



MITTATEKNIIKAN KESKUS

Julkaisu J4/1999

**AINEMÄÄRÄN KANSALLISEN  
MITTANORMAALIJÄRJESTELMÄN  
TOTEUTTAMISTA JA ORGANISAATIOTA  
KOSKEVA SELVITYS**



**METROLOGIAN NEUVOTTELUKUNTA**

**KEMIAN JAOSTO**

Orgaanisen kemian työryhmä

Epäorgaanisen kemian työryhmä

Mikrobiologian työryhmä

Helsinki 1999

**Julkaisu J4/1999**

**AINEMÄÄRÄN KANSALLISEN  
MITTANORMAALIJÄRJESTELMÄN  
TOTEUTTAMISTA JA ORGANISAATIOTA  
KOSKEVA SELVITYS**



**METROLOGIAN NEUVOTTELUKUNTA**

**KEMIAN JAOSTO**

**Orgaanisen kemian työryhmä**

**Epäorgaanisen kemian työryhmä**

**Mikrobiologian työryhmä**

**Helsinki 1999**

## Tiivistelmä

Metrologian neuvottelukunnan kemian jaosto ja sen työryhmät tekevät tässä raportissa ehdotuksensa kemian metrologian rakenteen ja organisaation kehittämiseksi Suomessa sekä alaan liittyvästä kansainvälisestä toiminnasta, vertailumateriaaleista, vertailumittauksista, koulutuksesta ja tiedotustoiminnasta. Mikrobiologian työryhmän tekemän mikrobiologisen metrologian tilanneselvityksen ja kehittämissuunnitelman avulla pyritään tuomaan esiin mikrobiologisen laboratoriotyön merkitys ja laajuus Suomessa sekä kehittämistarpeet.

## Esipuhe

Metrologian neuvottelukunta on valtioneuvoston asettama asiantuntijaelin, joka toimii kauppaja- ja teollisuusministeriön, turvatekniikan keskuksen ja Mittatekniikan keskuksen apuna metrologisten asioiden käsittelyssä. Neuvottelukunta jakaantuu kolmeen jaostoon. Kemian jaoston jäsenet ovat metrologian neuvottelukunnan jäseniä tai varajäseniä ja he ovat laitostensa tehtävään esittämiä. Kemian jaosto on perustanut kolme työryhmää, orgaanisen ja epäorgaanisen kemian sekä mikrobiologian työryhmät. Työryhmien puheenjohtajat ovat kemian jaoston jäseniä ja työryhmien muut jäsenet ovat joko jaoston jäseniä tai puheenjohtajan kutsumia asiantuntijoita.

Tässä kauppaja- ja teollisuusministeriön rahoittamassa hankkeessa kemian jaoston tuli selvittää, kuinka ainemäärän kansallinen mittanormaalijärjestelmä voitaisiin toteuttaa ja organisoida Suomessa. Lisäksi hankkeeseen kuului asiaa koskevien ehdotusten laatiminen.

Suomessa ei tällä hetkellä ole virallisesti vahvistettua ja organisoitua kansallista, kemian metrologian järjestelmää. Kemian jaoston ja sen työryhmien tavoitteena oli pohtia kemian metrologian rakenteen ja organisaation kehittämistä kansainvälisesti tunnustetulla tavalla. Mikrobiologian työryhmä on oheisen raportin mikrobiologian osuuden lisäksi valmistellut erillisen selvityksen mikrobiologisen metrologian tilanteesta ja kehittämismahdollisuuksista. Selvitys julkaistaan Mittatekniikan keskuksen J-julkaisusarjassa (J5/1999).

Kemian jaosto esittää kemian ja mikrobiologian metrologian kehittämissuunnitelmassa moolin lisäämistä niiden perusyksiköiden luetteloon, joille ylläpidetään kansallista mittanormaalialia ja ehdottaa eräiden laboratorioden nimeämistä kansallisiksi mittanormaalilaboratorioiksi.

Helsingissä 31.3.1999

Metrologian neuvottelukunnan kemian jaosto

## **Metrologian neuvottelukunnan kemian jaosto**

(toimikausi 4.12.1999 - 4.12.2000)

Puheenjohtaja:

Jari Waldén

Ilmatieteen laitos

Jäsenet:

Seija Berg

Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos

Timo Hirvi

Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos

Maj-Len Holmberg

Kemira Agro Oy

Veikko Komppa

Valtion teknillinen tutkimuskeskus

Eero Korhonen

Työterveyslaitos

Jukka Lindgren

Mittatekniikan keskus

Ulla Lähteenmäki

Mittatekniikan keskus

Maarit Niemi

Suomen ympäristökeskus

Anne Paakkari

Työterveyslaitos

Eila Pakkala

Keskusrikospoliisi

Anja Siitonen

Kansanterveyslaitos

Terttu Vartiainen

Kansanterveyslaitos

Asiantuntijat:

Arja Kallio

Työterveyslaitos

Jouni Lappalainen

Työterveyslaitos

## **Kemian jaoston orgaanisen kemian työryhmä**

Puheenjohtaja:

Seija Berg

Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos

Jäsenet:

Merja Gergov

Helsingin yliopisto, Oikeuslääketieteen laitos,  
Oikeuskemia

Timo Hirvi

Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos

Reino Kaario

Tullilaboratorio

Veikko Komppa

Valtion teknillinen tutkimuskeskus

Jukka Lindgren

Mittatekniikan keskus

Pentti Manninen

Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy

Eila Pakkala

Keskusrikospoliisi

Teija Strandman

Kansanterveyslaitos

Terttu Vartiainen

Kansanterveyslaitos

Kim Wickström

Neste Oy

## **Kemian jaoston epäorgaanisen kemian työryhmä**

Puheenjohtaja:  
Veikko Komppa

Valtion teknillinen tutkimuskeskus

Jäsenet:

Maj-Len Holmberg  
Jukka Lindgren  
Minna Loikkanen  
Irma Mäkinen  
Erkki Ojaniemi  
Juha Parkkinen  
Harry Sandström  
Esko Talka  
Eija-Riitta Venäläinen  
Jari Waldén  
Henrik Westerholm

Kemira Agro Oy  
Mittatekniikan keskus  
Labquality Oy  
Suomen ympäristökeskus  
Rautaruukki Oy  
Outokumpu Oy  
Geologian tutkimuskeskus  
Keskuslaboratorio Oy  
Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos  
Ilmatieteen laitos  
Neste Oy

## **Kemian jaoston mikrobiologian työryhmä**

Puheenjohtaja:  
Maarit Niemi

Suomen ympäristökeskus

Jäsenet:

Kristiina Asplund  
Ritva Heikkilä  
  
Seija Kalso  
Kirsti Lahti  
Jukka Lindgren  
Kristina Lindström  
  
Pertti Martikainen  
Raija Myllys  
Aino Nevalainen  
Seppo Niemelä  
Antti Nissinen  
Tuula Pirhonen  
Marjatta Rahkio  
Aimo Saano  
  
Anja Siitonen  
  
Seppo Sivelä  
Maija-Liisa Suihko  
Leena Tikkanen

Finnair Oyj  
Kanta-Hämeen keskussairaala,  
mikrobiologian laboratorio  
Helsingin kaupungin ympäristökeskus  
Suomen ympäristökeskus  
Mittatekniikan keskus  
Helsingin yliopisto, Mikrobiologian osasto,  
Soveltavan kemian ja mikrobiologian laitos  
Kansanterveyslaitos  
Labquality Oy  
Kansanterveyslaitos  
Helsingin yliopisto, Mikrobiologian laitos  
Keski-Suomen keskussairaala  
Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos  
Elintarvikevirasto  
Helsingin yliopisto, Soveltavan kemian ja  
mikrobiologian laitos, mikrobiologian osasto  
Kansanterveyslaitos,  
mikrobiologian laboratorio  
Valio Oy  
Valtion teknillinen tutkimuskeskus  
Mittatekniikan keskus

Jaoston sekä työryhmien sihteerinä on toiminut

Marjatta Kiminkinen

Mittatekniikan keskus.

Marjatta Kiminkinen vastaa raportin alun selvitysosuudesta. Hän on myös laatinut jaoston ja sen työryhmien kokouksiin perustuvan kartoituksen kemian metrologian nykytilanteesta ja kehittämismahdollisuuksista. Jaostolla sekä työryhmillä oli mahdollisuus kommentoida raporttia.

## Sisällysluettelo

1. Johdanto .....	1
2. Kemian metrologiaan liittyviä käsitteitä .....	4
3. Mittatekniikan keskuksen ja metrologian neuvottelukunnan tehtävät ja vastuut .....	6
4. Kemiaallisten ja mikrobiologisten mittausten järjestelmä .....	7
4.1 Kansainvälinen yhteistyö .....	7
4.2 Kehityshankkeet muissa maissa .....	9
4.3 EU:n vertailulaboratoriot .....	10
4.4 Kemiaallisten ja mikrobiologisten mittausten järjestelmä Suomessa .....	10
5. Selvitys kemian metrologian tilanteesta ja sen kehittämismahdollisuuksista .....	14
5.1 Selvityksen tavoitteet .....	14
5.2 Kemian metrologian tilanneselvitys .....	15
5.2.1 Primaarimenetelmät .....	15
5.2.2 Vertailumateriaalit .....	15
5.2.3 Vertailumittaukset .....	16
5.2.4 Tärkeät mittauskohteet .....	17
5.2.5 Koulutus ja tiedotus .....	18
6. Mikrobiologia .....	19
6.1 Taustaa .....	19
6.2 Tilanneselvitys .....	19
7. Kehittämissuunnitelma .....	21
7.1 Orgaaninen ja epäorgaaninen kemia .....	21
7.2 Mikrobiologia .....	23

Viitteet

Liitteet

## 1. Johdanto

Kauppa- ja teollisuusministeriö antoi metrologian neuvottelukunnan kemian jaostolle metrologian strategiahankkeeseen liittyen tehtäväksi vuonna 1998 selvittää, kuinka ainemäärän kansallinen mittanormaalijärjestelmä voitaisiin toteuttaa ja organisoida Suomessa. Lisäksi tehtävänantoon kuului asiaa koskevien ehdotusten laatiminen.

Kemian metrologian tehtävänä, kuten fysikaalisen metrologiankin, on parantaa ja varmentaa mittausten luotettavuutta ja jäljitettävyyttä SI-yksiköihin. Kemiallisten mittausten jäljitettävyyden ainemäärää ilmoittavaan yksikköön, mooliin, tai muihin SI-yksiköihin ei ole niin suoraviivaista kuin monissa fysikaalisen metrologian alan mittaauksissa. Ainemäärä määritelmänsä mukaisesti pitää sisällään kvalitatiivisen ja kvantitatiivisen osan: se on kyseiselle alkuaineelle tai kemialliselle yhdisteelle ominainen yksikkö. Ainemäärän määritelmän kaksikäsitteisyys ja kemiallisten mittausten määrittämismenetelmät tuovat kemian metrologiaan omat erityispiirteensä. Jäljitettävyyden kemiassa johtaa yleensä sertifiointeihin vertailumateriaaleihin ja vain harvoin kansainvälisesti hyväksytyihin primaarimenetelmiin, jotka ovat jäljitettävissä edelleen SI-yksiköihin.

Tärkeitä seikkoja analyysitulosten luotettavuuden kehittämisessä ovat mm. jäljitettävyyden, mittauserävarmuuden määrittäminen, vertailumateriaalit, menetelmien validointi, pätevyystestit ja henkilöstön pätevyys [1]. Oleellinen ja tärkeä osa kemiallista mittausprosessia on myös näytteenotto.

Kemiallisia mittauksia käytetään yleisesti päätöksenteon pohjana ja siksi mittausten luotettavuuden varmistaminen on ensiarvoisen tärkeää. Kemiallisia mittauksia tehdään lakisääteisenä tai sopimukseen pohjautuvana toimintana, vapaaehtoisena toimintana sekä seuranta- ja tarkkailutoimintana mm. ympäristönsuojelun, kaupankäynnin, kliinisten tutkimusten, teollisuuden prosessien, laadunvalvonnan, tieteen, ihmisten terveyden ja turvallisuuden alueilla [1].

