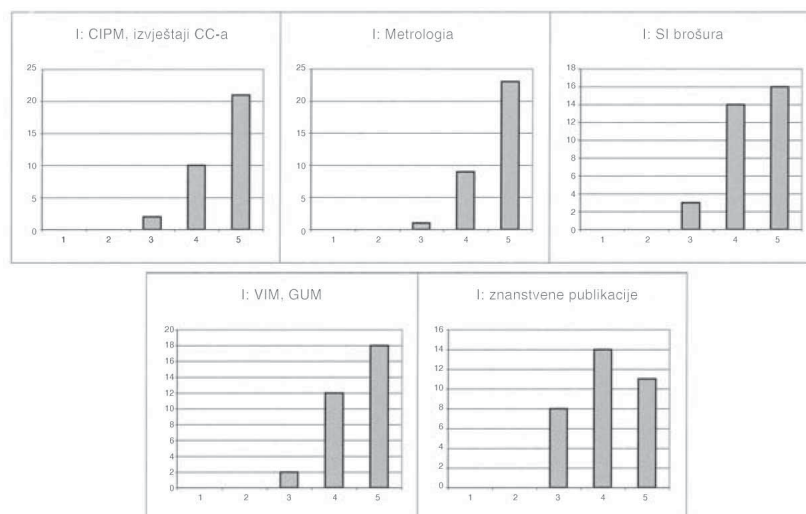


E: Istraživanje i razvoj

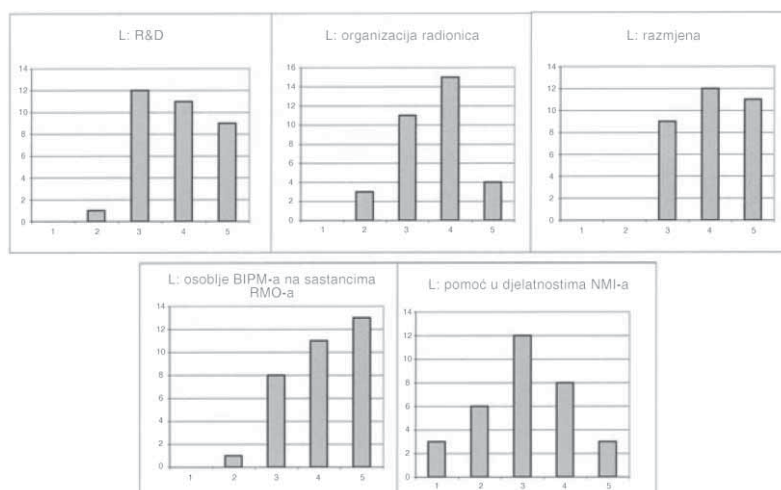


F: Potpora savjetodavnim odborima;

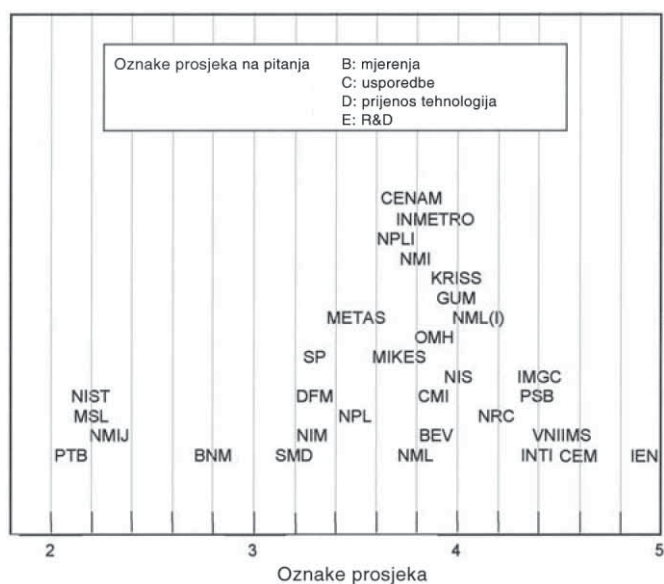
G: Mrežna stranica; H: KCDB; J: Zastupanje; K: Formalne veze



I: Objavljivanje, izvještaji CIPM-a i CC-a, *Metrologia*, SI brošura, VIM i GUM, znanstveni članci



L: Istraživanje i razvoj, organizacija radionica, razmjena osoblja, osoblje BIPM-a na sastancima RMO-a



Oznake prosjeka na pitanja B, C, D i E

Dodatak 4.

1. zaključak 21. CGPM-a

■ Dugoročne potrebe mjeriteljstva

21. opća skupština za utege i mjere

uzimajući u obzir

- 11. zaključak 20. opće skupštine za utege i mjere kojim se zahtijevalo od Međunarodnog odbora da prouči i podnese izvještaj o dugoročnim potrebama mjeriteljstva
- istraživanje koje je dovršeno 1997. godine nakon intenzivnih međunarodnih savjetovanja
- izvještaj koji je nastao kao posljedica toga istraživanja pod naslovom *Nacionalne i međunarodne potrebe zakonskog mjeriteljstva: Međunarodna suradnja i uloga BIPM-a*, koji je Međunarodni odbor 1998. godine poslao vladama zemalja članica,

pozdravlja mnoge odluke koje je donio Međunarodni odbor na temelju toga istraživanja, a posebno:

- postupno širenje područja djelovanja savjetodavnih odbora kako bi se obuhvatila glavna područja mjeriteljstva u kojima je suradnja između nacionalnih mjeriteljskih ustanova važna ne samo u fizici i tehnici nego i u drugim disciplinama kao što su kemija i biotehnologija
- jačanje uloge savjetodavnih odbora i prisutnost promatrača na njihovim sastancima kako bi se omogućilo sudjelovanje više zemalja članica
- naglasak na vrednovanju i objavljivanju stupnja istovrijednosti nacionalnih mjernih etalona zemalja članica i uspostavljanje odgovarajućih sporazuma o međusobnome priznavanju nacionalnih mjernih etalona i potvrda o umjeravanju i mjerenju koje izdaju nacionalne mjeriteljske ustanove
- uvođenje periodičnih sastanaka s ravnateljima nacionalnih mjeriteljskih ustanova zemalja članica
- izjavu Međunarodnog odbora o ulozi BIPM-a u prvim desetljećima 21. stoljeća
- tješnju suradnju BIPM-a s odgovarajućim međunarodnim organizacijama, posebno regionalnim mjeriteljskim organizacijama, Međunarodnom suradnjom na ovlašćivanju laboratorija i Međunarodnom organizacijom za zakonsko mjeriteljstvo
- znatan napredak koji je već ostvario Međunarodni odbor u primjeni svojih odluka,

prima na znanje raspravu u izvještaju Međunarodnog odbora o dugoročnim financijskim obvezama koje se zahtijevaju od zemalja članica

zahvaljuje mnogim organizacijama i pojedincima koji su dali doprinos istraživanju i izvještaju Međunarodnog odbora.

