



samarbejde



Metrologi som grundlag for innovation – redegørelse for metrologiindsatsen 2007-2009



Forsknings- og
Innovationsstyrelsen
Ministeriet for Videnskab
Teknologi og Udvikling

Metrologi som grundlag for innovation
– redegørelse for metrologiindsatsen 2007-2009

Udgivet af:
Forsknings- og Innovationsstyrelsen

Forsknings- og Innovationsstyrelsen
Bredgade 40
1260 København K
Tlf: 35446200
Fax: 35446201

Publikationen kan hentes på www.fi.dk
ISBN (internet): 978-87-923-7246-8

Grafisk design: Formidabel



Metrologi som grundlag for innovation

– redegørelse for metrologiindsatsen 2007-2009

1 Metrologiens betydning	2
2 Det nye landskab for metrologien i Danmark	6
3 RTI's indsats inden for metrologi 2007 - 2009	8
4 Appendiks: Beskrivelse af igangsatte aktiviteter	15





Hvad er metrologi?

Metrologi handler om, hvordan forskellige fysiske størrelser måles. Det er i stigende grad blevet sat i system siden det gamle Egypten. I Danmark blev det i forbindelse med enevældens indførelse under Christian 5. overdraget til ildsjælen Ole Rømer at indføre et ensartet målesystem baseret på pund og alen i hele kongeriget. Det var med til at sikre, at når man købte en junges mælk eller en sæk korn, så vidste man, hvor meget man fik. En anden historisk forsker, Lord Kelvin, udtalte om udvikling og forskning: ”If you can’t measure it, you can’t improve it.” Disse to eksempler illustrerer, hvad der senere har udviklet sig til henholdsvis legal, industriel og fundamental metrologi, hvor sidstnævnte dækker etablering af de grundlæggende måleenheder.

Metrologiens anvendelse og betydning i samfundet som helhed

I dagens Danmark måler og vejer vi for over 50 mia. kr. om året. Måling er derfor utrolig vigtig for den fri handel såvel nationalt som internationalt. Mængden af aktive stoffer i medicin eller effekten på kirurgens laser skal være præcis, for her er patientens helbred på spil. For flytrafikken og søfarten er måling altafgørende for, at målet nås hurtigt og sikkert. Processer reguleres, og alarmer går i gang på baggrund af målinger, og systematiske målinger er en af grundpillerne i industriel kvalitetsstyring. Metrologien har gennem etablering af sporbarhed¹ til de højeste måletekniske referencer således en væsentlig rolle i infrastrukturen.

Inden for energi og miljø – herunder bestræbelserne på at sikre klimaet - har måling stor betydning, lige som den teknologiske udvikling kræver helt nye målebehov. Det gælder fx nanoteknologien, hvor der nu skal kunne måles ekstremt små dimensioner inden for køleteknik, hvor der ligger store udfordringer i at måle på kombinerede sjapisblandinger.

¹ To måleresultater er sporbare, når de er forbundet af en ubrudt kæde af sammenligninger.



ANALYSE AF TEMPERATURMÅLING VED PRODUKTION AF VINDMØLLEVINGER

Råvarer, der ikke opfylder kvalitetskravene, kan forringe slutproduktet. Ved indgangskontrol af de råvarer, som anvendes i vindmøllevinger (polyester, vinylester, lim mm.) foretages en test baseret på temperaturmålinger. Er råvarerne ikke tilfredsstillende kan det betyde, at møllevingen ikke hærdes og må kasseres med store økonomiske tab til følge. Vingeproducenten observerede store variationer i temperaturmålingerne, hvilket ofte betød tvist med underleverandørerne, der mente, at problemet skyldtes fejl i målingerne snarere end i råvarekvaliteten.

Teknologisk Instituts temperaturlaboratorium vurderede målesystemet ift. anvendelsen og kortlagde tolerancer og måleusikkerheder på basis af målinger, kalibrering samt usikkerhedsanalyse. Analysen viste en række svagheder ved målesystemet som forholdsvis enkelt kunne rettes op, så usikkerheden på målingerne kunne reduceres med mere end en faktor 2.



Tænk, hvis man ikke kunne stole på butiksvægten, elmåleren eller benzinstanderen - eller hvis der ikke var garanti for at medicinalfabrikken eller sygehuset doserer korrekt.

Måling og målingernes følsomhed spiller i høj grad også ind, når det gælder udvikling af avanceret arbejdskraftsbesparende teknologi. Med den stigende brug af sensorer opstår der et stort behov for at disse måler korrekt og ikke bare fungerer som indikatorer. Derfor er det vigtigt, at såvel virksomheder som det offentlige i deres innovation – hvad enten det gælder produkter eller processer – har en metrologisk sparringspartner, der besidder høj måleteknisk kompetence.

Udviklingen af dansk industri og samfundet i øvrigt er således i høj grad afhængig af, at der er viden om metrologi på et højt forskningsmæssigt stade, og at der er adgang til den internationalt sporbare målinger.