Metrologian neuvottelukunta perusti kemian jaoston vuonna 1995. Kemian jaosto valmisti ensimmäisellä toimikaudellaan ”metrologian neuvottelukunnan kemian jaoston strategian” (Mittatekniikan keskuksen julkaisu J11/1997), joka sisältää kemiallisten ja mikrobiologisten mittausten jäljitettävyyden parantamista koskevia ehdotuksia ja suosituksia. Valmistelu perustui jaoston asiantuntijatyöryhmien selvityksiin ja Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen Kemiantekniikan kauppa- ja teollisuusministeriön rahoituksella tekemään Suomen tilannetta ja tarpeita koskevaan kartoitukseen. Strategiaan sisältyvät ehdotukset ja suositukset ovat yleisluontoisia ja liittyvät osittain laajempaan kemiallisten ja mikrobiologisten mittausten varmentamiseen ja sektorikohtaisten vertailulaboratorioiden velvoitteisiin. Kansallisen mittanormaalijärjestelmän kehittämiseen ja kansainvälisen jäljitettävyyden järjestämiseen raportissa ei oteta yksilöidysti kantaa.

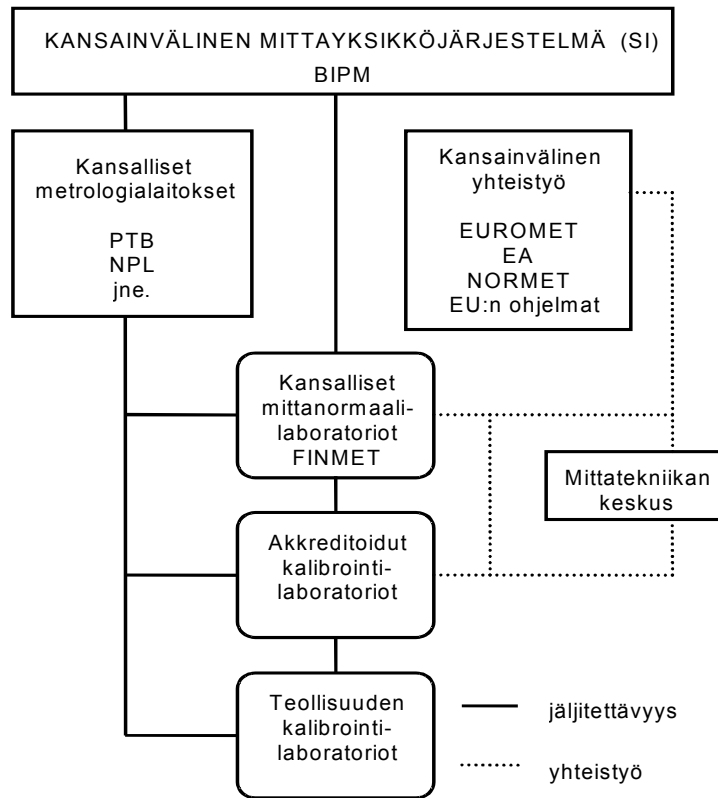
Nykyisen kemian jaoston työryhmissä käsiteltiin rinnakkain kemian kansallisen metrologisen järjestelmän kehittämistä ja toisaalta kemiallisten ja mikrobiologisten mittausten varmentamista yleisemmin. Tavoitteena on ollut saada riittävän

monipuolinen kokonaiskuva ja perusta strategisten kehittämislinjausten tekemiseksi ja edellytettyjen kansallisten metrologiapalvelujen kehittämiseksi sekä arvioida kemian metrologian kehittämismalleja ja mahdollisia rakenteita Suomessa.

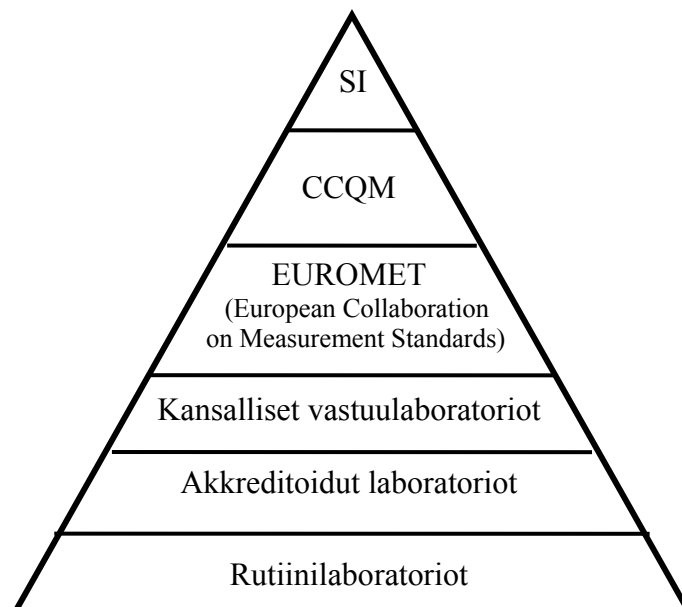
Selvityksessä on otettu huomioon painojen ja mittojen yleiskokouksen CGPM:n (Conférence Générale des Poids et Mesures) ja kansainvälisen paino- ja mittakomitean CIPM:n (Comité International des Poids et Mesures) perustaman ainemäärän suurekohtaisen komitean CCQM:n (Comité Consultatif pour la Quantité de Matière) suositukset, voimassa oleva kansallinen lainsäädäntö, edellisen neuvottelukunnan kemian jaoston tekemä valmistelutyö, jaoston tiedossa olevien kotimaisten ja kansainvälisten selvitysten tulokset sekä alan kehitysnäkymät.

Mittatekniikan keskuksen tehtävänä on huolehtia SI-järjestelmän mittayksiköiden toteuttamisesta Suomessa. Mittatekniikan keskus vastaa kansallisten mittanormaalien ja kalibrointipalvelujen kehittämisestä sekä ylläpitämisestä kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen mukaisille SI-yksiköille. Päätös perustuu Mittatekniikan keskuksen esitykseen. Kansallisia mittanormaaleja ylläpidetään kansallisen tarpeen mukaisille mittayksiköille. Mittatekniikan keskus vastaa myös siitä, että muihinkin yksiköihin liittyviä, jäljitettäviä kalibrointipalveluja on saatavilla joko Suomesta tai ulkomailta. Suomen kansallinen mittaustalvelu ja sen liittyminen ulkomaisiin järjestelmiin on esitetty kuvassa 1. Kuvassa 2 on malli kemian metrologian hierarkiseksi rakenteeksi Suomessa.

Liitteessä 1 on luettelo esityksessä käytetyistä lyhenteistä.



Kuva 1. Suomen kansallinen mittaustalve ja kansainvälinen yhteistyö.



Kuva 2. Malli kemian metrologian hierarkisesta rakenteesta Suomessa.

## 2. Kemian metrologiaan liittyviä käsitteitä

Kemian metrologian tavoitteena on parantaa ja varmentaa kemiallisten mittausten luotettavuutta ja jäljitettävyyttä SI-yksiköihin. Haastetta parantaa kemiallisten mittausten laatua tuovat mm. kemiallisille mittauksille asetetut, kasvavat vaatimukset, parempi tarkkuus, alhaisempien pitoisuuksien mittaaminen, analyysien kehittyminen spesifisempään suuntaan, monimutkaisemmat näytteet, vaativat ympäristöolosuhteet, nopeammat analyysit sekä *on-line* ja *on-site* -mittaukset.

Mittaustulosten jäljitettävyydellä tarkoitetaan mittaustuloksen tai mittanormalin yhteyttä ilmoitettuihin referensseihin, yleensä kansallisiin tai kansainvälisiin mittanormaaleihin, sellaisen aukottoman vertailuketjun välityksellä, jossa on ilmoitettu kaikkien vertailujen epävarmuudet [2]. Mittanormaalilla tarkoitetaan kiintomittaa, mittaustilaa, vertailuainetta tai mittausjärjestelmää, jolla määritetään, realisoidaan, säilytetään tai toistetaan suureen mittayksikkö tai suureen yksi tai useampi referenssiarvo [2].

CCQM on määritellyt kemian metrologian primaarimenetelmät (primary method, primary direct method ja primary ratio method) ja primaarivertailumateriaalit (primary reference material) sekä järjestää niihin liittyviä kansainvälisiä vertailumittauksia [3-6].

### Kemian metrologian primaarimenetelmät

*Primaarimenetelmäksi kutsutaan mittaussuunnitelmaa, jolla on korkeimmat mahdolliset metrologiset ominaisuudet, sen toiminta on täysin kuvattu ja ymmärretty ja sille voidaan tehdä laskelma kokonaisepävarmuudesta SI-yksiköiden avulla.*

Primaarimenetelmät jaotellaan edelleen suoraksi (primary direct method) ja suhteelliseksi (primary ratio method) primaarimenetelmäksi.

*Suoralla primaarimenetelmällä mitataan suureen arvoa vertaamalla sitä saman suureen mittanormaaliin. Näitä menetelmiä ovat esim. kulometria ja gravimetria.*

*Suhteellisessa primaarimenetelmässä mitataan suureen arvon ja sen mittanormalin arvon välinen suhde; sen toiminta täytyy olla täysin määritetty mittausta kuvaavan yhtälön avulla. Tällainen menetelmä on esim. isotooppilaimennus massaspektrometria (IDMS).*

Eri primaarimenetelmiä voidaan käyttää myös yhdessä.

Primaarimenetelmiä ovat tällä hetkellä:

- isotooppilaimennus massaspektrometria (IDMS),
- gravimetria,
- titrimetria,
- kulometria,
- jäätymispisteen alenema.

### **Primaarivertailumateriaalit**

*Primaarivertailumateriaaliksi kutsutaan vertailumateriaalia, jonka ominaisuudet on määritetty primaarimenetelmän avulla korkeimmalla mahdollisella metrologisella tasolla.*

Muita yleisesti käytössä olevia vertailumateriaaleja ovat mm. sertifioidut vertailumateriaalit ja muut, esimerkiksi itse valmistetut vertailumateriaalit [7]. Vertailumateriaaleista on olemassa kansainvälisiä tietokantoja. Esimerkiksi ISO-REMCON (ISO Committee on Reference Materials) kehittämässä COMAR-tietokannassa (International Data Bank on Reference Materials) on yli 10 000 erilaista vertailumateriaalia.

### 3. Mittatekniikan keskuksen ja metrologian neuvottelukunnan tehtävät ja vastuut

Mittanormaalijärjestelmän osalta Mittatekniikan keskusta ja metrologian neuvottelukuntaa koskevia säädöksiä ovat: laki n:o 1156/1993 mittayksiköistä ja mittanormaalijärjestelmästä, asetus n:o 972/1994 mittanormaalijärjestelmästä, kauppa- ja teollisuusministeriön päätös n:o 478/1995 ylläpidettävistä kansallisista mittanormaaleista sekä asetus n:o 450/1994 metrologian neuvottelukunnasta.

Mittatekniikan keskuksen tehtävänä on suorittaa säännöksissä ja määräyksissä edellytetyt mittanormaalijärjestelmän toteuttamiseen ja toimielinten pätevyyden toteamiseen liittyviä tehtäviä; seurata yleistä kehitystä toimialallaan ja tehdä esityksiä toimialansa lainsäädännön kehittämiseksi; suorittaa toimialaansa koskevia selvityksiä, osallistua alansa tutkimustoimintaan ja antaa lausuntoja toimialaansa liittyvistä kysymyksistä; harjoittaa toimialaansa kuuluvaa julkaisu- ja tiedotustoimintaa ja osallistua alansa koulutustoimintaan; sekä seurata kansainvälistä kehitystä ja pitää yhteyttä kotimaisiin ja ulkomaisiin viranomaisiin ja laitoksiin. Mittatekniikan keskuksen tehtävänä on myös tehdä esitykset kauppa- ja teollisuusministeriölle niistä yksiköistä, joista Suomessa ministeriön päätöksellä ylläpidetään kansallista mittanormaalia. Lisäksi Mittatekniikan keskus huolehtii kansallisten mittanormaalien kansainvälisestä jäljitettävyydestä, vastaa mittanormaalijärjestelmän yleisestä toteuttamisesta ja kehittämisestä; ohjaa, valvoo ja nimeää kansalliset mittanormaali-laboratoriot ja määrittelee niiden kansalliset mittanormaalit.

Metrologian neuvottelukunnan tehtävänä on määrittellä metrologiaa koskevia yleisiä suuntaviivoja; edistää mittausten varmentamista ja eri viranomaisten välistä yhteistyötä; seurata ja edistää metrologiaa koskevaa kansainvälistä yhteistyötä; seurata metrologista kehitystä ja tutkimusta; tehdä esityksiä ja aloitteita metrologisen tutkimus-, koulutus- ja tiedotustoiminnan kehittämiseksi; valmistella ehdotuksia metrologiaa koskeviksi säännöksiksi ja määräyksiksi; antaa lausuntoja ja toimia asiantuntijana metrologiaa koskevissa asioissa; tehdä muita metrologiaa koskevia aloitteita; sekä hoitaa muut kauppa- ja teollisuusministeriön sekä Mittatekniikan keskuksen ja turvatekniikan keskuksen antamat valmistelutehtävät.