Dodatak 5.

Odluke CIPM-a o budućem programu BIPM-a donesene na sastanku u listopadu 2002.

(Ovaj je dodatak izvadak iz izvještaja sastanka CIPM-a iz 2002.)

O programu i proračunu BIPM-a za razdoblje od 2005. do 2008. godine vodila se široka rasprava. CIPM je razmotrio rezultate savjetovanja s ravnateljima NMI-a (upitnici, sastanak u travnju i odgovori na dokument poslan ravnateljima u lipnju 2002.) o budućem programu i proračunu BIPM-a. Kao posljedica toga CIPM je odlučio provesti neke promjene u programu rada BIPM-a kako bi se suočio s očekivanim padom prihoda i istodobno odgovorio na promijenjene potrebe u mjeriteljstvu. Slijedi sažetak rasprave i zaključaka.

U skladu s pravilima CGPM-a službeni saziv koji sadržava elemente dnevnog reda, uključujući posebno prijedloge CIPM-a za doprinos za iduće četverogodišnje razdoblje, mora se poslati državama članicama barem devet mjeseci prije otvaranja Konferencije. Za 22. CGPM ona se otvara 11. listopada 2003. godine, posljednji je dan za prijam dokumenta prema tomu početak siječnja 2003. godine. U stvari saziv se uvijek šalje krajem prosinca.

Uvod

Članovi CIPM-a i ravnatelji nacionalnih mjeriteljskih instituta obaviješteni su da bi za održavanje svih tekućih djelatnosti BIPM-a u 2005. godini bilo potrebno povećanje od 1,1 milijuna eura (približno 12 % od doprinosa za 2004.) te da bi za održavanje tekućega programa i za ulazak u područje organske kemije, bioanalize i medicine bilo potrebno povećanje od 1,9 milijuna eura (približno 20 % od doprinosa).

Prve su reakcije na te prijedloge iz nekih država članica pokazale da se veoma vjerojatno 22. CGPM ne bi složio da se glasuje o skokovitom povećanju proračuna za godinu 2005. za više do polovice od 1,1 milijun eura potrebnih za održavanje tekućih djelatnosti uvećanog za manji iznos zbog inflacije za tu i iduću godinu. Obaviješteni smo da bi se vjerojatno stavio veto kad bi se za vrijeme Konferencije dao prijedlog za mnogo veće povećanje od toga.*

Razlika između tih procjena i onoga što je traženo bila je dostatno velika da je ured preporučio CIPM-u da na sastanku u listopadu 2002. godine donese strateške odluke o tome kako pritom postupiti a da se to ne bi ostavilo za vrijeme nakon CGPM-a u 2003.

Radi iznošenja konkretnih prijedloga za program rada i proračun postavljana je sljedeća polazišna pretpostavka: od 1. siječnja 2005. godine za tu i iduću tri godine četverogodišnjeg razdoblja od 2004. do 2008. godine provest će se skokovito povećanje od 5 % (0,45 milijuna eura) uvećano za inflaciju od 1,5 %.

* Formalni postupak za prihvatanje doprinosa u Općoj konferenciji zahtijeva da se prihvati bez glasova protiv. Suzdržavanje je dopušteno, ali ako postoji jedan glas protiv, ona propada. Posljedica je zaključka o neprihvatanju doprinosa da doprinos ostaje nepromijenjen. Razlog je tomu što uzastopni zaključci o doprinosu jednostavno preinačuju prethodni. Prema tomu ako predložena preinaka ne uspije, doprinos za posljednju godinu prijašnjeg razdoblja od četiri godine ostaje sve do trenutka dok se ne postigne dogovor o promjeni.

Glavne strateške opcije

Od 21. CGPM 1999. godine BIPM je pod pritiskom da se bavi sa znatno više djelatnosti nego što se predviđalo u to vrijeme. Uloga BIPM-a u usklađivanju međunarodnih djelatnosti u mjeriteljstvu, odnosi s drugim organizacijama te rad koji proizlazi iz primjene CIPM MRA povećali su se mnogo više nego što se predviđalo. NMI-i su veoma dobro primili odgovor BIPM-a, te je bilo jasno da se sve to mora nastaviti.

Na temelju gornje pretpostavke trebat će međutim provesti znatno smanjenje postojećega programa BIPM-a.

Pri odlučivanju kako nastaviti CIPM je razmotrio niz razloga:

1. Potrebe NMI-a s obzirom na usluge koje pruža BIPM kako su utvrđene u odgovorima na drugi upitnik ravnateljima; oni uključuju radnje na svim usklađivanjima i međunarodne odnose te KCDB, JCRB te znanstveni i tehnički rad u laboratorijima koji osiguravaju umjeravanje i druge usluge NMI-ima i znanstvenu osnovu BIPM-a.
2. Ne postoje prekogranična gospodarstva koja bi imala važno djelovanje.
3. Glavne uštede trebalo bi provesti tako da se zatvori jedna velika znanstvena sekcija.
4. Pri odlučivanju koja se od velikih sekcija mora zatvoriti, moraju se donijeti strateške odluke koje se tiču temeljnoga programa aktivnosti za budućnost.
5. Posljedice promjena s obzirom na osoblje BIPM-a.