Metrologi som forudsætning for virksomhedernes innovation

Konkret spiller metrologien en vigtig rolle i forbindelse med innovative virksomheders udvikling af nye produkter. Når nye ideer skal afprøves, og protyper dokumenteres, kræves pålidelige målinger i forbindelse med dokumentation over for myndigheder og kunder. En godt integreret måleproces i udvikling og produktion giver to fordele: Man kan verificere en mindre tolerance for det enkelte produkt og i en produktionsproces verificere en tolerance med større sikkerhed. I udviklingsfasen er et tæt samarbejde med et nationalt metrologiinsitut derfor stærkt fremmende for innovationen. I overvågning af den daglige produktion er det af stor betydning, at kontrolmålinger tilrettelægges, så de så tidligt som muligt afslører eventuelle fejl.

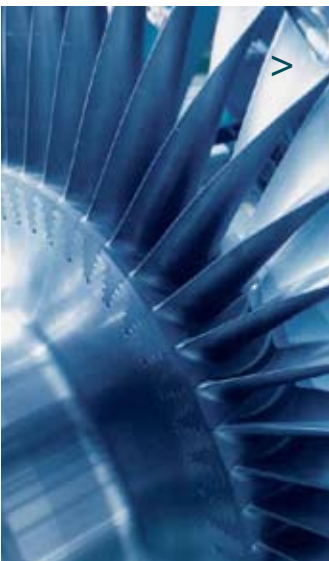


INSATECH A/S FÅR STØTTE TIL INNOVATION OG KVALITETSSIKRING

Insatech A/S forhandler og leverer serviceydelser til udstyr og instrumentering til automation og proceskontrol, specielt inden for fødevare- og farmasektorerne. Insatech har de seneste år opbygget et akkrediteret laboratorium for vands ledningsevne, som er en af de mest efterspurgte industrielle procesparametre. DFM har ydet bistand i forbindelse med akkrediteringsprocessen og leverer i dag sporbarhed til Insatechs akkrediterede laboratorium. Akkrediteringen signalerer et højt kompetenceniveau overfor kunderne. DFM kan levere direkte sporbarhed, via det internationale metrologiske samarbejde. Dermed kan produkterne markedsføres med dokumentation for at de opfylder amerikanske myndighedskrav – et afgørende salgsparemet over den farmaceutiske industri. Kombinationen af det akkrediterede laboratorium og samarbejdet med DFM og udenlandske instrumentfabrikanter har desuden gjort det muligt for Insatech at udvikle nye instrumenter.

Myndighedskrav med forøgede krav til metrologien

Fastlæggelse af krav til produkter og ydelser sker i stigende grad gennem udstedelse af EU-direktiver, og disse får i stigende grad et metrologisk indhold med krav om måleteknisk sporbarhed. Direktiver, der omhandler krav til måleinstrumenter i handel, henføres til ”legal metrologi”, for eksempel det omfattende Måleinstrument Direktiv MID. Men både myndigheder og virksomheder møder i stærkt stigende grad direktiver uden for den legale metrologi, som har betydning for målingernes indflydelse på handel, sundhed og sikkerhed.



SIEMENS OG KAMSTRUP ANVENDER DANSK LABORATORIUM TIL TYPEPRØVNING

Både Siemens og Kamstrup udvikler og producerer avancerede flowmålere til vand, fjernvarme mv., som eksporteres til store dele af verden. Der er - og vil fremover være - et stort marked for flowmålere, idet fremtidens behov for bedre ressource-udnyttelse stiller større og større krav til bl.a. målernes nøjagtighed. FORCE Technology og Teknologisk Institut har derfor etableret prøvestande, hvor disse målere typeprøves, inden de sættes i produktion. Prøvningerne foretages ved vandtemperaturer op til 85 °C, flow op til 500 m³/h og dimension op til DN250. Yderligere har FORCE Technology etableret et grundlag for typegodkendelse i hht. EU's Måleinstrumentdirektiv.

Tidligere skulle målerne i forbindelse med typeprøvning sendes til udlandet, med deraf lange leveringstider og vanskeligere kommunikation til følge.

Forskning og innovation

Forskning og udvikling rettet mod innovation forudsætter stadig mere krævende metrologi, fx på nanoniveau og berøringsløs teknologi. Derfor er det nødvendigt, at udviklingen af den nationale metrologi følger det danske samfunds særlige behov. Det er således ikke tilfældigt, at dansk metrologi står innovativt og eksportmæssigt stærkt inden for målinger vedrørende naturgas og fjernvarme, da Danmark er et af de lande, der udnytter disse energiformer mest. Ligeledes er Danmarks eksport inden for produkter med tilknytning til lyd og støj på højde med landbrugseksporten - og det hænger godt sammen med, at akustisk metrologi har en international førerposition.