*Työryhmät katsovat, että nykyinen rakenne, jossa kemian jaosto työryhmineen on yksi metrologian neuvottelukunnan kolmesta jaostosta on hyvä ja toimiva. Jaoston yksi tärkeimmistä tehtävistä on kehittää eri hallinnonalueilla toimivien laboratorioiden (sektorilaboratorioiden) välistä yhteistyötä.*

## 4. Kemiallisten ja mikrobiologisten mittausten järjestelmä

### 4.1 Kansainvälinen yhteistyö

Kemian metrologiaa käsitellään useissa kansainvälisissä organisaatioissa laboratoriotason analyysien jäljitettävyyden, keskinäisen yhteensopivuuden ja vertikaalisen kelpoisuuden kehittämiseksi. Kemian metrologian parissa aktiivisesti työskentelevät mm. CCQM ja Euroopan komission JRC:hen (Joint Research Centre) kuuluva IRMM (the Institute of Research Materials and Measurements) sekä mm. EUROMET (European Collaboration on Measurement Standards), EURACHEM (Forum for European Analytical Chemistry), CITAC (Cooperation for International Traceability in Analytical Chemistry), ISO (International Organization for Standardization) ja CEN (European Committee for Standardisation). Liitteessä 2 on lueteltu organisaatioiden internetosoitteita.

IRMM:n tavoitteena on edistää kemian mittausten jäljitettävyyttä Euroopassa sisämarkkinakaupan, ympäristön, terveyden ja kuluttajansuojan sektoreilla. IRMM:n järjestää korkeatasoisia vertailumittauksia, tuottaa jäljitettäviä sertifioituja vertailumateriaaleja, perustaa tietokantoja ja tehdä alan tutkimusta. IRMM:n IMEP-ohjelmassa (International Measurement Evaluation Programme) on tehty mm. metallit vedessä ja seerumissa vertailumittauksia. IMEP-ohjelman tähtäimenä on toimia välineenä jäljitettävyyteen SI-yksiköihin laboratoriolle, hallinnon alueille ja kansallisille akkreditointielimille. IMEP-ohjelma mahdollistaa metrologisten vertailumateriaalien jäljitettävyyden SI:hin käyttämällä primaarimenetelmiä niiden valmistuksessa.

EUROMET on järjestänyt mm. vertailuja kaasuanalytiikassa ja pH-mittauksissa. EUROMETin kemiaan liittyvät projektit on lueteltu liitteessä 3.

Kemiallisten mittausten laatuasioihin on Euroopan tasolla keskittynyt EURACHEM ja kansainvälisellä tasolla CITAC.

EURACHEM on julkaissut seuraavat oppaat: Accreditation for Chemical Laboratories (1993), Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement (1995), Accreditation for Microbiological Laboratories (1996), The Fitness for Purpose of Analytical Methods: A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics (1998), Harmonised Guidelines for the Use of Recovery Information in Analytical Measurements (1998) ja Quality Assurance for Research and Development and Non-routine Analysis (1998).

CITAC on järjestänyt laborioiden välisiä mittauksia pyrkien toimimaan yhdysiteenä primaarimittauksien ja käytännön tason välillä. CITACin oppaat ovat Guide CG1: International Guide to Quality in Analytical Chemistry ja EURACHEM/CITAC Guide CG2: Guide to Quality Assurance in Research and Development and Non-Routine Analysis.

ISO-REMCO on tehnyt työtä ennen kaikkea vertailumateriaalien vertailumateriaalien laadun parantamiseksi. ISO-REMCO on kehittänyt COMAR-tietokannan vertailumate-

riaaleista. Aasian ja Tyynen valtameren alueen metrologia- ja akkreditointiyhteistyön puitteissa järjestetään alueellisia laboratorioden välisiä vertailuja.

Suomalaiset laboratoriot ovat osallistuneet 83 projektiin EU:n 4. puiteohjelmaan kuuluvassa standardit, mittaukset ja testaus -ohjelmassa (SMT) vuosina 1994 – 1998. Huomattava osa projekteista sisälsi kemian alan vertailumittauksia ja myös vertailuaineiden valmistusta ja sertifiointia. Yksityiskohtainen yhteenveto suomalaisten osallistumisesta ohjelmaan on julkaistu Mittatekniikan keskuksen julkaisusarjassa (J8/1998). Kemiaan liittyviä projekteja on lueteltu liitteessä 4.

SMT-ohjelman edelleen kehittämiseksi EU:n komissio teki vuonna 1998 selvityksen *Metrology in chemistry, current activities and future requirements in Europe* [8]. Suomesta yhteyshenkilönä toimi ohjelmakomitean jäsen Veikko Komppa (VTT). Kemiallisten mittausten metrologisen tukijärjestelmän kehittäminen sekä kemiallisten mittausten laadun parantaminen todettiin raportissa erittäin tärkeäksi. Kyselyyn vastanneista EU-maista vähemmistöllä on selkeästi määritellyt vastuut ja menettelyt kemian metrologiassa. Mm. kaupankäynti ja säännökset ovat kuitenkin lisäämässä vaatimuksia kemiallisille mittauksille. Sektorikohtaista kehittämistä on meneillään menetelmien validoinnissa sekä vertailukelpoisuuden ja jäljitettävyyden varmentamisessa elintarvikkeiden ja maatalouden, ympäristön, kliinisen, farmaseuttisen, oikeuslääketieteellisen ja eräiden teollisuuden alojen kemiallisille mittauksille. Kaasuanalytiikassa on vastattu lakisäätöihin tarpeisiin mm. autojen pakokaasumittausten ja ympäristömittausten osalta. EU:n SMT-ohjelman kemiallista metrologiaa koskevassa selvityksessä v. 1999 käsiteltiin myös vertailumittauksia, joihin mm. suomalaiset laboratoriot ovat osallistuneet (liite 5).

Kemian ja biologian metrologiasta tehtiin selvitys SMT-projektina [9]. Selvitykseen osallistui Suomesta Raimo Niemelä Työterveyslaitokselta. Kaikkiaan asiantuntijoita oli yhdeksästä EU-maasta. Työn tarkoituksena oli auttaa käyttäjätason analytiikkoja kehittämään työskentelytapoja ja keinoja jäljitettävyyden aikaansaamiseksi sekä tehdä suosituksia EU-maille ja tuoda esiin näkökohtia EU:n 5. puiteohjelman sisällölle.

Vertailumateriaalien käytöstä ja tarpeista tehtiin selvitys SMT-projektina syyskuussa 1998. Kyselyyn osallistui 18 maata. Koordinaattorina Suomesta toimi Margaretha Wahlström (VTT). Tarvetta esiintyy vertailumateriaalien valmistuksen priorisoinnille, vertailumateriaalien saatavuudelle ja käytölle, koulutukselle, vertailumateriaalien ja todellisten näytteiden yhteensopivuudelle sekä tietyille isotooppileimatuille vertailumateriaaleille.

Nordtestin Bioteknologi och Kemi –strategiaryhmä on tehnyt selvityksennimeltään ”A Nordic Network of Environmental Chemical Reference Laboratories” [10]. Nordtestissä erillisen kemian analytiikan asiantuntijaryhmän perustamista ei ole nähty tarpeelliseksi vaan strategiaryhmä Bioteknologi med Kemi toimii alan asiantuntijaryhmänä.

## 4.2 Kehityshankkeet muissa maissa

Tanskassa määriteltiin vuonna 1995 tärkeiksi ympäristö-, kliininen-, materiaali-, elintarvike-, rehu- ja biokemia, mikrobiologia ja pH. Tavoitteeksi määriteltiin vertailulaboratorioiden nimeämisen lisäksi jäljitettävyyden kehittäminen ja kansainväliseen työhön osallistuminen, joita ovat esim. EURACHEM ja EUROMET sekä EU:n tutkimusohjelmat. Tällä hetkellä Tanskassa on kansallinen mittanormaallilaboratorio pH-mittauksille. Kansallinen metrologian laitos DFM kehittää menetelmää veden johtokyvyn mittaamiselle sekä kaasuseosten analysointiin perustuen infrapuna-alueen optiseen spektroskopiaan. Lisäksi useita sektoritutkimuslaboratorioita on nimetty alansa kansallisiksi vertailulaboratorioiksi.

Ruotsissa kemian metrologian kehittämisestä vastaa SP (Sveriges Provnings- och Forskningsinstitutet). Se toimii Ruotsin edustajana myös CCQM:ssä, EUROMETissa ja EURACHEMissa sekä vastaa osallistumisesta IRMM:n järjestämiin IMEP-vertailumittauksiin. SP myös ylläpitää vertailumateriaalien COMAR-tietokantaa ja toimii uusien sertifioidujen vertailumateriaalien pohjoismaisena koordinoitikeskuksena.

Kansalliset metrologialaitokset Saksassa PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) ja Sveitsissä OFMET (Office Fédéral de Métrologie) ovat tehneet yhteistyösopimukset kansallisten kemian alan tutkimuslaboratorioiden kanssa (BAM, Bundesanstalt für Materialforschung and Prüfung ja EMPA, Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research) kemian metrologian kehittämiseksi.

Alankomaiden kansallinen metrologialaitos NMI-VSL (Nederlands Meetinstituut: Van Swinden Laboratorium) toimii maansa koordinoitikeskuksena kemiallisten mittausten tarvitsemille kalibroinneille, vertailumateriaaleille ja jäljitettävyydelle (NBR, The Netherlands Bureau for Reference Materials). Sen tavoitteena on kansallisen infrastruktuurin kehittäminen kemiallisten mittausten jäljitettävyydelle sekä jäljitettävien sertifioidujen vertailumateriaalien käytön edistäminen. NMI-VSL on toiminut CCQM:n kaasuseosvertailun vastuulaboratoriona (Interlaboratory Study II).

Yhdysvaltojen kansallinen metrologian laitos NIST (National Institute of Standards and Technology) on johtavia laitoksia maailmassa kemian alalla. Vuonna 1901 perustetun laitoksen tavoitteina on vahvistaa Yhdysvaltojen teollisuuden kilpailukykyä, kehittää tiedettä ja tekniikkaa, kansanterveyttä, turvallisuutta ja ympäristöä. Se suorittaa myös perus- ja soveltavaa tutkimusta fysiikassa ja tekniikassa sekä kehittää mittaustekniikoita, testimenetelmiä ja standardeja.

Australiassa on perustettu kansallinen analyttinen vertailulaboratorio (NARL, National Analytical Reference Laboratory) vuonna 1997. Tavoitteena on ollut käyttäjätason mittausten kytkeminen suoraan kansallisiin mittanormaaleihin, jotka on kytketty muiden maiden mittanormaaleihin kansainvälisten vertailujen avulla. Järjestelmää kehitettäessä on otettu huomioon kauppapoliittinen näkökohta, mikä on tärkeää esim. vientimaan vaatimusten täyttämässä sekä kaupankäynnin eri osapuolien tulosten luotettavuuden osoittamisessa riitatilanteissa. Esimerkki mahdollisesta varteenotettavasta mittaongelmasta esiintyy maataloustuotteiden pestisidien jäämäanalyysissä.

Erityisen suuren haasteen tarkkojen ja jäljitettävien mittausten suorittamiselle tuokiellettyjen aineiden mittaukset Sydneyn olympialaisten yhteydessä.

### 4.3 EU:n vertailulaboratoriot

Eläinperäisten elintarvikkeiden jäämätestauksen alalla muodostettiin Euroopassa 1990-luvun alussa vertailulaboratorioiden verkosto. Tämä koostuu neljästä johtavasta EU:n laboratoriosta (CRL, community reference laboratory) ja kussakin maassa toimivista kansallisista vertailulaboratorioista (NRL, national reference laboratory) sekä rutiinilaboratorioista (RFL, routine or field laboratory). Neljä EU:n johtavaa vertailulaboratoriota sijaitsevat Hollannissa, Ranskassa, Saksassa ja Italiassa. Ne toimivat myös maansa kansallisina vertailulaboratorioina. Kukin laboratorio vastaa tietyistä yhdisteistä (hormonit, lääkeaineet, pestisidit, metallit) ja omalla alueellaan ne vastaavat mm. seuraavista tehtävistä:

- auttaa kansallisia vertailulaboratorioita toteuttamaan laadunvarmistusjärjestelmää,
- edistää ja koordinoi uusien analyysimenetelmien kehittämistä ja jakaa tietoa uusista menetelmistä kansallisille laboratorioille,
- järjestää vertailumittauksia ja jakaa tunnetun pitoisuuden omaavia näytteitä ja standardeja analysoitavaksi,
- järjestää työkursseja,
- tekee työvierailuja kansallisiin vertailulaboratorioihin,
- analysoi näytteitä esim. riitatapauksissa.