Veći dio glavne ideje za izvještaj *Razvoj potreba koje se odnose na mjeriteljstvo u trgovini, industriji i društvu te uloga BIPM-a*, koji je 2002. godine prihvatio CIPM, odnosi se na nove potrebe u međunarodnoj mjeriteljskoj djelatnosti u kemiji, biotehnologiji i medicini. To stajalište potvrđuju kontakti koje smo imali s NMI-ima u cijelome svijetu. Mišljenje je odbora bilo da je u tim područjima bitno imati najmanje dva specijalista na višoj razini, premda je jasno da u njima u BIPM-u trenutačno nije moguća velika aktivnost. Ako to ne učinimo, nećemo biti prisutni ni u jednome od međunarodnih foruma te čak nećemo znati kako odgovoriti na pitanja koja se odnose na podatke da bi se zadovoljile najhitnije potrebe. Čak kad bi se aktivnosti BIPM-a u tim područjima uglavnom mogle oslanjati na osoblje koje je na raspolaganju iz nekih NMI-a, kako su savjetovali neki ravnatelji, još uvijek bi bilo potrebno imati minimalan broj stručnjaka u kući kako bi se osigurao kontinuitet bez kojeg takav program ne bi funkcionirao.

Premda još nije jasno kako će se BIPM uključiti na prvome sastanku radne skupine JCTLM-a o sljedivosti u laboratorijskoj medicini, već se zahtijevalo uspostavljanje infrastrukture za davanje pouzdanih podataka za eventualnu bazu podataka kako bi se održao popis referentnih tvari i referentnih metoda koje će uspostaviti te skupine. BIPM za tu novu skupinu osigurava tajništvo.

Široko je prihvaćeno da uspjeh koji je BIPM dosad imao u međunarodnome radu na usklađivanju počiva na njegovim znanstvenim kvalifikacijama. To je također jasan rezultat vanjskih savjetovanja koja je proveo KPMG. Bez znanstvenoga temelja ne bi bilo moguće ni u kojemu području privući specijaliste visoke razine da dođu u BIPM. Kad bi to jednostavno bio ured, vjerojatno tamo ne bi bio nitko od viših znanstvenih članova osoblja. Kratko iskustvo koje imamo u kemiji pokazuje da je postojanje specijalista u osoblju bitna potpora našem radu na usklađivanju.

Prema tomu ako BIPM na neki način ne uđe u područja organske kemije, bioanalize i medicine, bilo bi teško vidjeti kako bi mogao igrati stožernu ulogu u tim novim područjima mjeriteljstva za koje je najnovija studija KPMG naznačila da će ih imati u fizikalnome mjeriteljstvu. Tu su ulogu ocijenili veoma vrijednom ne samo ravnatelj NMI-a nego i veći broj organizacija izvan izravnoga područja mjeriteljstva, ali čiji su interesi tijesno povezani s mjeriteljstvom.

Prva važna odluka koju je donio CIPM bila je da je važno imati minimum laboratorijskih programa u novim područjima kako bi se osigurala budućnost BIPM-a i zadovoljili jasno utvrđeni zahtjevi NMI-a.

Kako bi se donijele odluke potrebne za preusmjeravanje BIPM-a tako da on barem u manjoj mjeri uđe u ta nova područja, potrebno je imati jasno stajalište o kratkoročnim i srednjeročnim prioritetima s obzirom na svaki od postojećih programa BIPM-a. Razlog je tomu što bi novi rad morao biti nauštrb nekog od postojećih programa. Visok prioritet u donošenju tih odluka imala je također važnost najbolje uporabe visokokvalificirana i motivirana osoblja BIPM-a.

Prioriteti u postojećemu programu

Jasno je da je BIPM bitna sastavnica međunarodne mjeriteljske infrastrukture. Njegovo postojanje u međunarodnim djelatnostima predstavlja interese NMI-a, njegova uloga u usklađivanju međunarodnog mjeriteljstva, njegovi kontakti s drugim međunarodnim organizacijama izravno i preko zajedničkih odbora, njegova potpora savjetodavnim odborima i RMO-ima te njegova ključna uloga u primjeni CIPM MRA preko KCDB-a i JCRB-a, sve su djelatnosti od najviše prednosti. Malo je razloga, ili za to ne postoje nikakvi razlozi, da bi sve te aktivnosti trebalo održavati i razvijati te da za to mora postojati čvrst znanstveni temelj.

U znanstvenome i tehničkom programu postoje međutim različite razine prioriteta, one su:

Najviši prioritet: Programi koji se odnose na masu i vremensku ljestvicu

Oni su bit znanstvene djelatnosti BIPM-a: za rad na masi imamo posebno ovlaštenje u Dogovoru o metru, a za vremenske ljestvice imamo posebno ovlaštenje u uzastopnim zaključcima CGPM-a. Sadržaj se programa koji se odnose na masu i vrijeme trajno kritički pregledava, ali dok se manja gospodarstva mogu vidjeti u radu koji se odnosi na vrijeme koje je posljedica veće uporabe automatizacije, stajalište je CIPM-a da se program koji se odnosi na masu proširi kako bi uključivao projekt vatne vage. Razlog je tomu što je zahtjev za bilo koju buduću definiciju jedinice mase koji se temelji na atomskim ili temeljnim stalnicama dugoročna obveza praćenja mase postojećega predmeta, međunarodne pramjere. BIPM jedini može preuzeti takvu obvezu.

Drugi prioritet: Ionizacijsko zračenje i kemija

Program ionizacijskog zračenja u BIPM-u osigurava glavne referencije za većinu nacionalnih dozimetrijskih i radiometrijskih usporedba te vezu sa SI-om za širu mrežu sekundarnih etalonskih dozimetrijskih laboratorija koje vodi Međunarodna agencija za atomsku energiju. Nikakve se uštede ne mogu predvidjeti jer su postojeće djelatnosti na donjoj granici prihvatljivosti.

Trenutačno je maleni program u kemiji prvi korak u ta nova područja o kojima se prije raspravljalo i koja moraju imati visoku prednost.

Treći prioritet: Programi koji se odnose na elektricitet, lasere i gravimetriju

Svaki od programa iz područja elektriciteta i lasera ima posebnu važnost.