Den grundlæggende forskning har specielle krav til metrologien, nemlig at der er styr på, hvad der måles. Det vil derfor blive af stor betydning for Danmark at følge med i de ændringer af SI-enhedssystemet, som forventes vedtaget i 2011.



**Teknologisk udvikling
i dette århundrede
bliver et kapløb
om at minimere
komponenter**



EFFEKTIVISERING AF KØLECONTAINER MED AFSÆT I BL.A. MÅLINGER VED HJÆLP AF LASER DOPPLER VELOCIMETRI (LDV)

Ved indfrysning er det af hensyn til energiforbrug og indfrysningens kvalitet vigtigt at kunne styre luftstrømmens retning og hastighed så præcist som muligt.

En dansk virksomheds udvikling af en spiralfryser til lavtemperatur blev gennemført som et udviklingsprojekt i samarbejde med Teknologisk Instituts center for Køle- og Varmepumpeteknik, herunder med anvendelse af CFD. For at verificere modellerne i forhold til de faktiske strømningsforhold i det komplicerede, spiralformede system gennemførte Instituttes metrologilaboratorium for anemometri, målinger vha. LDV. Resultatet af udviklingsprojektet var et højeffektivt design, der muliggjorde energi-effektiv indfrysning af kvalitetslaks.



INNOVATIONSKONSORTIUM GIVER INNOVATION INDEN FOR NANO-TEKNOLOGI

Center for Industriel Nano-Optik (CINO) har som sit hovedformål at medvirke til, at industrien lærer at udnytte nanooptik. Indenfor konsortiets delprojekter udnyttes DFM's metrologiske ekspertise. Fx bliver DFM's AFM (atomic force microscope) - anvendt til en nøjagtig udmåling af masterstrukturer til fabrikation af optiske linser. Linserne skal masseproduceres i plast, hvorfor det er yderst vigtigt, at masterstrukturen er perfekt, så linserne får den ønskede brændvidde og passer præcist ind i komponenten, hvor den skal sidde. DFM anvender bl.a. sin matematiske kompetence til at opstille modeller for optiske mikroskoper med henblik på at udvælge det optimale design og bestemme mikroskopets følsomhed over for variation af kritiske parametre.



If you can't measure it, you can't improve it.

Den internationale metrologiudvikling og dens betydning for Danmark

Metrologi er baseret på et internationalt accepteret, fælles grundlag. Det betyder fx, at meteren og kilogrammet er de samme i alle lande takket være det internationale samarbejde "Meterkonventionen", som praktiseres via BIPM og regionalt, fx under den europæiske metrologiorganisation EURAMET. I tilknytning til den internationale aftale om gensidig anerkendelse, CIPM-MRA, er der oprettet en database, hvor de deltagende nationale metrologiinstitutioners kalibreringsmåleevne findes. Et lille land som Danmark bidrager kun begrænset til denne globale database. Derfor må metrologien i Danmark prioriteres med henblik på at optimere den nationale nyttevirkning.

Den legale metrologi er i høj grad bestemt af EU's direktiver, bl.a. det nye måletekniske direktiv MID. Også i forbindelse med global liberalisering af varehandlen via WTO-aftalen spiller metrologien en betydelig rolle, idet metrologien er nævnt i forbindelse med nedbrydelse af tekniske handelshindringer.

Internationalt er der øget fokus på metrologiens rolle i den teknologiske udvikling: I Europa bl.a. gennem bestræbelserne på at etablere et særligt forskningsprogram EMRP (European Metrology Research Programme). Her skal Danmark deltage med henblik på, at danske aktører – og dermed dansk industri - kan få glæde af forskningsresultater og de fælles europæiske midler, som er afsat hertil. Herved udvides den viden, som danske virksomheder har adgang til, ud over, hvad der genereres i Danmark.

Organisering af metrologiindsatsen i Danmark

I 2004 blev der etableret et Strategiudvalg med deltagelse af flere metrologiansvarlige aktører samt med Dansk Industri som aktiv repræsentant for erhvervslivets behov. Udvalgets arbejde blev i 2006 udmøntet i redegørelsen "Dansk metrologi 2006+3, der pegede på behovet for at styrke den danske metrologi. I forlængelse heraf har RTI været med til at løfte den danske metrologiindsats væsentligt gennem årlige bevillinger.



I løbet af 2007 er der taget en række initiativer, som har betydning for metrologiindsatsen i Danmark.

Koordinationsudvalget

To ministerier har ifølge lovgivningen hovedansvaret for metrologien i Danmark, nemlig Økonomi- og Erhvervsministeriet, ØEM, og Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling, VTU. For at lette koordinationen mellem de to ministerier er der nedsat et tværministerielt koordinationsudvalg.