Jäämävalvontaa toteuttaa kussakin maassa yksi tai useampi kansallinen vertailulaboratorio sekä rutiinilaboratoriot. EU:ssa on yhteensä noin 40 kansallista vertailulaboratoriota. Kukin laboratorio vastaa tiettyjen yhdisteiden tutkimisesta. Kansallisten laboratorioiden tehtäviä ovat esim:

- jäämävalvonnan koordinointi,
- vertailumittausten järjestäminen,
- EU:n vertailulaboratorioilta saadun tiedon jakaminen muille laboratorioille.

Euroopan komission DGXI:n (Directorate General XI) alaisuuteen on perustettu Eurooppalainen vertailulaboratorio ilman epäpuhtauksien seuranta varten (ERLAP, European reference laboratory of air pollution). Se on sijoitettu Italiassa Isprassa sijaitsevan EU:n tutkimuskeskuksen ympäristölaitokseen (JRC/Environment Institute). Sen tehtävänä on osallistua asiantuntijana EU:n ilmansuojelua koskevan lainsäädännön valmistelutyöhön, osallistua ilmansuojelua koskevaan eurooppalaiseen standardien valmistelutyöhön (CEN), järjestää ja tukea vertailumittauksiin osallistumista ja järjestämistä sekä osallistua EU:n ilmansuojelun kannalta keskeisiin tutkimushankkeisiin.

### 4.4 Kemiallisten ja mikrobiologisten mittausten järjestelmä Suomessa

Suomessa ei ole virallisesti vahvistettua ja organisoitua kansallista kemian metrologian infrastruktuuria.

Edellisen metrologian neuvottelukunnan kemian jaoston strategian yhteenvedossa todettiin kemian metrologian toiminnan olevan vähäistä Suomessa rajoittuen lähinnä vertailumittauksiin osallistumiseen ja niiden järjestämiseen. Raportissa käsiteltiin myös vertailumateriaalien, mittausepävarmuuskäsitteen ja –arvioiden sen hetkistä tilannetta. Kemian ja mikrobiologian alueen tutkimuslaboratorioiden todettiin tekevän hyvinkin laajaa teknistä yhteistyötä kotimaassa ja kansainvälisesti. Yhteistyötä kemian alueella tehdään monella eri tasolla eri hallinnon alueiden sisällä ja niiden välillä.

Kemiallisen ja mikrobiologisen laboratoriotoininnan erityispiirre on eri sektoreilla nimetyt tutkimus-, vertailu-, tuki- tai muut vastuulaboratoriot (reference laboratory). Niiden tehtävät ja vastuut annetaan kansallisessa lainsäädännössä tai laitosten omissa työjärjestyksissä. Lainsäädäntö perustuu joissakin tapauksissa EU:n direktiiveihin. Nämä laboratoriot edustavat alansa huippuosaamista Suomessa.

Maa- ja metsätalousministeriön tekemässä päätöksessä (340/1998), joka koskee eläimistä saatavien elintarvikkeiden tutkimuksia tekeviä laboratorioita, määrätään, että laboratoriotutkimusten kansallisena vertailulaboratoriona toimii Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos (EELA), merellisiä biotoksiineja koskevissa tutkimuksissa kansallisena vertailulaboratoriona toimii Tullilaboratorio ja eläimistä saatavien elintarvikkeiden radioaktiivisten aineiden tutkimuksissa Säteilyturvakeskus (STUK).

Maa- ja metsätalousministeriön tekemässä päätöksessä (340/1998) on määrätty kansallisen vertailulaboratorion tehtävät:

- 1) ohjata oman tehtäväkenttensä osalta tämän päätöksen mukaisesti hyväksytyjä laboratorioita erityisesti siltä osin kuin on kysymys vertailuaineista, laadunvarmistuksesta sekä tutkimus- ja näytteenottomenetelmistä;
- 2) ohjata valtakunnallisesti näytteitä tutkivien laboratorioiden toimintaa;
- 3) ohjata ja tarvittaessa säännöllisesti järjestää vertailututkimuksia; ja
- 4) toimia yhteistyössä Euroopan yhteisön vertailulaboratorioiden kanssa ja välittää näiltä saamaansa tietoa kansallisesti.

Ympäristöministeriö valmistelee päätöstä Suomen ympäristökeskuksen tutkimuslaboratorion toimimisesta kansallisena vertailulaboratoriona ympäristökemian, -mikro-biologian ja ekotoksikologian testustoiminnassa.

Kansanterveyslaitos toimii sosiaali- ja terveysministeriön asiantuntijalaitoksena ihmisen terveyteen liittyvissä kysymyksissä. (Laki kansanterveyslaitoksesta (828/1981) ja asetus kansanterveyslaitoksesta (374/1998)).

Elintarvikkeiden valvontaa varten lainsäädännössä on säädetty kansallisten vertailulaboratorioiden hyväksymisestä ja tehtävistä. Laissa eläimistä saatavien elintarvikkeiden elintarvikehygieniasta (1195/1996) määrätään, että asianomainen ministeriö hyväksyy kansalliset vertailulaboratoriot eläimistä saatavien elintarvikkeiden tutkimuksia varten ja määrää niiden tehtävät.

Laboratoriot voivat myös toimia kemiallisten erityistilanteiden asiantuntijalaitoksina (liite 6), joilla tarkoitetaan äkillisiä tai hitaammin kehittyviä kemiallisia onnettomuuksia, joihin liittyy ympäristö- ja terveysvaikutuksia tai niiden vaaraa.

Laboratoriot voivat myös suorittaa erilaisia seurantatehtäviä, kuten esim. Maatalouden tutkimuskeskuksen kemian laboratorio, joka tekee kansallista seleeniseurantaa.

### **EU:n lainsäädäntö**

EU:n puite- ja tytärdirektiiveissä määrätään valvonta- ja seurantamittauksia monilla aloilla. Näitä direktiivejä ovat mm. juomavesidirektiivi (98/83/EY), ilmansuojeludirektiivi (ilman epäpuhtauden puitedirektiivi), elintarvikedirektiivit ja kemikaalidirektiivit (67/548/ETY) sekä sellu- ja paperiteollisuuden lupaehtoihin vaikuttava IPPC-direktiivi (Integrated Pollution Prevention and Control). Eläinperäisten elintarvikkeiden vierasainetutkimukset toteutetaan pääasiallisesti jäämävalvonnasta annettujen direktiivien (92/46/EY) mukaisesti.

Uusia EU-vaatimuksia on tulossa mm. hiilivetyjen ja liuottimien korkeimpiin sallittuihin pitoisuuksiin vedessä ja ilmassa. EU panostaa tutkimuksessaan voimakkaasti globaaleihin ilmiöihin, kuten leviämismallien kehittämiseen partikkeleille ja kaasuille ilmakehässä. Velvoitteita on tulossa myös jätteille sekä jätteenpoltolle. Vesipolitiikan puitedirektiivi julkaistaneen vuoden 2000 aikana. Se tulee edellyttämään nykyisten seuranta- ja velvoitetarkkailuohjelmien huomattavaa muuttamista.

### **Koulutus**

Kemian päivien järjestäjän Suomen Kemian Seuran SKKS:n jaosto EURACHEM Suomi on järjestänyt laatuasioihin liittyvää koulutusta. Vuonna 1998 järjestettiin vertailumittausseminaari ja EURACHEMin 10-vuotisjuhlien yhteydessä kesäkuussa 1999 järjestetään kansainvälinen mittausepävarmuusseminaari. Kemian päivien yhteydessä järjestetään analyttisen ja kliinisen kemian symposiumeja ja esitelmätilaisuuksia. Lisäksi Suomessa järjestetään kemian alan perusopetusta ja täydennyskoulutusta.

Suomen ympäristökeskus järjestää ympäristölaboratorioille laboratoriopäivät kerran vuodessa. Labquality Oy järjestää koulutustilaisuuksia useilla eri kliinisen kemian ja mikrobiologian osa-alueilla.

AEL järjestää laboratorioalan kursseja, joita ovat mm. kurssit mittausepävarmuudesta sekä tilastollista menetelmistä laboratoriossa. Syksyn 1998 ja kevään 1999 kurssit ovat käsitelleet laboratoriotekniikkaa, laatua, terveyttä ja turvallisuutta, ympäristöä ja tiimivalmennusta.

### **Vertailumittaukset ja vertailumateriaalit**

Suomalaiset laboratoriot ovat osallistuneet aktiivisesti SMT-vertailumittausprojekteihin. SMT-ohjelmassa on kehitteillä tietojärjestelmä eri EU-maissa menossa olevista

testauslaboratorioiden vertailumittauksista. Suomesta projektissa on mukana Kirsti Haapala Suomen Ympäristökeskuksesta.

Suomen ympäristökeskus järjestää ulkoisia laaduntarkkailuja yli 200 ympäristölaboratoriolle Suomessa vesi-, maa-, liete- ja sedimenttinäytteiden analysointiin.

Ulkoisen laadunarvioinnin ja sisäisen laadunohjauksen palveluja laboratorioille Suomessa ja ulkomailla tarjoaa Labquality Oy, joka on terveydenhuollon eri sektoreiden yhteinen organisaatio. Labquality Oy järjestää ulkoisen laaduntarkkailun kierroksia eri erikoisaloille: kliininen kemia, mikrobiologia, fysiologia, hematologia, immunologia, patologia, isotooppilääketiede, laboratoriolaitteet, geneettiset tutkimukset ja eläinlääketiede. Labquality Oy:n kliinisen yleiskemian kierroksille osallistuvat laboratoriot olivat mukana mm. EU:n JRC/IRMM:n järjestämässä IMEP-7 (Trace Elements in Human Serum) tutkimuksessa 1997, josta raportti valmistui syyskuussa 1998 [11].

Vertailumateriaalit ostetaan yleensä ulkomaisilta valmistajilta, mutta niitä valmistetaan myös itse omiin tarpeisiin sekä pienemmissä määrin kaupallisiin tarpeisiin. Esimerkiksi Maatalouden tutkimuskeskus valmistaa ja myy vertailunäytteitä elintarvikemateriaaleista, joiden pitoisuudet on julkaistu kansainvälisissä julkaisusarjoissa. Rautaruukki Oy on ollut mukana analysoimassa kansainvälisiä vertailumateriaaleja sekä tehnyt vertailumateriaaleja omaan käyttöön. VTT valmistaa permeaatioputkia kaasumittausten vertailuaineeksi. Geologisessa tutkimuskeskuksessa on aloitettu oman alansa vertailumateriaalien valmistus.

Suomessa COMAR-tietokannan on hankkinut itselleen vertailuaineita maahantuova yritys Pineco Trading Oy.

## 5. Selvitys kemian metrologian tilanteesta ja sen kehittämismahdollisuuksista

### 5.1 Selvityksen tavoitteet

Selvitystyö toteutettiin metrologian neuvottelukunnan kemian jaoston ja sen orgaanisen ja epäorgaanisen kemian työryhmissä. Työryhmien tavoitteena oli selvittää seuraavat seikat:

- millä kemian alueilla mahdollisimman kattavan jäljitettävyyden luominen on tärkeää,
- mitä keinoja ja mahdollisuuksia jäljitettävyyden luomisessa on tällä hetkellä ja mitkä ovat suurimmat ongelmat jäljitettävyyden luomisessa,
- onko laboratorioilla aktiviteetteja CCQM:n, Eurometin ja IRMM:n järjestämissä tai muiden kansainvälisten organisaatioiden projekteissa.

Selvitystyötä tehtäessä tärkeitä seikkoja todettiin olevan:

- kansalliset tarpeet kattavien mittanormaalilaboratorioiden nimeäminen joillekin CCQM:n hyväksymille primaarimenetelmille,
- sopiminen kansallisten laboratorioiden kanssa kansainvälisen jäljitettävyyden ylläpidosta tietyllä alueella,
- kemian mittausten metrologisten menetelmien kehittäminen,
- kytkeytyminen kansainväliseen jäljitettävyyjärjestelmään käyttämällä jäljitettäviä, sertifioituja vertailumateriaaleja ja osallistumalla vertailumittauksiin,
- yleisen metrologisen laadunhallinnan kehittäminen.