U slučaju programa iz područja elektriciteta, on bi bio bitan suradnik na svakome projektu vatrene vage u BIPM-u. On također drži samo putujuće etalone visoke točnosti, naponski Josephsonov etalon i kvantni Hallov etalon otpora. Ti su etaloni jedinstveni i trenutačno osiguravaju jedini način za provjeru sukladnosti etalona NMI-a na najvišoj razini točnosti. Takva je sposobnost bitna (u BIPM-u ili drugdje) za predvidljivu budućnost. Također je u suradnji s NML CSIRO (Australija) planirano izgraditi novi izračunljivi kapacitet koji će biti instaliran u BIPM-u kako bi osigurao jednu od nekoliko dugotrajnih svjetskih referencija u tome području. Nekoliko je NMI-a izrazilo interes za sudjelovanje u tome projektu. Napominjemo također da polovina svih potvrda o umjeravanju koje izdaje BIPM za električne etalone služi približno polovini svih država članica Dogovora o metru. Određena sposobnost u električnim mjerenjima od bitne je važnosti za sposobnosti BIPM-a.

Što se tiče lasera, novi je program usmjeren na femtosekundnu tehnologiju češlja. S razvojem te nove tehnologije priveden je kraju trogodišnji program usporedbe lasera He-Ne od 633 nm uporabom BIPM-ova lasera kao referencije. To također osigurava prirodnu prijelomnu točku za druge usporedbe lasera u vidljivome i infracrvenome području. Funkcioniranje femtosekundnog češlja na granicama je znanosti i u pripremi za moguću buduću ulogu BIPM-a u usporedbi optičkih frekvencijskih etalona na razini točnosti većoj od točnosti koja se može dobiti s pomoću satelitskih metoda. Kratkoročni i srednjeročni cilj novoga programa BIPM-a u tome je području prema tomu priprema za optičke frekvencijske usporedbe za validiranje tehničkih značajka frekvencijskih češljeva i u međuvremenu osiguranje službe mjerenja frekvencije za etalone od 633 nm manjih NMI-a.

Program gravitacije veoma je malen, ali je veoma vrijedan i sve se više smatra bitnim za geofizičku zajednicu na čiji smo zahtjev u novije vrijeme uspostavili formalnu radnu skupinu. Novi se zahtjev pojavio na upit za dodatnu potporu iz mjeriteljske zajednice kako bi se pomoglo poboljšanju veza između svih aspekata geofizike i SI-a. Dugoročne nizove usporedbe apsolutnih gravimetara u BIPM-u snažno podržava Međunarodna unija za geofiziku i geodeziju. Gravimetrijski rad u BIPM-u doprinosit će projektu vatrene vage.

Četvrti prioritet

U četvrti smo prioritet stavili program fotometrije i radiometrije te manje djelatnosti u nanomjeriteljstvu. Kad je riječ o programima fotometrije i radiometrije argumenti za rad BIPM-a manje su nezaobilazni nego za druge naprijed spomenute programe. Gotovo sveopćim prihvaćanjem nacionalnih mjeriteljskih instituta kriogeničkog radiometra kao referencije za radiometrijske i fotometrijske etalone prestala je prijašnja uloga BIPM-a u održavanju svjetskog lumena i kande le na skupu svjetiljka bez žarne niti. Nadalje ne postoje BIPM-ovi putujući etaloni koji su bitni za usporedbu kriogeničkih radiometara. Ipak se prihvaća da bi lumen i kandela, kako ih je održavao, BIPM-u bi omogućili da nastavi svoje dugoročne usluge umjeravanja koje se veoma cijene u mnogim manjim NMI-ima. Međutim trebalo bi također napomenuti da za trenutačni program nije dostatna postojeća popuna s tri profesionalaca, ali bez tehničkog osoblja.

Nanomjeriteljski program osigurava malu, ali korisnu, potporu radu u tome području CCL-u, ali se ne može smatrati da ima visok prioritet u BIPM-u jer je rad CCL-a u tome području razmjerno ograničen.

Temeljne sposobnosti

Za potporu svemu naprijed rečenom trebalo bi sačuvati određen broj temeljnih kompetencija koje postoje u BIPM-u. U to spadaju temeljno znanje o električnim mjerenjima, optici i interferometriji, mjerenju tlaka i temperature te elektronici, projektiranju i izradbi mehaničkih elemenata za gradnju pokusnog uređaja.

Programske odluke

CIPM je razmotrio te prioritete i donio sljedeće odluke:

1. Zaposlit će se najmanje dva nova člana osoblja za organsku kemiju te će započeti mali laboratorijski program tijekom razdoblja od 2004. do 2006.
2. Započet će projekt vatne vage, a nastaviti će se projekt izračunljivoga kapaciteta u suradnji s NML CSIRO.
3. Pojačat će se osoblje KCDB-a te će se osiguravati trajno tajništvo za JCRB.
4. Do kraja 2004. godine završit će program fotometrije i radiometrije. Tri će se člana profesionalnog osoblja prebaciti u odsjek elektriciteta te, kad se u idućih pet godina umirove postojeća tri člana osoblja elektriciteta, postat će jezgra za odsjek elektriciteta. Prema tomu prekinut će se usluge umjeravanja svjetiljka sa žarnom niti, ali će se pokušati urediti umjeravanja za prijašnje korisnike BIPM-a s nekim NMI-ima u njihovim lokalnim RMO-ima. (Napomena: U prosjeku se svake godine umjeri ukupno oko dvadeset pet svjetiljka).
5. Rad u odsjeku duljine usmjerit će se samo na projekt femtosekundnog lasera i trajat će samo do 2006. godine, kad će se okončati. Dugoročni bi nastavak postojećega programa zahtijevao veoma velika ulaganja u opremu i u osoblje na visokoj znanstvenoj razini, a u postojećim okolnostima to prelazi naša sredstva. Postojeća četiri trajna člana osoblja toga odsjeka postupno će se prebaciti u druga područja BIPM-a.

Osoblje

Odbor očekuje da će se promjene koje su prethodno izložene u općim crtama ostvariti bez prisilnih umirovljenja viška osoblja u cijelosti unutrašnjim prijelazima iz područja koja se smanjuju ili zatvaraju i dopunjavanjem imenovanjem kratkoročnih suradnika.