Metrologiudvalget

Med henblik på at rådgive de to involverede styrelser, Sikkerhedsstyrelsen og Forsknings- og Innovationsstyrelsen, i deres arbejde med metrologi, er der nedsat et bredt sammensat udvalg for metrologi under Det Tekniske Sikkerhedsråd. Udvalget skal være det forum, der sikrer grundlaget for den nødvendige prioritering og koordination af den legale og fundamentale metrologi i Danmark. Udvalget har allerede nu bidraget væsentligt i forbindelse med både strukturelle og bevillingsmæssige spørgsmål, og det har været med til at sikre en velbegrunder prioritering af de danske midler, samt en større national bevidsthed om metrologi.

Metrologi er blevet en del af RTI's strategi

Metrologien er omtalt som et indsatsområde i Rådet for Teknologi og Innovation's strategi og handlingsplan InnovationDanmark 2007-2010, og det er fulgt op i InnovationDanmark 2008.

I dag er metrologi vigtig for at sikre fri handel, innovation og forbrugerbeskyttelse samt målinger inden for energi, klima og miljøforhold. Danmarks deltagelse i det internationale samarbejde er også vigtigt, hvis danske interesser skal sikres.

Der arbejdes i dag med fem fokusområder inden for den organiserede metrologi i Danmark, bl.a. med støtte fra RTI:

- Internationalt samarbejde
- Forskning og udvikling
- Bedre koordinering og prioritering af midler og mærkesager
- Mere effektiv videnformidling
- En levedygtig, fremadrettet infrastruktur (typeprøvnings- og kalibreringslaboratorier)

I forbindelse med den fremtidige indsats på metrologiområdet ønsker RTI fortsat at blive rådgivet af metrologiudvalget om hvad der kan udgøre en fremadrettet dansk strategi for metrologi, samt drøfte udviklingen af området med rådets interessenter.



Hvert år afholder DANIAMet "metrologidagen" – et måleteknisk arrangement med fokus på aktuelle måletekniske problemstillinger nationalt eller internationalt.



Det kan være lettere at måle rammerne end at ramme målene.

Rådet for Teknologi og Innovation indgår resultatkontrakter om aktiviteter inden for det metrologiske område med fire af de Godkendte Teknologiske Serviceinstitutter.

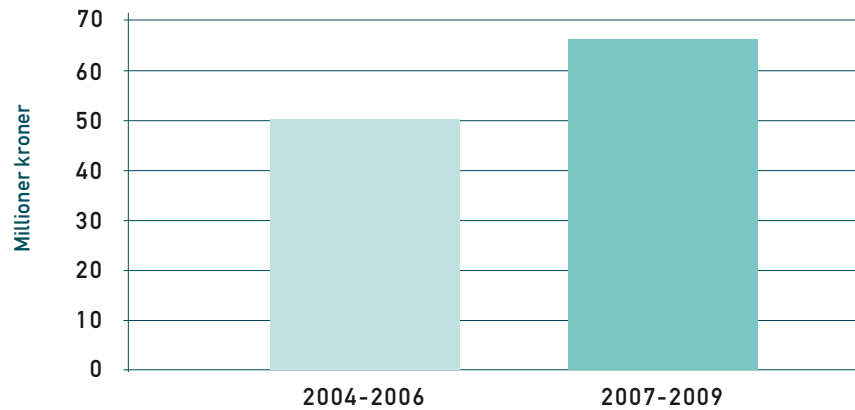
3.1 Resultatkontrakter 2007-2009 til DFM, FORCE, TI og DELTA

BELØB I MILLIONER KR.	2004	2005	2006	2007	2008	2009	I ALT
DELTA	0,9	0,9	0,9	0,6	0,6	0,6	4,5
DFM	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	55,8
FORCE Technology	4,2	4,2	4,2	4,2	4,4	4,4	25,6
Teknologisk Institut	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	13,5
Resultatkontrakter	16,7	16,7	16,7	16,3	16,5	16,5	99,4
Styrkelsesprojektet				2,5	2,5	2,5	7,5
Klima-forprojekter					2,25	0,65	2,9
Centres of Excellence					2,25	2,25	4,5
Særlige resultatkontraktmidler				2,5	7	5,4	14,9
iMERA+ projekter				1,5			1,5
EMRP projekter						2,2	2,2
VTU bevillinger til metrologi	16,7	16,7	16,7	20,3	23,5	24,1	118

Tabel: VTUs bevillinger til metrologi i perioden 2004-2009.

Det skal bemærkes, at de angivne beløb for ordinære resultatkontrakter for DELTA, FORCE og Teknologisk Institut beror på en skønsommæssig opdeling af de aktivitetsområder, som metrologien indgår i. Der er ikke nogen entydig måde at opgøre metrologi på, hvorfor tabellens tal kan afvige noget fra tallene i tekstens opgørelser

VTU midler i alt i 2008 priser



Figur: VTUs bevillinger i perioden 2004-2009, opgivet i 2008 priser.

Prisreguleringen er regnet som gennemsnit mellem varer og tjenesteydelser ud fra Danmarks Statistik.