Seuraavia seikkoja painotetaan kemian kansallista mittanormaalilaboratoriotoimintaa suunniteltaessa:

- kansallisten mittanormaalilaboratorioiden tulee palvella alallaan koko maan tarpeita, osallistua oman alansa korkean tason vertailumittauksiin ja vastata alansa kansallisten vertailumittausten järjestämisestä,
- koulutuksen ja taitotiedon jakaminen koko kentälle tulee varmistaa,
- kansallisten mittanormaalilaboratorioiden tulee ylläpitää korkeaa laatutasoa sekä niillä tulee olla pysyvä henkilökunta,
- valtion tulee turvata kansallisten mittanormaalilaboratorioiden toiminnan rahoitus.

Jaoston tavoitteena on kemian metrologian järjestelmän kehittäminen kansainvälisesti tunnustetulla tavalla. Järjestelmä pitää sisällään kuvan 1 mukaisen jäljitettävyyssrakenteen sekä yhteydet kansainvälisiin metrologian organisaatioihin. Järjestelmän hierarkkinen rakenne on esitetty kuvassa 2.

## 5.2 Kemian metrologian tilanneselvitys

### 5.2.1 Primaarimenetelmät

Kemian jaosto ja sen orgaanisen ja epäorgaanisen kemian työryhmät edellyttävät primaarimenetelmien käyttöä jäljitettävyyden luomisessa. Työryhmät määrittivät Suomen kannalta IDMS:n tärkeäksi primaarimenetelmäksi. Epäorgaanisen kemian ryhmässä IDMS:n lisäksi pidettiin gravimetriaa, titrimetriaa ja kulometriaa tärkeinä primaarimenetelmänä. Orgaanisen kemian työryhmää kiinnostaa myös NMR-menetelmä (Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy), mikäli se tullaan lisäämään CCQM:n primaarimenetelmien listaan.

Laboratorioissa käytetään kemiallisissa mittauksissa IDMS:ää, vaikka se ei ole Suomessa käytössä metrologisessa tarkoituksessa johtuen SI-yksikköön jäljitettävien primaarivertailumateriaalien huonosta saatavuudesta.

Seuraavilla laitoksilla on periaatteelliset IDMS-valmiudet:

- Geologian tutkimuskeskus	Epäorgaaninen kemia
- Suomen ympäristökeskus	Epäorgaaninen kemia
- Valtion teknillinen tutkimuskeskus	Epäorgaaninen ja orgaaninen kemia
- Kansanterveyslaitos	Orgaaninen kemia
- Keskuslaboratorio	Orgaaninen kemia.

Muiden primaarimenetelmien titrimetrian, gravimetrian ja kulometrian osaaminen on vahva teollisuudessa ja tutkimuslaitoksissa.

Kaasunormaalien valmistuksessa primaarimenetelmänä käytetään gravimetriaa. Suomessa kaasunormaaleja tuottavat AGA Oy ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Ilmatieteen laitos ylläpitää korkeatasoisia ilmansuojelun kannalta keskeisimpien kaasumaisten yhdisteiden normaaleja.

### 5.2.2 Vertailumateriaalit

Työryhmät asettavat keskeiseksi tavoitteeksi sertifioidujen, SI-yksiköihin jäljitettävien vertailumateriaalien saatavuuden turvaamisen. Korkeatasoisten SI-yksiköihin jäljitettävien vertailumateriaalien valmistukseen tulee Suomessa panostaa, vain mikäli se katsotaan kansallisesti välttämättömäksi.

EU:n 5. tutkimusohjelman avautuessa kemian jaoston kautta tullaan tiedottamaan tarjouskierroksista ja kannustamaan asiantuntijoita tekemään esityksiä projekteiksi mm. sertifioidujen vertailuaineiden kehittämiseksi ja vertailumittausten järjestämiseksi.

### 5.2.3 Vertailumittaukset

Työryhmät toivovat Suomen osallistumista CCQM:n järjestämiin vertailumittauksiin (liite 7) ja edellyttävät laboratorioden osallistumista muihin kansainvälisiin, jäljitettäviin vertailumittauksiin.

Teollisuuden mielestä vertailumittauksiin osallistuminen on kauppapoliittisesti tärkeää. Esimerkiksi yritysten tekemissä kauppasopimuksissa, joissa kauppatavaran arvo määritetään kemiallisen analyysin perusteella, on ostajan ja myyjän lisäksi yhteisesti hyväksytty kolmas osapuoli. Tämän analyysipalveluja käytetään hyväksi silloin, kun analyysitulokset eroavat toisistaan yli sallitun rajan.

Vertailumittausten tulokset eivät useinkaan ole julkisia. Haittapuolia vertailumittausten avoimuuden puuttumisesta metrologisessa mielessä on, ettei tavoitetulosta pystytä jälkikäteen todentamaan.

Työryhmät toteavat, että vertailumittauksiin osallistumisesta saatua tietoutta mittausepävarmuusarvioinnista voidaan hyödyntää laboratorion toiminnassa.

Korkeatasoisia vertailumittauksia, joiden tavoitetuloksen jäljitettävyys tunnetaan, ei järjestetä riittävästi. Myöskään tietoutta erilaisista vertailumittausohjelmista ei ole helposti saatavissa. Saatavuutta helpottamaan on SMT-ohjelmassa on kehitteillä tietojärjestelmä internetiin eri EU-maissa menossa olevista testauslaboratorioiden vertailumittauksista.

Lisäksi järjestetään sektorikohtaisia vertailumittauksia. Näitä ovat mm. elintarvikevalvonnassa EU:n vertailulaboratorioiden toimesta järjestettävät vertailut elintarvike- ja ilmansuojelun alalla.

#### **Orgaaninen kemia**

CCQM:n vertailumittauksista orgaanisen kemian työryhmän tärkeänä pitämät vertailumittaukset ovat p,p'-DDE (DDT:n metaboliitti), kolesteroli seerumissa ja alkoholit ilmassa ja työssä.

CCQM:n järjestämiin vertailumittauksiin ei ole vielä osallistuttu Suomesta. IRMM ja EUROMET eivät ole järjestäneet orgaanisen kemian analytiikasta korkeantason jäljitettäviä vertailumittauksia.

#### **Epäorgaaninen kemia**

Tärkeät vertailumittauskohteet ovat metallit eri matriiseissa, rauta maitojauheessa, kaasujen massavirtaus, autojen pakokaasujen ja ilmanlaadun mittaukset, pH-vertailumittaukset, veden sähkönjohtokyvyn mittaukset sekä CEN-liukoisuustestit sekä saastuneen maaperän analyysit.

IRMM:n järjestämiin metallit seerumissa (IMEP-7) vertailumittaukseen on osallistuttu Suomesta Labqualityn koordinoimana. IRMM:n järjestämiin metallit vedessä vertailumittauksiin on osallistunut monta suomalaista laboratoriota.

#### **5.2.4 Tärkeät mittauskohteet**

Tärkeitä alueita kemian metrologian kehittämisessä ja jäljitettävyyden luomisessa Suomeen ovat ihmisen terveys ja hyvinvointi sekä ympäristö.

##### **Orgaaninen kemia**

Orgaanisen kemian sektorilla ihmisen terveyden ja hyvinvoinnin alueeseen luetaan kuuluvaksi kliininen kemia, elintarvikkeet, kielletyt- ja vierasaineet eri matriiseissa sekä ympäristön alueella mm. päästöt ja lupakysymykset.

Työryhmän tärkeiksi määrittämiä orgaanisia yhdisteitä näillä alueilla ovat huumeet, alkoholit, liuottimet, kielletyt aineet, torjunta-aineet, kloorifenolit, vinyylikloridi ja muut orgaaniset halogeeniyhdisteet, öljyt maassa ja vedessä, haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), polyklooratut bifenyylit (PCB), polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH) ja dioksiinit. Matriisit näille ovat vesi, maa, sedimentti, liete, elintarvikkeet, tuhka, maitojauhe, sokeri, käymistuotteet ja biologiset matriisit.

Näitä työryhmän kartoittamia orgaanisia analyysejä suorittavat mm. Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos, Helsingin yliopiston oikeuslääketieteen laitos, Kansanterveyslaitos, Kasvintuotannon tarkastuskeskus, Keskuslaboratorio, Keskusrikospoliisi, Lahden tutkimuslaboratorio, Maatalouden tutkimuskeskus, Merentutkimuslaitos, Suomen ympäristökeskus, Tullilaboratorio, Työterveyslaitos, Valtion teknillinen tutkimuskeskus ja Yhtyneet laboratoriot sekä teollisuuden eri tutkimus- ja laadunvalvontalaboratoriot.

##### **Epäorgaaninen kemia**

Epäorgaanisen kemian sektorilla ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin sekä ympäristöön liittyvistä mittauksista työryhmä pitää tärkeinä metallimääryksiä eri matriiseista ja kaasuanalyysejä.

Työryhmän kartoittamia metallianalyysejä suorittavat mm. Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos, Geologinen tutkimuskeskus, Lahden tutkimuslaboratorio, Maatalouden tutkimuslaitos, Suomen ympäristökeskus ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus sekä lähes kaikki vesilaboratoriot sekä teollisuuden eri tutkimus- ja laadunvalvontalaboratoriot.

Metallianalytiikassa käytetään mm. seuraavia menetelmiä: OES (Optical Emission Spectroscopy), XRF (X-Ray Fluorescence), AAS (Atomic Absorption Spectroscopy), ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) ja ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectroscopy).

Matriiseja näille ovat maa, ilma, liete, sedimentti, vesi, biologinen matriisi ja seerumi sekä teollisuuden tuotteet, joita ovat mm. öljytuotteet, koksi, kivihiili, rikasteet, metalliseokset, lannoitteet ja niiden raaka-aineet, fosfaatit ja fosforihappo sekä oksidiset tuotteet.

Työryhmän kartoittamia kaasuanalyysejä suorittavat mm. AGA Oy, Fortum Oyj, Ilmatieteen laitos, Outokumpu Oy, Rautaruukki Oy, Stora Enso Oyj ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Matriiseina ovat poistokaasut ja ilma. Kaasuanalyysit suoritetaan pääasiassa kaasukohtaisilla analysaattoreilla tai kaasukromatografisesti. Vertailukaasujen ja primaarinormaalien valmistamiseen käytetään mm. gravimetriaa ja volumetriaa.

### **5.2.5 Koulutus ja tiedotus**

Kemian metrologiasta sekä sen kehittämisestä ja hyödyntämisestä on järjestetty jonkin verran koulutusta. Koulutustarvetta esiintyy mm. jäljitettävyydestä ja epävarmuuskäsitteestä sekä tilastomatematiikassa ja mittausepävarmuuden arvioimisesta. Koulutustarve tulee kasvamaan etenkin ympäristöalalla. Lisäksi tarvetta on esiintynyt kemian metrologian opetusaineiston ja oppikirjamateriaalin kehittämistä. Koulutusta ja tiedotusta tarvitaan kemian metrologiasta ja sen parissa tehtävästä kansallisesta ja kansainvälisestä toiminnasta, termistöstä, vertailumateriaaleista sekä niiden laadusta ja käytöstä, vertailumittauksista ja EU-projekteista.

## 6. Mikrobiologia

### 6.1 Taustaa

Niissä mikrobiologian mittauksissa, jossa osoitetaan tai mitataan mikrobien esiintymistä, lukumäärää, tuotetta tai aktiivisuutta, ei ole mahdollista jäljittää mittauksia kansainväliseen mittanormaliin.

Suhteellisen mittausepävarmuuden selvittäminen mikrobiologian mittauksissa on haastava tehtävä, jonka käsitteellinen analysointi on tarpeen koko mikrobiologisen metrologian kehittämiseksi.

Mikrobiologisten mittausten luotettavuuden ja vertailukelpoisuuden kehittämisen keinoja ovat menetelmien validointi, verifiointi ja standardisointi, interkalibrointi, referenssikannat ja -näytteet sekä päivittäinen analyttisen laadun varmistus ja jatkuva sisäinen laadunohjaus.