Postojeće osoblje (listopad 2002.) obuhvaća 71 trajnog zaposlenika i šest vanjskih suradnika. Planira se do 2008. godine osoblje smanjiti na 67 stalnih zaposlenika te vanjske suradnike na razvoju ukinuti. Napominjemo da se iz godine u godinu broj zaposlenika mijenja kao posljedica umirovljenja i preklapanja u novačenju te će u 2003. godini biti do 75 stalnih članova osoblja, ali samo pet vanjskih suradnika na istraživanju.

Međutim vanjski su znanstvenici bitni za znanstveni program BIPM-a. Oni su također potrebni za osiguranje određenih dodatnih znanstvenih potpora, tako da čelnici odsjeka mogu biti više prisutni na tehničkim sastancima RMO-a, što je djelatnost koju priznajemo kao najviši prioritet te djelatnost koju treba povećati. CIPM zahtijeva od NMI-a da na svoj trošak budu spremni privremeno rasporediti odgovarajuće ljude u BIPM u razdoblju od jedne ili dvije godine tako da se stalno održava prisutnost od četiri ili pet vanjskih istraživača. To se posebno spominje u nacrtu zaključka o doprinosu koji je dan u nastavku.

Dopunsko financiranje

Nepostojanje bilo kakvih dodatnih kapitalnih financiranja nove opreme ili posuvremenjivanja instalacija ili temeljne infrastrukture razlikuje BIPM od mnogih NMI-a. Budući da sada postoji, a u budućnosti vjerojatno neće postojati nikakav prostor između tekućega prihoda i troškova, CIPM je smatrao da treba postaviti zahtjev državama članica da tijekom idućega četverogodišnjeg razdoblja osiguraju jednokratni doprinos za restrukturiranje. To bi bio iznos od oko 1 milijun eura, dostatan da se njime pokrije posuvremenjivanje sustava za kondicioniranje zraka u laboratorijima, obnova laboratorija i temeljita obnova krova dviju zgrada iz sedamnaestog stoljeća na mjestu Pavillon de Breteuil i Petit Pavillon. Na kraju međutim takav zahtjev za jednokratni iznos nije postavljen jer se smatralo da bi izgled za uspjeh bio neznatan. Ti su dodatni troškovi prema tomu ugrađeni u prijedlog CIPM-a za povećanje doprinosa koji je dan u nastavku. Također se raspravljalo o mogućnosti dodatnoga doprinosa mirovinskomu fondu BIPM-a, ali se ta rasprava nije nastavila.

Pri razmatranju posljedica kraćega pada prihoda od postojećih država članica i pridruženih članica ne smijemo zaboraviti mogućnost povećanja prihoda iz porasta broja članova Dogovora o metru ili iz drugih izvora te se to mora istražiti.

Nacrt zaključka o doprinosu koji treba podnijeti 22. CGPM

Polazište je za izračun doprinosa za novo četverogodišnje razdoblje doprinos koji je izglasovala prethodna Opća konferencija za posljednju godinu tekućega četverogodišnjeg razdoblja. U ovome slučaju to je doprinos za 2004. koji je izglasovao 21. CGPM, tj. 9 094 000 eura. Tome bi trebalo dodati doprinose triju država: Grčke, Malezije i Jugoslavije koje su se pridružile (ili reintegrirale) Dogovoru od 21. CGPM-a. Njihovi doprinosi zajedno iznose 1,76 % od ukupnoga prihoda. Prema tomu novo je polazište za izračun doprinosa za 2005. godinu 9 254 000 eura.

CIPM predlaže da se on od 1. siječnja 2005. godine poveća za 8,5 % (što uključuje stvarno povećanje od 6,7 %, uvećano za 1,8 % kako bi se pokrilo povećanje cijena u Francuskoj), ili doprinos od 10 041 000 eura te da se 1. siječnja svake od iduće tri godine ovoga četverogodišnjeg razdoblja povećava za dodatnih 1,8 % kako bi se pokrilo povećanje cijena u Francuskoj.

Tako zahtijevani doprinosi, koji su za svaku godinu od 2005. do 2008. dani u nastavku u nacrtu zaključka J, omogućit će odvijanje programa rada koji će zadovoljiti zahtjeve država članica, omogućujući istodobno održavanje uravnotežena proračuna u razdoblju od 2005. do 2008. godine.

Podrobni podatci o programu i pojedinačni proračuni za četverogodišnje razdoblje šalju se državama članicama oko šest mjeseci prije konferencije. Za 22. opću konferenciju oni će biti dokumentirani pod naslovom "Program rada i proračun BIPM-a za razdoblje od 2005. do 2008. godine" koji će se razaslati do travnja 2003. godine.

■ **Financiranje BIPM-a u razdoblju od 2005. do 2008. godine**

Nacrt zaključka J

22. opća konferencija,

uzimajući u obzir

- sve veću važnost mjeriteljstva za trgovinu, industriju, okoliš i ljudsko zdravlje te sigurnost u svim državama članicama Dogovora o metru
- odgovarajuće potrebe za djelotvornim, visokostručnim, međunarodno usklađenim mjeriteljskim aktivnostima
- središnju ulogu koju igraju Međunarodni ured za utege i mjere (BIPM) u takvome usklađivanju i usluge koje pruža državama članicama Dogovora o metru
- proširene odgovornosti koje su dane BIPM-u na 21. općoj konferenciji 1999. godine, ali bez ikakvih odgovarajućih povećanja doprinosa
- dodatno povećanje radnog opterećenja, koje nije bilo predviđeno u vrijeme 21. opće konferencije, koje je također asposrbirao BIPM od posljednje Opće konferencije
- proširenje područja rada u okviru Dogovora o metru koji sada provode države članice, posebno u područjima kemije, biotehnologije i medicine
- potrebu da se proširi raspon stručnosti među znanstvenim osobljem BIPM-a kako bi se zadovoljile potrebe za rad u tim novim područjima
- znatne napore koji se trajno obavljaju u BIPM-u kako bi se povećala djelotvornost njegova rada i obvezu da se nastave ti naponi,