Dansk Fundamental Metrologi - DFM

DFM har som det eneste GTS-institut en resultatkontrakt, der alene drejer sig om metrologi, og der er i perioden bevilget 9,3 mio. kr. om året. Kontrakten er opdelt i tre aktivitetsområder, nemlig forskning, vedligehold af nationale normaler og infrastruktur.

Forskning

DFM driver forskning inden for elektrisk, optisk, nano- og matematisk metrologi med det formål at metrologiens innovative virkning, som den er beskrevet ovenfor, har en sikker forankring. Forskningen udføres på internationalt anerkendt niveau i samarbejde med ledende universiteter fra ind- og udland, såvel som med udenlandske nationale metrologiinstitutter. Der publiceres jævnligt med samarbejdspartnerne.

Der sker bl.a. en direkte videnoverførsel til virksomheder gennem innovationskonsortier, hvor DFM for tiden deltager i to.

Vedligehold af nationale normaler

DFM vedligeholder normaler inden for sine fire kompetenceområder, nærmere betegnet:

- Elektrisk spænding og resistans, akustik, pH og elektrolytisk ledningsevne.
- Masse
- Længdemålinger inklusiv nanoskala
- Optiske parametre til karakterisering af fibre og effekt.

Infrastruktur

DFM er det "centrale" nationale metrologiinstitut i den decentrale danske organisation, og instituttet optræder derfor som koordinator og en af drivkræfterne inden for organisationen og over for myndighederne

- DFM deltager som dansk medlem i den regionale organisation EURAMET e.V. og i Meterkonventionens globale arbejde. Det indebærer for tiden etableringen af forskningsprogrammet EMRP samt deltagelse i bestyrelsen for Meterkonventionen.
- DFM deltager på kommercielle vilkår i etableringen af metrologiske infrastrukturer i EU's nye medlemslande, samt lande i Nordafrika og Sydamerika.

Videnspredning og kundekontakt

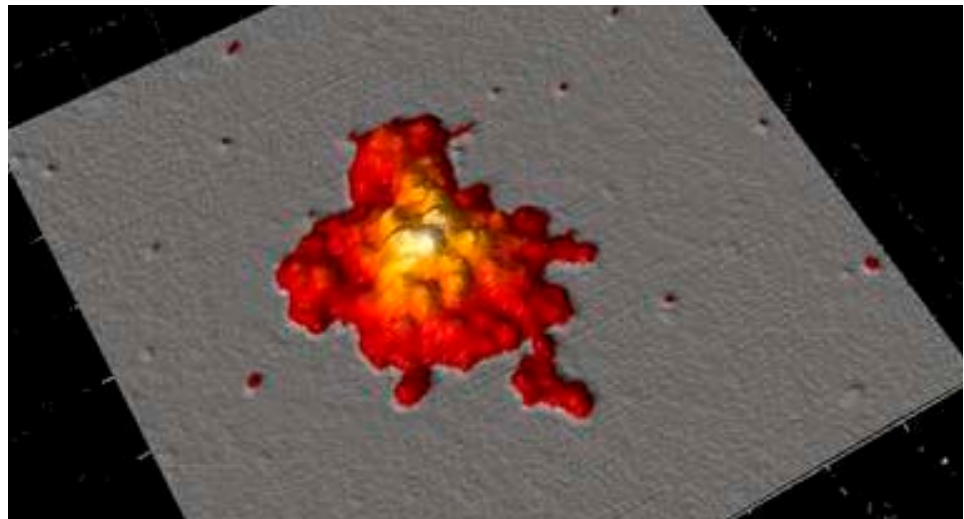
Dansk Fundamental Metrologi sælger alene ydelser inden for sine udvalgte metrologiske kompetencer: elektricitet (inklusive akustik og elektrokemi), optik, nano og matematiske metoder. Der betjenes ca. 60 kunder om året, hvoraf en tredjedel er danske og to tredjedele er udenlandske. Ud af DFM's samlede omsætning på 18 millioner kr. stammer de ca. 4,5 mio. kr. fra kunder.

De danske kunder fordeler sig ligeligt mellem små, mellemstore og store virksomheder, med hovedvægt inden for medicinal- mekanisk- og apparaturproduktion, samt inden for kalibrering. Sammen med ydelserne ydes bistand til udvikling og optimering af målinger i produktionen. Herved indbygges videnoverførsel i de kommercielle ydelser, der til tider har karakter af egentlige konsulentopgaver.

Antallet af kalibreringscertifikater er steget støt fra år til år og nåede i 2007 228 mod 150 i 2004.

DFM's største omsætning ligger inden for opbygning af metrologi i udlandet. I gennem de sidste fem år har DFM haft opgaver (fortrinsvis betalt af EU) i Baltikum, Tyrkiet, Nordafrika, Egypten og Libanon.