Metrologian neuvottelukunnan kemian jaoston mikrobiologian työryhmä on laatinut mikrobiologisen metrologian tilanneselvitys ja kehittämissuunnitelma -raportin, jossa mikrobiologisten laboratorioden työn säädöspohjaa, laajuutta, vaikuttavuutta ja metrologista tilannetta on käsitelty kliinisen mikrobiologian, elintarvikemikrobiologian ja ympäristömikrobiologian osalta ja esitetty toimenpidesuosituksen toiminnan kehittämiseksi.

### 6.2 Tilanneselvitys

Metrologian neuvottelukunnan kemian jaosto perusti vuonna 1998 mikrobiologian työryhmän, jonka jäsenet edustavat laajasti mikrobiologian eri sektoreiden asiantuntemusta. Työryhmä on työskennellyt tiiviisti ja laatinut raportin "Mikrobiologisen metrologian tilanneselvitys ja kehittämissuunnitelma", joka tullaan julkaisemaan Mittatekniikan keskuksen J-julkaisusarjassa (J5/1999).

Raportissa on koko mikrobiologian kenttää koskevana tarkasteltu mikrobiologisten mittausten epävarmuutta, jäljitettävyyttä ja menetelmien validointia. Samoin on tarkasteltu akkreditoinnin hyväksikäyttöä yleensä mikrobiologisissa mittauksissa.

Raportissa tarkastellaan erikseen eri sektoreiden mikrobiologisen laboratoriotyön lainsäädännöllistä pohjaa, yhteiskunnallista merkitystä ja merkitystä yksilöiden kannalta, laajuutta ja vaikuttavuutta. Myös metrologista tilannetta tarkastellaan sektoreittain.

Kliininen mikrobiologia on valtaosin keskittynyt kolmeenkymmeneen, vaativaa analytiikkaa toteuttavaan, potilasnäytteitä tutkivaan laboratorioon, vaikka suppeammin analyysijä tehdään noin 400 laboratoriossa. Keskussairaaloitten laboratorioden tulee kyetä tunnistamaan lähes 200 bakteeri- ja 100 sienilajia. Vuosittain tehdään lähes viisi miljoonaa tutkimusta, joissa voi olla useita mittauksia. Kliinisen mikrobiologian

mittauksissa oleellista on tunnistaa mikrobit oikein ja vain harvoin tarvitaan kvantitatiivista mittausta. Kliinisen mikrobiologian mittausmenetelmiä ei ole juurikaan standardisoitu ja validointi on puutteellista. Sen sijaan vertailunäytetutkimuksiin osallistuminen on laaja-alaista ja ne ovat hyvin organisoituja. Puutteita on referenssilaboratoriotasoisien diagnostiikan saatavuudessa ja kattavuudessa.

Elintarvikemikrobiologisia mittauksia tehdään ensisijaisesti elintarvikkeiden turvallisuuden testaamiseksi, mutta myös hygieenisyyden ja mikrobiologisen laadun seuraamiseksi raaka-aineista että valmiista elintarvikkeista. Mittauksilla on sekä terveydellisiä että taloudellisia vaikutuksia. Elintarvikkeista mitataan bakteerien, homeiden, hiivojen ja enterotoksiinien esiintymistä ja määrää. Virusten osoitusmenetelmät ovat kehitettävänä. Elintarvikemikrobiologian menetelmistä on laadittu sekä ISO:n (International Organization for Standardization) että CEN:in (The European Committee for Standardization) puitteissa menetelmästandardeja, jotka on julkaistu kansallisina SFS-standardeina. Lisäksi käytetään kansainvälisten menetelmäkokoelmien, kuten International Dairy Federation, Nordisk Metodikkomite för Livsmedel ja Association of Official Chemists, harmonisoituja menetelmiä. Kansainvälisiä vertailunäytetutkimuksia järjestetään ja niihin osallistutaan aktiivisesti.

Ympäristömikrobiologian mittauksista keskeisiä ovat veden hygienian mittaukset vesistöistä, raakavesistä, uimarantavesistä, uima-allasvesistä, kaivoista ja vesijohtovedestä. Vesien rehevöitymisen seurannassa mitataan eri mikroskooppisten levien esiintymistä ja määriä. Rakennusten kosteusvaurioiden seurauksena syntyneet mikrobien kasvun aiheuttamat haitat ovat merkittävä ongelma. Kemikaali, torjunta-aine ja geneettisesti muunnettuja mikrobeja koskeva lainsäädäntö antaa aiheen mitata mikrobeihin kohdistuvia vaikutuksia ympäristössä. Tämä edellyttää uusien menetelmien kehittämistä ja niiden metrologista arviointia. Ympäristömikrobiologian mittauksia tehdään kunnallisissa, yksityisissä ja valtionhallinnon laboratorioissa. Yleensä ympäristömikrobiologian mittaukset ovat kvantitatiivisia. Mittausmenetelmiä standardisoidaan sekä ISO:n että CEN:in puitteissa, mutta työtä on hidastanut validoinnin puute. Kansainvälisiä vertailunäytetutkimuksia on järjestetty jonkin verran.

## 7. Kehittämissuunnitelma

Kemian jaosto ja sen työryhmät ovat tehneet tarve- ja tilannekartoituksen, johon perustuvat seuraavat kemian ja mikrobiologian metrologian kehittämistä koskevat toimenpide-ehdotukset.

### **Moolin kansallisen mittanormaanin lisääminen kansallisesti ylläpidettäviin mittanormaaleihin**

Mittatekniikan keskus tekee kauppaja- ja teollisuusministeriölle esityksen moolin lisäämiseksi niiden perusyksiköiden luetteloon, joille ylläpidetään kansallista mittanormaalia. Nämä mittayksiköt on lueteltu kauppaja- ja teollisuusministeriön päätöksessä numero 478 vuodelta 1995.

### **7.1 Orgaaninen ja epäorgaaninen kemia**

#### **Kansallisten mittanormaallilaboratorioiden nimeäminen**

Mittatekniikan keskus käynnistää kemian jaoston nimeämien organisaatioiden kanssa neuvottelut, joissa selvitetään laboratorioiden todelliset resurssit ja edellytykset toimia kansallisena mittanormaallilaboratoriona. Laboratorioiden on täytettävä laissa ja asetuksessa kansalliselle mittanormaallilaboratoriolle määrätyt vaatimukset (laki n:o 1156/1993 mittayksiköistä ja mittanormaalijärjestelmästä ja asetus n:o 972/1994 mittanormaalijärjestelmästä).

Kemian jaoston nimeämät ehdokkaat mahdollisiksi kansallisiksi mittanormaallilaboratorioiksi ovat:

- Kaasumittaukset:  
Ilmatieteen laitos ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus,
- IDMS-valmiudet omaavat laboratoriot, orgaaninen analytiikka:  
Kansanterveyslaitos, Keskuslaboratorio ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus,
- IDMS-valmiudet omaavat laboratoriot, epäorgaaninen analytiikka:  
Geologian tutkimuskeskus, Suomen ympäristökeskus ja Valtion teknillinen tutkimuskeskus.

Lisäksi neuvottelut ehdotetaan käynnistettäväksi muiden primaarimenetelmien (gravimetria, titrimetria ja kulometria) kehittämisestä.

### **Sertifioitujen vertailumateriaalien saatavuuden turvaaminen**

Jaosto asettaa keskeiseksi tavoitteeksi SI-yksiköihin jäljitettävien, sertifioitujen vertailumateriaalien saatavuuden turvaamisen. SI-yksiköihin jäljitettävien sertifioitujen vertailumateriaalien valmistukseen tulee panostaa, vain mikäli se katsotaan kansallisesti välttämättömäksi.

Jaosto edellyttää, että Mittatekniikan keskus tukee kemian metrologian tiedottamista vertailumateriaalien osalta yhteistyössä mittanormaallilaboratorioiden, metrologian neuvottelukunnan ja muiden asiantuntijatahojen kanssa.

### **Vertailumittauksiin osallistuminen ja niiden järjestäminen**

Jäljitettävyydestä vastaavat kansalliset mittanormaallilaboratoriot veloitetaan osallistumaan korkeatasoisiin, jäljitettäviin vertailumittauksiin sekä järjestämään kansallisia vertailumittauksia.

Jaosto edellyttää, että Mittatekniikan keskus seuraa ja tiedottaa vertailumittauksista sekä aktivoi osallistumaan niihin sekä voi toimeksi antaa kotimaisten vertailumittausten järjestämisen. Mittatekniikan keskus kerää tietoa laboratorioiden osallistumisesta kansainvälisiin ja kotimaisiin vertailumittauksiin.

Teollisuuden kannalta kauppapoliittinen näkökohta on tärkeä tekijä vertailumittauksiin osallistumiselle.

### **Koulutuksen ja tiedotuksen lisääminen**

Korkeakouluja ja yliopistoja tulee informoida kemian metrologian tarpeesta ja puutteesta opetusohjelmissa sekä kemian metrologian tärkeydestä varsinaisessa työelämässä. Kemian metrologian opetusmateriaalien tekoa kannatetaan.

Kemian metrologian koulutus ja tiedotus ehdotetaan toteutettavaksi yhteistyössä Mittatekniikan keskuksen, metrologian neuvottelukunnan, laboratorioiden ja yliopistojen kanssa.

Kemian metrologian käytännön kurssien tukeminen katsotaan tärkeäksi. Jaosto esittää koulutustilaisuuksien järjestämistä, joissa käsiteltäisiin käytännön tilastomatematiikkaa, mittausepävarmuutta ja sen arvioimista, kemiallisiin mittauksiin liittyviä yleisiä ongelmia sekä laskuesimerkkejä.

Tarvetta koulutukseen ja tiedottamiseen on kemian metrologiasta ja termistöstä, jäljitettävyydestä, primaarimenetelmistä, mittausepävarmuudesta, vertailumateriaaleista ja niiden laadusta, kotimaisen ja kansainvälisen kemian metrologian kehittymisestä, järjestettävistä kansainvälisistä vertailumittauksista sekä niiden tulosten hyödyntämisestä yleisesti kemian laboratorioissa sekä analyysien kehittämisessä.

## **Kemian metrologian kansainväliseen toimintaan osallistuminen**

Mittatekniikan keskus nimittää jaostoa kuultuaan ehdokkaat Suomen edustajiksi CCQM:ään ja sen työryhmiin.

Mittatekniikan keskus edistää jäljitettävyydestä vastaavien laboratorioiden osallistumista EUROMETin ja IRMM:n toimintaan sekä EU:n 5. puiteohjelman mittaus- ja testausprojekteihin. EU:n 5. tutkimusohjelman avautuessa kemian jaoston kautta voidaan tiedottaa tarjouskierroksista ja saada asiantuntijoita tekemään ohjelmaan projektiesityksiä.

## **7.2 Mikrobiologia**

### **Vertailumateriaalien saatavuuden ja laadun turvaaminen**

Vertailunäytteiden ja muun vertailumateriaalin saatavuus ja laatu tulee turvata ja edistää tiedon saantia näistä.

Kliinisen mikrobiologian osalta toiminta on jo nyt laaja-alaista. Myös elintarvikemikrobiologiassa erityisesti pohjoismainen yhteistoiminta on edesauttanut aktiivista osallistumista vertailunäytetutkimuksiin. Se on käynnistynyt myös ympäristömikrobiologiassa pohjoismaisena ja kansainvälisenä yhteistyönä, mutta jatkuvuus ei ole taattua. Mittatekniikan keskus voisi toimia yhdysiteenä ja informaation välittäjänä. Vertailunäytetutkimusten ja vertailumittausten organisoijien pätevyyden arviointia tulee edistää.

### **Koulutuksen ja tiedotuksen lisääminen**

Metrologisten näkökohtien opetus mikrobiologien koulutuksessa tulee turvata.

Tulkintaa edellyttävien menetelmien (esim. pesäkkeiden erottelu ja niiden laskenta sekä mikrobien mikroskopointi ja tunnistus) käyttöönottoa ja yhdenmukaista soveltamista tulee tukea organisoimalla käytännön työkursseja.

Mikrobiologista metrologiaa koskeva sanasto tulee yhdenmukaistaa ottaen huomioon muilla metrologian alueilla vahvistettu käytäntö.

### **Referenssikantojen ja tunnistuksen varmistuksen turvaaminen**

Referenssikantojen ja tunnistuksen varmistuksen saatavuus tulee turvata tukemalla kantakokoelmien toimintaa ja verkottumista. Tämä voisi tapahtua esim. Mittatekniikan keskuksen koordinoimana. Tässä työssä tulee määritellä referenssikantojen käytön kriteerit ja selvittää luovutuksen ja kuljetuksen edellytykset. Suotavaa olisi myös määritellä yleisimmin määritettävien mikrobien tunnistuksen minimikriteerit.