poziva nacionalne mjeriteljske institute

- da urede da se na njihov trošak nastavi niz kratkoročnih privremenih raspoređivanja njihova osoblja BIPM-u za rad na projektima od zajedničkog interesa integriranim u program BIPM-a
- da prihvaćaju osoblje BIPM-a da radi u njihovim institutima na programima od zajedničkog interesa
- da sponzoriraju trajni program sudjelovanja u BIPM-u pridruženih istraživača za osoblje koje odgovara potrebama, na temelju četiriju pridruženih istraživača do kraja 2004. godine

odlučuje da nepromjenjivi dio godišnjega doprinosa Međunarodnomu uredu za utege i mjere poveća tako da zbroj stalnog i dopinskoga dijela (određen člankom 6., 1921. godine) Pravila dodanih Dogovoru o metru (1875. godine) za zemlje članice Dogovora o metru u vrijeme 22. opće konferencije bude:

10 041 000 eura u 2005.

10 222 000 eura u 2006.

10 406 000 eura u 2007.

10 593 000 eura u 2008.

Završne primjedbe o uslugama koje će BIPM prestati pružati

To su teške odluke te je Odbor bio veoma svjestan da će one imati utjecaja na one NMI-e koji se služe tim uslugama u područjima koja treba smanjiti. BIPM će, koliko je to moguće, pokušati urediti s NMI-ima u istoj regiji da barem u ograničenu vremenu pružaju neke od tih usluga koje više neće osiguravati BIPM. Odbor očekuje da će BIPM u novim područjima u određenome razdoblju moći pružati usluge NMI-ima koje su ravnatelji u svojim odgovorima na upitnik označili kao usluge od potencijalno velike važnosti.

Popis akronima koji se upotrebljavaju u ovom svesku

1 Akronimi za laboratorije, odbore i konferencije

ANDIMET	Northern South American Metrology Cooperation (Suradnja u mjeriteljstvu na sjeveru Južne Amerike) (Bolivija, Kolumbija, Ekvador, Peru i Venezuela)
AOAC	International Association of Official Analytical Chemists (Međunarodni savez službenih analitičkih kemičara)
APEC	Asia Pacific Economic Cooperation (Azijsko-pacifička gospodarska suradnja)
APMP	Asia/Pacific Metrology Programme (Azijsko-pacifički program mjeriteljstva)
BIPM	Bureau International des Poids et Mesures (Međunarodni ured za utege i mjere)
CAMET	Central American Metrology Cooperation (Srednjeamerička suradnja na mjeriteljstvu) (Belize, Kostarika, Salvador, Gvatemala, Honduras, Nikaragva i Panama)
CARIMET	Caribbean Islands Metrology Cooperation (Mjeriteljska suradnja karipskih otoka) (Antigva i Barbuda, Barbados, Dominika, Dominikanska Republika, Grenada, Gvajana, Haiti, Jamajka, Sv. Kristofor i Nevis, Sv. Lucija, Sv. Vincent i Grenadini, Surinam, Bahami, Trinidad i Tobago)
CCAUV	Comité Consultatif de l'Acoustique, des Ultrasons et des Vibrations (Savjetodavni odbor za akustiku, ultrazvuk i vibracije)
CCDS	Consultatif pour la Définition de la Seconde (Savjetodavni odbor za definiciju sekunde)
CCEM	Comité Consultatif d'Électricité et Magnétisme (Savjetodavni odbor za elektricitet i magnetizam)
CCL	Comité Consultatif des Longueurs (Savjetodavni odbor za duljinu)
CCM	Comité Consultatif pour la Masse et les grandeurs apparentées (Savjetodavni odbor za masu i srodne veličine)
CCPR	Comité Consultatif de Photométrie et Radiométrie (Savjetodavni odbor za fotometriju i radiometriju)
CCQM	Comité Consultatif pour la Quantité de Matière: Métrologie en Chimie (Savjetodavni odbor za količinu tvari: Mjeriteljstvo u kemiji)
CCRI	Comité Consultatif des Rayonnements Ionisants (Savjetodavni odbor za ionizacijsko zračenje)
CCT	Comité Consultatif de Thermométrie (Savjetodavni odbor za termometriju)
CCTF	Comité Consultatif du Temps et des Fréquences (Savjetodavni odbor za vrijeme i frekvenciju)
CCU	Comité Consultatif des Unités (Savjetodavni odbor za jedinice)
CGPM	Conférence Générale des Poids et Mesures (Opća konferencija za utege i mjere)
CIE	Commission Internationale de l'Éclairage (Međunarodno povjerenstvo za rasvjetu)

CIPM	Comité International des Poids et Mesures (Međunarodni odbor za utege i mjere)
CODATA	Committee on Data for Science and Technology (Odbor za podatke za znanost i tehnologiju)
Codex Alimentarius Commission	Povjerenstvo koje su osnovali FAO i WHO za razvoj norma o hrani, uputa i kodeksa praktične primjene
COOMET	Cooperation in Metrology among Central and Eastern European Countries/ West Asian Countries (Suradnja na mjeriteljstvu među zemljama srednje i istočne Europe i zapadne Azije)
CSIRO	vidi NML CSIRO
DTI	Department of Trade and Industry of the United Kingdom (Ministarstvo trgovine i industrije Ujedinjenog Kraljevstva), vidi NPL DTI
EURAMET	European Collaboration in Measurement Standards (Europska suradnja na mjernim etalonima)
FAO	Food and Agricultural Organization of the United Nations (Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda)
GAW	Global Atmospheric Watch programme of the WMO (Globalni program WMO-a za praćenje atmosfere), vidi WMO
IAEA	International Atomic Energy Agency (Međunarodna agencija za atomsku energiju)
IAU	International Astronomical Union (Međunarodna astronomska unija)
ICRP	International Commission for Radiological Protection (Međunarodno povjerenstvo za zaštitu od zračenja)
ICRU	International Commission on Radiation Units and Measurements (Međunarodno povjerenstvo o jedinicama i mjerenjima zračenja)
IEC	International Electrotechnical Commission (Međunarodno elektrotehničko povjerenstvo)
IFCC	International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (Međunarodni savez za kliničku kemiju i laboratorijsku medicinu)
ILAC	International Laboratory Accreditation Cooperation (Međunarodna suradnja na akreditaciji laboratorija)
IMEKO	International Measurement Confederation (Međunarodna mjeriteljska konfederacija)
INMS	Institute for National Measurement Standards (Institut za nacionalne mjerne etalone) (Kanada), vidi NRC INMS
IRMM	Institute for Reference Materials and Measurements, European Commission (Institut za referentne tvari i mjerenja, Europsko povjerenstvo)
ISO	International Organization for Standardization (Međunarodna organizacija za normizaciju)
ISO CASCO	ISO Committee on Conformity Assessment (Odbor ISO-a za ocjenu sukladnosti)
ISO DEVCO	ISO Committee for Developing Countries (Odbor ISO-a za zemlje u razvoju)
ISO REMCO	ISO Reference Materials Committee (Odbor ISO-a za referentne tvari)
ISO TAG 4	ISO Technical Advisory Group 4 (metrology) (Tehnička savjetodavna skupina 4 ISO-a) (mjeriteljstvo)