>
Dieselpartikel analyseret ved hjælp af atomic force mikroskop. Billedet viser en partikel med en diameter på ca. 1 mikrometer. Billedet er optaget lige inden jul, men ligheden med en "nanonisse" er tilfældig.



FORCE Technology

FORCE Technology har anvendt de resultatkontraktmidler, som er bevilget til metrologien, inden for to områder, nemlig norm- og standardisering (inklusive de nationale metrologiinstitutter) og måleteknik.

Aktiviteter vedrørende norm- og standardiseringsarbejde (2,2 mio.kr)

- videreførelse af de nationale referencelaboratorier indenfor kraft, tryk, volumen og densitet, gasflow og flow andre væsker end vand
- deltagelse i nationalt og internationalt samarbejde
- deltagelse i lovgivnings- og standardiseringsarbejde

Det andet område vedrører temaet Måleteknik (4,2 mio.kr), hvor der udover de aktiviteter, der foregår i det nye DANIAMet, også er afsat midler til innovation (udvikling og validering af nye målemetoder og -udstyr) inden for sensorer, røntgenscanning, luftemissionsmålinger og de måletekniske aktiviteter, der er relateret til flowbærende processer, proces- og energioptimering og måleteknik inden for det maritime område.



HØJTRYKSKALIBRERING - I DANMARK

Standarden inden for flowkalibrering blev højnet betydeligt, da danske og udenlandske virksomheder fik muligheden for at benytte FORCE Technologys højtrykslaboratorium. Danske virksomheder, som DONG og Mærsk, sparer penge og får en hurtigere levering, samtidig med at de ikke længere har brug for et stort lager af erstatningsmålere. Laboratoriet har opnået stor respekt fra udenlandske laboratorier og brugere, og ca. 2/3 af kunderne kommer fra udlandet.

For det traditionelle metrologiske område har aktiviteten bl.a. været:

- udvikling af kursustilbud
- udvikling af nyt måleudstyr til kalibrering af store olie/benzinmålere in situ
- udstyr til kalibrering af temperaturfølere på gastankskibe
- indsamling af viden vedrørende CO₂måling, legale krav til fremtidige målesystemer inden for alternative brændsler, automatiske vejesystemer m.v.

Videnspredning og kundekontakt

FORCE Technology's måletekniske aktiviteter har årligt kontakt med ca. 3.000 kunder - spændende fra multinationale virksomheder som Shell og Siemens til den lokale slagterforretning med en enkelt vægt.

FORCE driver de nationale metrologiinstitutter inden for kraft, tryk, volumen og densitet, gasflow og flow - andre væsker end vand og har derudover kalibreringsfaciliteter inden for vægt, masse og temperatur. Opgaverne her kan være deltagelse i udvikling, rådgivning, kurser og kalibrering.

Den samlede omsætning inden for metrologi udgør ca. 63 mio. kr., hvoraf hovedparten er i Danmark, men en voksende del er udenlandsk omsætning (ca. 6 mio. kr. i 2008) En stor del af denne omsætning hidrører fra opbygning af kalibreringsfaciliteter i udlandet.

I alt bliver der udstedt mere end 12.500 certifikater årligt på det måletekniske område.

Metrologien i FORCE har tæt samarbejde med beslægtede områder i FORCE inden for sensorudvikling, miljømålinger og strømningsområdet (flowsimulering, CFD, vind-tunnelforsøg og målinger i det maritime område).

Vore konsulenter med erfaring inden for medicinal- og fødevarerbranchen yder sammen med de måletekniske kompetencer kvalificeret assistance i forbindelse med validering af processer, udstyr, metoder, ressourcer m.m. mod såvel nationale som internationale standarder og krav. Ydelserne kan bl.a. bestå i udarbejdelse af systemdokumenter så som valideringsmasterplaner, protokoller, testplaner og valideringsrapporter. Validering/kvalificering foretages af f.eks. termisk udstyr og utilities.

>
Verifikation af butiksvægt.





KARAKTERISERING OG VALIDERING AF MIKROPUMPE TIL MEDICINDOSERING

En jævn medicindosering er ofte ønskelig frem for anvendelse af injektion eller piller. I forbindelse med udvikling af system til medicindosering vha. en mikropumpe hos en dansk medicinvirksomhed blev Teknologisk Institut's flowlaboratorium inddraget i udvikling af en testmetode for produktionskontrol af de producerede mikropumper og med anvendelse af luft som medie i stedet for medicin/væske. Sidstnævnte ønskeligt både af hensyn til en hurtigere og nemmere test, men også for at bevare steriliteten af de producerede emner. Middelflow var på 2 ml/timen og dimensionerne lå i størrelsesordenen 100 til 500 μm . Der blev opstillet CFD-model for analyse af det samlede doseringssystem med såvel luft og vand som den pågældende medicin. Den numeriske model blev efterfølgende tilpasset og valideret ved hjælp af flowmålinger via afvejning og tidsmåling.