### **Menetelmästandardien laatiminen**

Rutiinimittauksissa laajasti käytettäville menetelmille tulee laatia menetelmästandardit. Tarvetta on erityisesti kliinisen mikrobiologian yleisimpien menetelmien standardisointiin. Elintarvike- ja ympäristömikrobiologiassa menetelmästandardeja laaditaan kansainvälisenä yhteistyönä, mutta asumisterveyteen liittyviin mikrobimäärytyksiin tarvittaisiin vähintään kansalliset standardit.

### **Viljelymenetelmien validoinnin käynnistäminen**

Mikrobiologisten viljelymenetelmien validointi tulee käynnistää sektorikohtaisena tehtävänä sektoreittain priorisoiden. Tämä tehtävä ja koko mikrobiologisen laboratoriotyön metrologinen kehittäminen edellyttää voimavarojen lisäämistä ennen kaikkea kunkin sektorin asiantuntijaohjauksesta vastaavissa laboratorioissa.

### **Uusien työryhmien perustaminen**

Mittatekniikan keskuksen ja metrologian neuvottelukunnan tulee asettaa työryhmä mikrobiologisten mittausten epävarmuuden tarkastelemiseksi.

Tulee asettaa työryhmä selvittämään, onko terveyden tai epidemioiden puhkeamisen kannalta merkittävien mikrobien (esim. elintarvikkeiden tai veden välityksellä leviävät bakteerit, virukset tai alkueläimet) diagnostiikan laboratoriovalmiudet maassamme riittävät ja arvioimaan tarvitaanko maassamme virallisesti nimettyjä referenssilaboratorioita varmistamaan epidemiologisten laboratoriomenetelmien saatavuus erityistilanteita silmällä pitäen.

## Viitteet

1. de Bièvre, P., Kaarls, R., Peiser, H. S., Rasberry, S. D. and Reed, W. P., Measurement principles for traceability in chemical analysis *Accred. Qual. Assur* (1996) 1: 3-13.
2. SFS 3700, *Metrologia*. Perus- ja yleistermien sanasto.
3. Comité Consultatif pour la Qualité de Matière, Report of the 1<sup>st</sup> Meeting 1995, report of the 2<sup>nd</sup> Meeting 1996 and report of the 3<sup>rd</sup> Meeting 1997, report of the 4<sup>th</sup> Meeting 1998.
4. Richter, W. Primary methods of measurement in chemical analysis, *Accred. Qual. Assur.* (1997) 2:354-359.
5. de Bièvre, P., Kaarls, R., Peiser, H. S., Rasberry, S. D. and Reed, W. P., Protocols for traceability in chemical analysis, part I: Definitions and terminology, *Accred. Qual. Assur.* (1997) 2:168-179.
6. de Bièvre, P. and Taylor, P. D. P., Traceability to the SI of amount-of-substance measurements: from ignoring to realizing, a chemist's view, *Metrologia*, 1997, 34, 67-75.
7. ISO/REMCO esite: The role of reference materials in achieving quality in analytical chemistry, February 1994.
8. Metrology in chemistry, current activities and future requirements in Europe, report of a study carried out for the European Commission, November 1998, (RC-SMT/98/24).
9. BCR information, report EUR 18405 EN, Metrology in Chemistry and Biology: A Practical Approach.
10. Nordtestin selvitys NT TECHN REPORT 406, 1998.
11. European Commission JRC/IRMM, IMEP-7, Trace Elements in Human Serum, Report to the participants. GE/R/SIM/2/98, September 1998.

**Liite 1.**

Luettelo käytetyistä lyhenteistä.

AAS	Atomic Absorption Spectroscopy
BAM	Bundesanstalt für Materialforschung and Prüfung
BCR	Community Bureau of Reference Materials
BNM-LNE	Bureau National de Métrologie: Laboratoire National d'Essais
CCQM	Comité Consultatif pour la Quantité de Matière Ainemäärän suurekohtainen komitea (CIPM:n alainen valmisteleva komitea)
CEN	European Committee for Standardisation
CGPM	Conférence Générale des Poids et Mesures Painojen ja mittojen yleiskokous
CIPM	Comité International des Poids et Mesures Painojen ja mittojen kansainvälinen komitea
CITAC	Cooperation for International Traceability in Analytical
COMAR	International Data Bank on Reference Materials
CRL	EU community reference laboratory
CRL	Community reference laboratory
CRM	Certified reference material
DFM	Danish Institute of Fundamental Metrology
EELA	Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos
EMPA	Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt)
EURACHEM	Forum for European Analytical Chemistry
EUROMET	European Collaboration on Measurement Standards
ICP-AES	Inductively Coupled Atomic Emission Spectroscopy
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry
IDMS	Isotope Dilution Mass Spectrometry Isotooppilaimennus massaspektrometria
IMEP	International Measurement Evaluation Programme
IRMM	the Institute of Research Materials and Measurements
ISO	International Organization for Standardization
ISO-REMCO	International Organization for Standardization: Committee on reference materials
JRC	Joint Research Centre
KRISS	Korea Research Institute of Standards and Science
KTM	Kauppa- ja teollisuusministeriö
LGC	Laboratory of the Government Chemist
MNK	Metrologian neuvottelukunta
MNK/K	Metrologian neuvottelukunta, kemian jaosto
NBR	Netherlands Bureau for Reference Materials
NIMC	National Institute of Material and Chemical Research
NIST	National Institute of Standards and Technology
NMi-VSL	Nederlands Meetinstituut: Van Swinden Laboratorium

NMR	Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy
NRCCRM	National Research Centre for Certified Reference Materials
NRL	National reference laboratory
OES	Optical Emission Spectroscopy
OFMET	Office Fédéral de Métrologie
OMH	National Office of Measures
ORM	Office of Reference Matrials (LGC)
PRM	Primary reference material
PTB	Physikalish-Technische Bundesanstalt (Saksa)
RFL	Routine or field laboratory
SFS	Suomen standardoimisliitto
SI	International System of Units
SMT	Standards, Measurements and Testing Standardit, mittaukset ja testaus -ohjelma
SMU	Slovenský Metrologický Ústav
SP	Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (Swedish National Testing and Research Institute)
SRM	Sertifioitu vertailumateriaali
STUK	Säteilyturvakeskus
VNIIM	D.I.Mendeleyev Institute for Metrology
VTT	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
XRF	X-Ray Fluorescence

## Liite 2.

Internetosoitteita.

BIPM	<a href="http://www.bipm.fr/">www.bipm.fr/</a>
CIPM (CCQM)	<a href="http://www.bipm.fr/enus/2_Committees/convention.html">www.bipm.fr/enus/2_Committees/convention.html</a>
CITAC	<a href="http://www.vtt.fi/ket/citac/">www.vtt.fi/ket/citac/</a>
EURACHEM	<a href="http://www.vtt.fi/ket/eurachem.html">www.vtt.fi/ket/eurachem.html</a>
EUROMET projects	<a href="http://www.dfm.dtu.dk/euromet/dir-1.htm">www.dfm.dtu.dk/euromet/dir-1.htm</a>
IRMM	<a href="http://www.irmm.jrc.be/mrm.html">www.irmm.jrc.be/mrm.html</a>
SP	<a href="http://www.sp.se/km/fields.htm">www.sp.se/km/fields.htm</a>
5.Puiteohjelma-tietoutta/Tekes	<a href="http://www.tekes.fi/eu/haku/">www.tekes.fi/eu/haku/</a>
EU:n viidennen T&K-puiteohjelman erillisohjelmaan ”Kilpailukykyinen ja kestävä kasvu” (KASVU-ohjelma) työohjelmatietoutta:	<a href="http://www.cordis.lu/growth/calls/199901.htm">www.cordis.lu/growth/calls/199901.htm</a>

**Liite 3.**

EUROMETin kemiaan liittyvät projektit.

Proposed, agreed and completed projects in field: AMOS 20.4.1998

- Ref.No.: 300, Status: COMPLETED, Type: COMPARISON, Proposer/Coordinator: Mrs Petra Spitzer, Partners (institutions): Participating countries: DE DK HU IT PL , Subject: Intercomparison of definitive method for pH measurement
- Ref.No.: 313, Status: AGREED, Type: COOPERATION, Proposer/Coordinator: Mr Anton Alink , Partners (institutions): NPL, Nmi, Participating countries: GB NL Subject: Realizing comparability of Primary Standard gas Mixtures (PSM)
- Ref.No.: 316, Status: COMPLETED, Type: COOPERATION, Proposer/Coordinator: Prof. Dr. G. Dube , Partners (institutions): IRMM, PTB
- Participating countries: CE DE Subject: Realizing traceability by n(13C)/n(12C) measurements in CO<sub>2</sub> IDMS
- Ref.No.: 332, Status: AGREED, Type: TRACEABILITY, Proposer/Coordinator: TBA (contact Prof De Bièvre), Partners (institutions): IRMM, PTB , Participating countries: CE DE Subject: Determination of trace elements in water.
- Ref.No.: 333, Status: AGREED, Type: TRACEABILITY, Proposer/Coordinator: Dr. Ph. Taylor, Partners (institutions): IRMM, LNE, PTB, VTT, Participating countries: CE DE FI FR, Subject: Determination of iron in milk powder.
- Ref.No.: 366, Status: COMPLETED, Type: COOPERATION, Proposer/Coordinator: Hans D. Jensen, Partners (institutions): BNM, DFM, NIST, NMi, NPL, OFMET, OMH, PTB, Participating countries: CH DE DK FR GB HU NL US, Subject: Documenting water purity by electrolytic conductivity.
- Ref.No.: 370, Status: COMPLETED, Type: COMPARISON, Proposer/Coordinator: Mrs. Petra Spitzer, Partners (institutions): Merck KGaA, PTB, Radiometer A/S, OMH, GUM, Participating countries: DE DK HU PL, Subject: Intercomparison of primary standard measurement devices for pH.
- Ref.No.: 381, Status: AGREED, Type: COMPARISON, Proposer/Coordinator: Hans D. Jensen, Ph.D, Partners (institutions): BNM, DFM, GUM, NMi, NPL, OMH, PTB, SMU, VTT , Participating countries: DE DK FI FR GB HU NL PL SK Subject: Comparison of electrolytic conductivity measurements at 0,01; 0,1; and 1,0 S/m
- Ref.No.: 398, Status: PROPOSED, Type: COMPARISON, Proposer/Coordinator: Kim Carneiro, Partners (institutions): BNM-LCIE, DFM, IPQ, NIST, NMi, NPL, PTB, Participating countries: DE DK FR GB NL PT US, Subject: Mutual acceptance of calibration certificates between EUROMET and NIST
- Ref.No.: 414, Status: AGREED, Type: COMPARISON, Proposer/Coordinator: Dr. Wolfgang Richter, Partners (institutions): LNE, NPL, OFMET, PTB, Participating countries: CH DE FR GB, Subject: Comparison of ozone standard reference photometers.

- Ref.No.: 422, Status: PROPOSED, Type: COMPARISON, Proposer/Coordinator: Mr. Jean Barbe, Partners (institutions): BNM-LNE, NMI, NPL, OFMET, PTB, Participating countries: CH DE FR GB NL, Subject: Comparison of primary mass flow standards for calibrating MFC's & similar systems used in dynamic ref. gas mixtur
- Ref.No.: 423, Status: PROPOSED, Type: COOPERATION, Proposer/Coordinator: Dr. Alain Marschal, Partners (institutions): BNM-LNE, PTB, SMÚ, VTT, Participating countries: DE FI FR SK, Subject: Comparison of high-accuracy titration.
- Ref.No.: 424, Status: AGREED, Type: COMPARISON , Proposer/Coordinator: Petra Spitzer, Partners (institutions): Merck KGaA, PTB, Radiometer Medical A/S, OMH, GUM, NIST, Participating countries: DE DK HU PL US, Subject: Intercomparison of primary standard measurement devices for pH.
- Ref.No.: 430, Status: PROPOSED, Type: COMPARISON , Proposer/Coordinator: Clare Paton Walsh, Partners (institutions): ISCIII, JRC (ISPRA), LNE, NMI, NPL, PTB, UBA, VTT, Participating countries: DE ES IT FI FR NL UK, Subject: Harmonisation of air quality measurements in Europe (HAMAQ).
- Ref.No.: 431, Status: PROPOSED, Type: CONSULTATION, Proposer/Coordinator: Kim Carneiro , Partners (institutions): JRC, NMi, PTB, Participating countries: CEC DE NL + partners identified by EURACHEM, Subject: Terms of reference for joint EURACHEM and EUROMET activities.