ITU	International Telecommunication Union (Međunarodna telekomunikacijska unija)
IUGG	International Union of Geodesy and Geophysics (Međunarodna unija za geodeziju i geofiziku)
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry (Međunarodna unija za čistu i primijenjenu kemiju)
IUPAP	International Union of Pure and Applied Physics (Međunarodna unija za čistu i primijenjenu fiziku)
JCDMAS	Joint Committee on Coordination of Assistance to Developing Countries in Metrology, Accreditation and Standardization (Zajednički odbor za usklađivanje pomoći zemljama u razvoju u mjeriteljstvu, akreditaciji i normizaciji)
JCGM	Joint Committee for Guides in Metrology (Zajednički odbor za upute u mjeriteljstvu)
JCRB	Joint Committee of the Regional Metrology Organizations and BIPM (Zajednički odbor regionalnih mjeriteljskih organizacija i BIPM-a)
JCTLM	Joint Committee on Traceability in Laboratory Medicine (Zajednički odbor za sljedivost u laboratorijskoj medicini)
KPMG	KPMG Consulting, Ottawa (Kanada)
MERCOSUR	Southern South American Trade Cooperation (Trgovinska suradnja na jugu Južne Amerike)
MoU	Memorandum of Understanding (Memorandum o razumijevanju)
MRA	Mutual Recognition Agreement (Sporazum o međusobnom priznavanju)
NAB	National Accreditation Body (Nacionalno akreditacijsko tijelo)
NAFTA	North American Free Trade Agreement (Sjevernoamerički sporazum o slobodnoj trgovini)
NCSL-1	International Conference of Standards Laboratories (Međunarodna konferencija etalonskih laboratorija)
NIST	National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg MD (Sjedinjene Države) (Nacionalni institut za etalone i tehnologiju)
NMI	National Metrology Institute (Nacionalni mjeriteljski institut)
NML CSIRO	National Metrology Laboratory (Nacionalni mjeriteljski laboratorij), CSIRO (Australija)
NORAMET	North American Metrology Cooperation (Sjevernoamerička suradnja na mjeriteljstvu (Kanada, Meksiko i Sjedinjene Američke Države)
NPL	National Physical Laboratory (Nacionalni fizikalni laboratorij), Teddington (Ujedinjeno Kraljevstvo)
NPL-DTI	National Physical Laboratory, Department of Trade and Industry, (Nacionalni fizikalni laboratorij, Ministarstvo trgovine i industrije), Teddington (Ujedinjeno Kraljevstvo)
NRC	National Research Council of Canada (Nacionalno vijeće za istraživanje Kanade), Ottawa (Kanada)
NRC INMS	NRC Institute for National Measurements Standards (Institut NRC-a za nacionalne mjerne etalone)
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development (Organizacija za gospodarsku suradnju i razvoj)

OIML	Organisation Internationale de Métrologie Légale (Međunarodna organizacija za zakonsko mjeriteljstvo)
PITTCAN	Pittsburgh Conference (Godišnja konferencija i izložba iz područja kemije)
RCMAM	IAU Working Group on Relativity for Celestial Mechanics, Astronomy and Metrology (Radna skupina IAU-a za relativnost, nebesku mehaniku, astronomiju i mjeriteljstvo)
RMO	Regional Metrology Organization (Regionalna mjeriteljska organizacija)
SADC	Southern African Development Cooperation (Južnoafrička suradnja na razvoju)
SADCMET	Southern African Development Community Cooperation in Measurement (Južnoafrička zajednica za razvoj suradnje u mjerenju)
SIM	Sistema Interamericano de Metrologia (Međuamerički mjeriteljski sustav)
SSDL	Secondary Standards Dosimetry Laboratories under the IAEA (Sekundarni dozimetrijski laboratorij u okviru IAEA)
SURAMET	South American Metrology Cooperation (Južnoamerička suradnja u mjeriteljstvu) (Argentina, Brazil, Čile, Paragvaj i Urugvaj)
TBT	Technical Barriers to Trade Committee of the WTO (Odbor za tehničke zapreke trgovini WTO-a), vidi WTO
UN	United Nations (Ujedinjeni narodi)
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization (Organizacija za razvoj Ujedinjenih naroda)
WADA	World Anti-Doping Agency (Svjetska antidopinška agencija)
WHO	World Health Organization (Svjetska zdravstvena organizacija)
WMO	World Meteorological Organization (Svjetska meteorološka organizacija)
WMO GAW	WMO Global Atmospheric Watch programme (Globalni program WMO-a za praćenje atmosfere)
WTO	World Trade Organization (Svjetska trgovinska organizacija)
WTO TBT	World Trade Organization, Committee on Technical Barriers to Trade (Svjetska trgovinska organizacija, Odbor za tehničke zapreke trgovini)