TEKNOLOGISK INSTITUT

Teknologisk Instituts har for perioden fået bevilget en metrologiresultatkontrakt på 2,2 mio.kr. årligt, der omfatter dels videreførelse af de udpegede, nationale metrologilaboratorier inden for vandflow, temperatur og geometri, samt det potentielle område vedr. luftstrømninger (anemometri), dels måletekniske tiltag i tilknytning til hovedområderne og rettet mod industrien

I de nationale laboratorier indgår bl.a. deltagelse i obligatoriske internationale ringkalibreringer, fx EURAMET "key comparisons", samt en begrænset indsats i udvalgte nationale og internationale fora.

De måletekniske tiltag understøtter i vid udstrækning innovation og omfatter blandt andet:

- Faciliteter til kalibrering af termometre ved lave temperaturer, opgradering og efterfølgende validering af udstyr til lufttemperaturmåling, etablering af faciliteter til karakterisering af cross-sensitivity og kalibrering af multisensorer, set-up til kalibrering af overfladefølere, videreudvikling af faciliteter for on-site kalibrering af flow under 150 m^3/h .
- Indledende aktiviteter vedr. mikroflow
- Etablering af LDV som primær reference i forbindelse med lufthastighedsmåling og rettet mod opnåelse af status som NMI på området
- Videreudvikling af primærlaboratoriet for geometri

Videnspredning og kundekontakt

På Teknologisk Institut drejer aktiviteterne på metrologiområdet sig særligt om direkte videregivelse af sporbarhed, videnformidling, rådgivning samt projektvirksomhed. På metrologiområdet var den samlede omsætning knap 30 mio. kr., og der blev udarbejdet mere end 3000 certifikater.

Teknologisk Instituts metrologiaktiviteter er en integreret del af Institutets videnformidling. På undervisningssiden udbydes årligt over 20 forskellige måletekniske plankurser om temperatur, flow, geometri, tryk, lufthastighed, fugt, elektrisk, måleusikkerhed etc., hvoraf flere afholdes flere gange årligt. Ligeledes afholdes måletekniske temadage med særligt sigte, fx fjernkommunikation med afregningsmålere og andet måleudstyr. Der afholdes herudover virksomhedstilpassede kurser og måleteknisk rådgivning.

Formidlingsaktiviteterne inden for metrologi tager afsæt i Teknologisk Instituts kalibreringslaboratorier og med de nationale metrologilaboratorier inden for temperatur, flow og geometri som de primære. Ligeledes med afsæt i dette har Teknologisk Institut i betydelig grad deltaget i opbygning af metrologi specielt i de nye østeuropæiske EU-medlemslande.



MÅLETEKNISK EFTERUDDANNELSE FOR DANSK INDUSTRI

Måleteknisk kunnen er vigtig i mange sammenhænge og ikke mindst i industrien, så processerne kan gennemføres effektivt og med tilfredsstillende kvalitet til følge. Samtidig er det med nedlæggelse af måleteknikeruddannelsen blevet stadigt sværere for danske virksomheder at finde kvalificeret arbejdskraft til krævende måle- og kvalitetstekniske opgaver.

Med basis i bl.a. metrologilaboratoriernes måletekniske aktiviteter, herunder videnhjemtagning via deltagelse i internationale fora og projekter, har GTS-institutterne udviklet en række plankurser og afholder samtidig virksomhedsrettede kurser i de tilfælde, hvor specialviden er nødvendig i forhold til virksomhedens brug af måling. Desuden drives en række ERFA-grupper hvor den opnåede viden udbredes til virksomheder og øvrige relevante parter. Årligt bevirker disse aktiviteter efteruddannelse af flere hundrede teknikere.

DELTA

DELTA har for perioden 2007 – 2009 fået en bevilling på 0,6 mio. kr. årligt i sin resultatkontrakt beregnet på formidlingsaktiviteter inden for legal metrologi. Aktiviteterne er blandt andet rettet mod at formidle viden til danske virksomheder omkring tolkninger af regler og standarder for legalt måleudstyr, således at innovation kan tage afsæt i ajourførte og fremadrettede forudsætninger.

Der afholdes tillige regelmæssige møder med DANAK, som er myndigheden inden for den legale metrologi, og andre bemyndigede danske virksomheder omkring udformning af de danske regler.

Videnspredning og kundekontakt

DELTA's metrologiydelser indgår i de mange kundeaktiviteter. For en stor del af instituttets kunder er viden om måleteknik, ofte på højeste niveau, mindst lige så vigtig som kalibreringscertifikater.

DELTA har en særlig kompetence indenfor området luftfugtighed som strækker sig mere end 40 år tilbage i tiden. Vi har udført sporbare kalibreringer af fugtmåleinstrumenter for industrien i over 20 år og er dansk nationalt referencelaboratorium for luftfugtighed. For at sikre vores kunder den bedst mulige ydelse (dvs. bedst mulige målinger) deltager DELTA i internationale sammenligninger, de såkaldte "round-robin" kalibreringer.