#### **Liite 4.**

EU:n 4. puiteohjelman standardit, mittaukset ja testaus ohjelmaan (SMT) suomalaiset osallistivat yhteensä 83 projektiin vuosina 1994 – 1998, jotka on julkaistu Mittatekniikan keskuksen J-julkaisuna (Julkaisu J8/1998). Kemiaa sivuavia projekteja ovat mm.:

- Development of a Harmonised test method for detection of certain aromatic amines in leather due to the use of azo dyes
- Development of Certified Reference Materials for Compounded Feeding Stuffs
- Validation of the sensory evaluation procedure for acceptance of butter at intervention
- Design, production and certification of synthetic polymer reference material for multi-element analysis
- Development of standard leaching tests for organic pollutants in soils, sediments and granular waste materials
- In-line instrumental method for the estimation of the homogeneity of polyolefins
- Labelling biodegradable product - Development of guidelines for labelling polymers in relation to their environmental fate in agriculture and waste treatment
- Certification of reference materials for the analysis of asbestos fibres in lung tissue
- Trace metal extraction from sediments and soils
- Preparation of a cabbage reference material for environmental monitoring and food analyses
- Smoke gas analysis by Fourier Transform Infrared Spectroscopy

- Harmonisation of air quality measurements for important atmosphere pollutants in Europe
- Sequential extraction of phosphate in freshwater sediments
- Intercomparison of trichothecene analysis and feasibility to produce certified standards and reference material, Intercomparison study of two multi-residue methods for the enforcement of EU MRLs for pesticides in fruit, vegetables and grain. Certified Reference Material containing PAHs and their nitroderivates
- Comprehensive screening Test of Complex Matrices of Carbamate Plant Protection Products
- International Guidelines for Proficiency Testing in Sensory Analysis
- Preparation of a certified reference material for oxolinic acid and flumequine residues in salmon muscle
- Training Course with preparation of Reference Material for Routine Biomedical, Food and Environmental Analysis
- Workshop on the use and prospects for reference materials for the quality control of agro-food and environmental analysis
- Training book on quality assurance for chemical analysis
- Industrial Enzymes
- Network of European proficiency testing in occupational hygiene and environmental analysis of air samples
- Standardization of DNA Profiling Techniques in the European Union (STADNAP)
- Convergence of Renal Transplant Pathology Assessment Procedures (CERTPAP)
- Diagnostic PCR for detection of zoonotic bacteria: harmonisation and standardisation
- Molecular genetic testing - EU standardisation of quality assessment and quality assurance
- Standardisation and harmonisation of the molecular typing of Campylobacters
- Interlaboratory collaborative studies on the analysis of vitamins in blood
- European organisers of external quality assessment/ proficiency testing schemes related to occupational and environmental medicine

#### **Liite 5.**

EU:n SMT-ohjelman (v. 1999) kemiallista metrologiaa koskevassa selvityksessä esille tulleita vertailumittauksia, joihin suomalaiset laboratoriot ovat osallistuneet:

- A Network for Industrially Contaminated Land in Europe, NICOLE (EU concerted action), Working group 4 "Monitoring and Measurement" (Reading Univ., UK/most EU countries, FEI, VTT) also a member of NICOLE scientific advisory group
- Analysis of volatile organic compounds from active carbon (CEN, EU, VTT)
- Certification of reference materials (chlorobiphenyls in mussels ,EU-project, RIWA/the Netherlands, FEI )
- Certification of reference materials (metals in water, VKI/Denmark, FEI)
- Community programme of research on environmental hormones and endocrine disrupters ( Institute of Fresh Water Ecology/UK, FEI)
- Earlier: Polar pesticides in water (EU M&T, Customs Lab)

- EU Project HAMAQ (NPL UK, VTT, FMI)
- EU-project: A partner in European organizers of external quality assessment schemes (occupational and environmental medicine, FIOH)
- EU-project: Asbestos in lung tissue (FIOH)
- IMEP-9 as the Finnish EAL reference laboratory (metals in water, BCR/Belgium, FEI)
- Industry (Neste) is a member in some CEC/Working Groups which are developing methods.
- Intercomparison on activity measurement of primary water of nuclear power plants (national, VTT)
- Intercomparison on analysis of As, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Sb, Tl ja V in silicate materials (KEMA Nederland B.V., VTT)
- Intercomparison on analysis of heavy metals from solid wastes (CEN/TC 292/WG 3 Europe, VTT)
- Intercomparison on analysis of PAH and PCP in wood material (EU SMT4-CT97-2147, BAM, 11 labs, 7 EU countries, VTT)
- Intercomparison on analysis of polycyclic aromatic compounds from diesel emission particles (NIST, 4 EU labs, VTT)
- Intercomparison on analysis of polycyclic aromatic compounds from diesel emission particles (NMi VSL, Europe, VTT)
- Intercomparison on dioxin in ash extract (Umeå Univ., VTT)
- Intercomparisons through Jernkontoret in Sweden (industry)
- Interlaboratory comparison of Lemna minor growth inhibition test in European countries (OECD- project, Finnish Environment Institute/Finland)
- Interlaboratory programmes among Nordic countries (clinical Labquality)
- International standardization cooperation (ISO)
- KEMA Nederland B.V. laboratory intercomparison on F, Cl and SO<sub>4</sub> in water (VTT)
- National intercomparison on oil in water (FEI)
- NIST intercomparisons (industry)
- Participating in ICES/Helcom steering and working groups.( FIMR)
- Participating in ICES/Helcom steering and working groups.(FIMR)
- Participating in International and European standardization cooperation (ISO, CEN, FEI)
- Participating in the QUASIMEME II International Laboratory Performance Studies (Quality Assurance of Information for Marine Environmental Monitoring in Europe, The QUASIMEME Project Office FRS, Marine Laboratory POB 101 Victoria Rd Aberdeen AB11 9DB) (FIMR) nutrients, trace metals in biota and sediments, organics (CBs and OCPs) in biota
- Participating in the QUASIMEME II International Laboratory Performance Studies (Quality Assurance of Information for Marine Environmental Monitoring in Europe, The QUASIMEME Project Office FRS, Marine Laboratory, POB 101 Victoria Rd Aberdeen AB11 9DB): trace metals in sediments. (FIMR)
- Participation into NIST SRM production (industry)
- (Practical workshop on sampling and preservation of nutrients in sea water (2.-7. Dec. 1997, Santa Cruz)) (FIMR)
- Production of dioxin RM (LGC, ao + VTT)

- Project 1997 - : Trace Elements in Human Serum; Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM); European Commission-joint research Centre, Geel, Belgium (Labquality)
- Quality Assurance of sampling and sample handling since Dec. 1997 (FEI)
- Quality Assurance of sampling and sample handling; biota homogenisation study for metals and organic compounds (EU-project QUASH, NERI/Denmark, FEI)
- Round Robins arranged by FAM (Fachnormenausschuss für Mineralöl analytik). There are 189 member companies altogether from different countries most of them from middle Europe. In each method there are 15-65 participants. Industry (Neste) is a member of FAM.
- Round Robins arranged by SGS (International). There are about 70 member companies from different countries most of them from middle Europe. In each method there are 10-65 participants. Industry (Neste) is a member of SGS.
- Several international cooperation projects are going on at the moment between business partners and universities as well as research institutes. Several ongoing projects for interlaboratory comparisons of glass, paint, drugs, gunshot residues, DNA, fibres, arson samples etc. Participants are from a range of European forensic laboratories (Crime Lab)
- Some other Round Robins are arranged by eg CEC, NIST, Norske Veritas
- Traceable reference method values for clinical chemistry parameters by Deutsche Gesellschaft für Klinische Chemie E.V (DGKC), Referenzinstitut für Bioanalytik, Germany (Labquality)

## **Liite 6.**

Lista kemiallisten erityistilanteiden asiantuntijalaboratorioista.

(lähde: <http://www.ktl.fi/ymparisto/opas/laitokset.html>)

Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos, Geologian tutkimuskeskus, Helsingin aluehälytyskeskus, Helsingin kaupungin ympäristökeskus, Ilmatieteen laitos, Kansanterveyslaitos ympäristöterveyden osastoryhmä, Ekokem Oy Ab, Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy, Neste Oyj, Naantalın jalostamo, PSV-maa ja vesi Oy, Maatalouden tutkimuskeskus, Myrkytystietokeskus, Helsingin yliopistollinen keskussairaala, Pelastusopisto, Puolustusvoimien tutkimuskeskus (PVTK), Säteilyturvakeskus, Työterveyslaitos, Kuopion aluetyöterveyslaitos, Lappeenrannan aluetyöterveyslaitos, Oulun aluetyöterveyslaitos, Turun aluetyöterveyslaitos, Uudenmaan aluetyöterveyslaitos, Valtion teknillinen tutkimuskeskus kemiantekniikka, Helsingin yliopisto, Kemiallisen aseiden kieltosopimuksen valvontalaitos (VERIFIN), Joensuun yliopisto kemian laitos, Jyväskylän yliopisto kemian laitos, Jyväskylän yliopisto, ympäristöntutkimuskeskus, Kuopion yliopisto fysiologian laitos, Kuopion yliopisto ympäristötieteiden laitos, Oulun yliopisto farmakologian ja toksikologian laitos, Tampereen teknillinen korkeakoulu vesi- ja ympäristötekniikan laitos, Åbo akademi, analyttisen kemian laboratorio, Keski-suomen ympäristökeskus, Lapin ympäristökeskus, Länsi-Suomen ympäristökeskus, Pohjois-pohjanmaan ympäristökeskus, Suomen ympäristökeskus tutkimuslaboratorio ja Uudenmaan ympäristökeskus.

**Liite 7.**

CCQM:n vertailumittaukset (4<sup>th</sup> meeting of the CCQM 1998).

Orgaaniset analyysit

- CCQM-4            Evaluation of NMR spectroscopy for the analysis of mixtures  
 Project leader: H. Jancke (BAM)  
 Participants: CCQM member laboratories (BAM, KRIS, NIST),  
 OMH and some other expert laboratories.
- CCQM-5            Second organic trace analysis comparison  
 Project leader: M. Sargent/K. Webb (LGC)  
 Participants: KRIS, LGC, NIMC, NIST, NRC, NRCCRM, PTB,  
 VNIIM.
- CCQM-6            Characterization of pure substances. Evaluation of methods.  
 Project leader: W. May (NIST)  
 Participants: BAM, KRIS, LGC, NIMC, NIST, NRCCRM,  
 OFMET/EMPA, Nmi, VNIIM.
- CCQM-7            Comparison of clinical analysis  
 Project leader: M. Welch (NIST)  
 Participants: KRIS, LGC, NIMC, NIST, Nmi, PTB, VNIIM

Epäorgaaniset analyysit

- CCQM-8            Determination of the purity of a pure compound using classical  
 and/or instrumental methods.  
 Project leader: to be determined (NIST)  
 Participants: BAM, BNM-LNE, KRIS (tentative), LGC, NIMC,  
 NIST, Nmi, OFMET/EMPA, PTB, SMU, SP, VNIIM
- CCQM-9            Determination of Cd and Pb in the IMEP-9 water sample  
 by IDMS  
 Project leader: to be determined (NIST or IRMM)  
 Participants: BAM, BNM-LNE, IRMM, KRIS, LGC, NIMC,  
 NIST, Nmi, NRC, PTB, VNIIM.

## Kaasuanalyysit

- CCQM-10            Comparison on automobile emission gases (CO, CO<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) in N<sub>2</sub>.  
Project leader: A. Alink (Nmi)  
Participants: BAM, BNM-LNE, KRISS, NIST, Nmi, NPL,  
NRCCRM, NRLM, OMH, PTB, SMU, VNIIM.  
CCQM-10 is intended to be a key comparison.
- CCQM-11:            Comparison on ethanol in air or nitrogen  
Project leader: M. Milton (NPL)  
Participants: BAM, BNM-LNE (tentative), KRISS, NIST, Nmi,  
NPL, NRLM, OMH, VNIIM.  
CCQM-11 is intended to be a key comparison.

A comparison involving the determination of benzene, toluene and xylene, with NIST as the lead agency, was tentatively scheduled for 1999.

**MITTATEKNIKAN KESKUS**  
**PL 239**  
**00181 HELSINKI**  
**Puh. (09) 616 761 (vaihde)**  
**Telekopio (09) 616 7467**

ISBN 952-5209-33-4  
ISSN 1235-5704