2 Akronimi za znanstvene nazive

bcr	Benefit-cost-ratio (omjer koristi i troškova)
BSE	Bovine Spongiform Encephalopathy (bolest stoke)
CMC	Calibration and Measurement Capabilities (Umjerne i mjerne sposobnosti)
CRM	Certified Reference Materials (Potvrđene referentne tvari)
DNA	Deoxyribonucleic Acid (Deoksiribonukleinska kiselina)
EPER	European Pollutant Emission Register (Europski registar onečišćivača)
GDP	Gross Domestic Product (Brutonacionalni proizvod)
GLONASS	Global Navigation Satellite System (Globalni navigacijski satelitski sustav)
GMO	Genetically Modified Organism (Genetički preinačeni organizam)
GUM	Guide to Expression of Uncertainty in Measurement (Upute za iskazivanje mjerne nesigurnosti)

IPPC	Integrated Prevention of Pollution Control (Cjelovito upravljanje sprečavanjem onečišćenja)
IT	Information Technology (Informacijska tehnika)
IVD	In vitro Diagnostic (Dijagnostika in vitro)
KCDB	BIPM Key Comparison Database (BIPM-ova baza podataka ključnih usporedba)
R&D	Research and Development (Istraživanje i razvoj)
RNA	Ribonucleic Acid (Ribonukleinska kiselina)
SI	Système International d'Unites (Međunarodni sustav jedinica)
TAI	Temps Atomique International (Međunarodno atomsko vrijeme)
TCG	Temps-coordonnee Geocentrique (Geocentrično usklađeno vrijeme)
TT	Terrestrial Time (Zemaljsko vrijeme)
UTC	Coordinated Universal Time (Usklađeno svjetsko vrijeme)
VAT	Value Added Tax (Porez na dodanu vrijednost)
VIM	International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (Međunarodni rječnik osnovnih i općih naziva u mjeriteljstvu)

Bibliografija

1. National and international needs relating to metrology, BIPM, March 1998.
2. Mutual recognition of national measurement standards and of calibration and measurement certificates issued by national metrology institutes, BIPM, October 1999.
3. European Union, The need for measurement and testing in nanotechnology, compiled by the High Level Expert Group on Measurement and Testing under the European Framework Programme for Research and Development, March 2002.
4. European Union, Council Directive 98/79/EC of the European Parliament and of the Council of 27 October 1998 on In Vitro Diagnostic Medical Devices, December 1998.
5. ISO 15189:2003, Medical Laboratories – Particular requirements for quality and competence, ISO, 2003.
6. European Union, Council Directive 96/23/EC on the performance of analytical methods and the interpretation of results, August 2002.
7. European Union, Air Quality Framework directive 96/62/EC and daughter directives.
8. Metrology for Information Technology (IT), NIST MEL/ITL Task Group on Metrology for Information Technology (IT), NISTIR 6025, May 1997.
9. Calzadilla B., UNIDO's Activities related to Standards and Market Access Facilitation: Case of Victorian Lake Project, UNIDO, Presentation at UNCTAD Standards and Trade Workshop in Geneva, UNIDO-PTC/IPT, May 2002.
10. De Groot A., Enabling Developing Countries to Participate in International Trade, Strengthening the Supply Capacity, A UNIDO Strategy for Capacity Building, UNIDO, tradefacstrat 2-rev.2, March 2002.
11. WTO, A compilation and summary of the responses received to the questionnaire for a survey to assist developing country members to identify and prioritize their specific needs in the TBT field, World Trade Organization Committee for Technical Barriers to Trade, Report G/TBT/W/186, October 2002.
12. ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, ISO/IEC, 1999.
13. ISO 9001:2000, Quality management systems – Requirements, ISO, 2000.
14. Quinn T.J., Metrology, its role in today's world, Rapport BIPM/94-5, May 1994.
15. Tassey G., R&D trends in the U.S. Economy: Strategies and Policy Implications, U.S. Department of Commerce, NIST Planning Report 99-2, April 1999.
16. Marx M.L. et al., Economic Impact Assessment: NIST-EEEL Laser and Fiberoptic Power and Energy Calibration Services, NIST Planning Report 00-3, August 2000.
17. Marx M.L. et al., Economic Assessment of the NIST Thermocouple Calibration Program, NIST Planning Report 97-1, July 1997.
18. Leech D.P., The Economic Impacts of NIST Cholesterol Standards Program, NIST Planning Report 00-4, September 2000.
19. Martin S.A. et al., Economic Impact of Standard Reference Materials for Sulfur in Fossil Fuels, Research Triangle Park, North Carolina, United States, Research Triangle Institute, NIST Planning Report 00-1, February 2000.
20. Semerjian H.G., Beary E.S., Impact of Metrology on the Economy and Quality of life, International symposium on Measurement Standards 2002, Tokyo, April 2002.
21. Klee G.F., Requirements of physicians for standardized/comparable measurements; Impact on medical decisions, Mayo Clinic (presented at a meeting in June 2002).

22. May W.E., Testimony before the Subcommittee on Science, Technology and Space, Committee on Commerce, Science and Transportation, United States Senate, on E-Health and Technology: Empowering Consumers in a Simpler, More Cost Effective Health Care System, NIST (www.nist.gov/testimony/01_index.htm). July 2001.
23. Swan G.M.P., The Economics of Measurement, Manchester, Manchester Business School of the University of Manchester, Report for NMS Review, June 1999.
24. Bowns S., Department of Trade and Industry National Measurement System Policy Unit, Review of the Rationale for and Economic Benefit of the U.K National Measurement System, PA Consulting Group, November 1999.
25. MacDonald M. et al., Institute for National Measurement Standards: Economic Impact Study, KPMG Consulting, September 2001.
26. Williams G., The assessment of the economic role of measurements and testing in modern society, Oxford, United Kingdom, Pembroke College, University of Oxford, European Measurement Project funded under the GROWTH Programme by the DG-Research of the European Commission, July 2002.
27. MacDonald M., Potential Economic Impact of the CIPM Mutual Recognition Arrangement, KPMG Consulting, April 2002.
28. CIPM, Convocation of the 22nd General Conference on Weights and Measures, Paris, October 2003.
29. ISO Guide 34, General requirements for the competence of reference material producers, ISO, 2000.
30. ISO Guide 35, Certification of reference materials – General and statistical principles, ISO, 1999.
31. BIPM website: www.bipm.org