DELTA er Notified Body inden for vægtoområdet og udfører EMC, vibration og klimatiske test af varmeenergimålere i forbindelse med typeprøvning. Indenfor prøvning og certificering betjener DELTA ca. 60 kunder årligt, hvoraf omkring halvdelen er danske virksomheder, mens de udenlandske især er fra EU, EØS og Tyrkiet.

3.2 Styrkelse af metrologien i Danmark

Med virkning fra sommeren 2007 og frem til slutningen af 2009 har RTI bevilliget 7,5 mio. kr. til projektet "Styrket international deltagelse og organisering af dansk metrologi". Der er tale om et samarbejdsprojekt mellem Dansk Fundamental Metrologi A/S, FORCE Technology, Teknologisk Institut og DELTA Dansk Elektronik, Lys og Akustik.

Det overordnede formål med bevillingen var at styrke dansk metrologis infrastruktur og internationale gennemslagskraft til gavn for dansk erhvervsliv. En styrket organisation er mere effektiv og mere gennemskuelig til fordel for såvel virksomheder og myndigheder.

Projektet har muliggjort dansk deltagelse i den internationale udvikling, og det har bidraget væsentligt til en modernisering af den danske organisation på området.



Den 27. februar 2008 valgte Folketinget at bakke op om dansk deltagelse i EMRP.

Internationalt samarbejde

Et vigtigt aspekt af metrologien er dens globale sigte, både videnskabeligt og i forhold til international handel. Det metrologiske arbejde foregår parallelt inden for den legale metrologi og den fundamentale metrologi, som i Europa varetages af henholdsvis WELMEC og EURAMET e.V. - samt globalt i OIML og Meterkonventionen.

Bevillingen til en styrket international deltagelse og organisering af dansk metrologi har gjort det muligt for institutterne at deltage systematisk i arbejdet i EURAMET's tekniske komitéer, hvilket har ført til øget og bredere vidensspredning. De tekniske komitéer behandler mange problemstillinger, som er af interesse for danske kalibreringslaboratorier og andre dele af erhvervslivet. Et særligt europæisk initiativ inden for EURAMET er rettet mod 7. ramme-programms mulighed for at danne såkaldte Artikel 169-institutioner med et specifikt, fokuseret forskningsprogram og delt finansiering mellem medlemslandene og EU-Kommissionen.

Koordinering og infrastruktur

Med RTIs bevilling til en bedre organisering af metrologien i Danmark er samtlige aktører blevet samlet i én en forening, DANIAMet, som skal være fælles talerør og koordinator for dansk metrologi. DANIAMet blev dannet ultimo 2008.

DANIAMet vil indgå aktivt i arbejdet med at koordinere ansøgninger og videnformidlingstiltag såvel som i forberede dansk deltagelse i EMRP mv. Endvidere vil foreningen arbejde for yderligere samling af dansk metrologi, fx ved inddragelse af referencelaboratorierne inden for miljø, sundhed og fødevarer.

Videnformidling

I 2007 og 2008 blev der udgivet særnumre af "CLM nyt" om organiseringen af dansk og europæisk metrologi, og i 2009 ændres nyhedsbladets titel og indhold til det mere generelt dækkende "Metrologi-Nyt". Derudover er der primo 2008 etableret en samlet hjemmeside www.DANIAMet.dk.

3.3 iMERA+ projekter

Metrologi sikrer en global ensartethed af målinger, som er et udgangspunkt for den globale handel. Det europæiske forskningsprogram EMRP har til formål at sikre, at den europæiske udvikling støttes af troværdige målinger. Det er vigtigt, at Danmark er med, og RTI har afsat 2,2 mio. kr. årligt i rammeprogrammets løbetid til dansk deltagelse i programmet.

I 2007 var forskningsprogrammet endnu ikke igangsat. I stedet gav Europa-kommissionen en stor bevilling til et ERA-NET+ program, der skulle afprøve artikel 169-konceptet inden for metrologi. Programmet fik navnet iMERA+ og kom til at bestå af 21 forskningsprojekter med dansk deltagelse i de fire. Til sammen har de fire danske delprojekter et budget på 3,4 mio. kr. De støttes med 1,092 mio. kr. fra EU og med 1,467 mio. kr. fra RTI, mens resten er deltagernes egenfinansiering

De fire iMERA+projekter med dansk deltagelse er nærmere beskrevet i appendiks.

3.4 Forprojekter om klima

Med henblik på at styrke den kommende danske deltagelse i EMRP bevilgede RTI i 2008 2,2 mio. kr. til tre forprojekter. De beskæftiger sig alle med emner, der indgår i EMRP's forskningsprogram, men samtidigt vender de sig mod væsentlige temaer inden for regeringens klimaprogram.

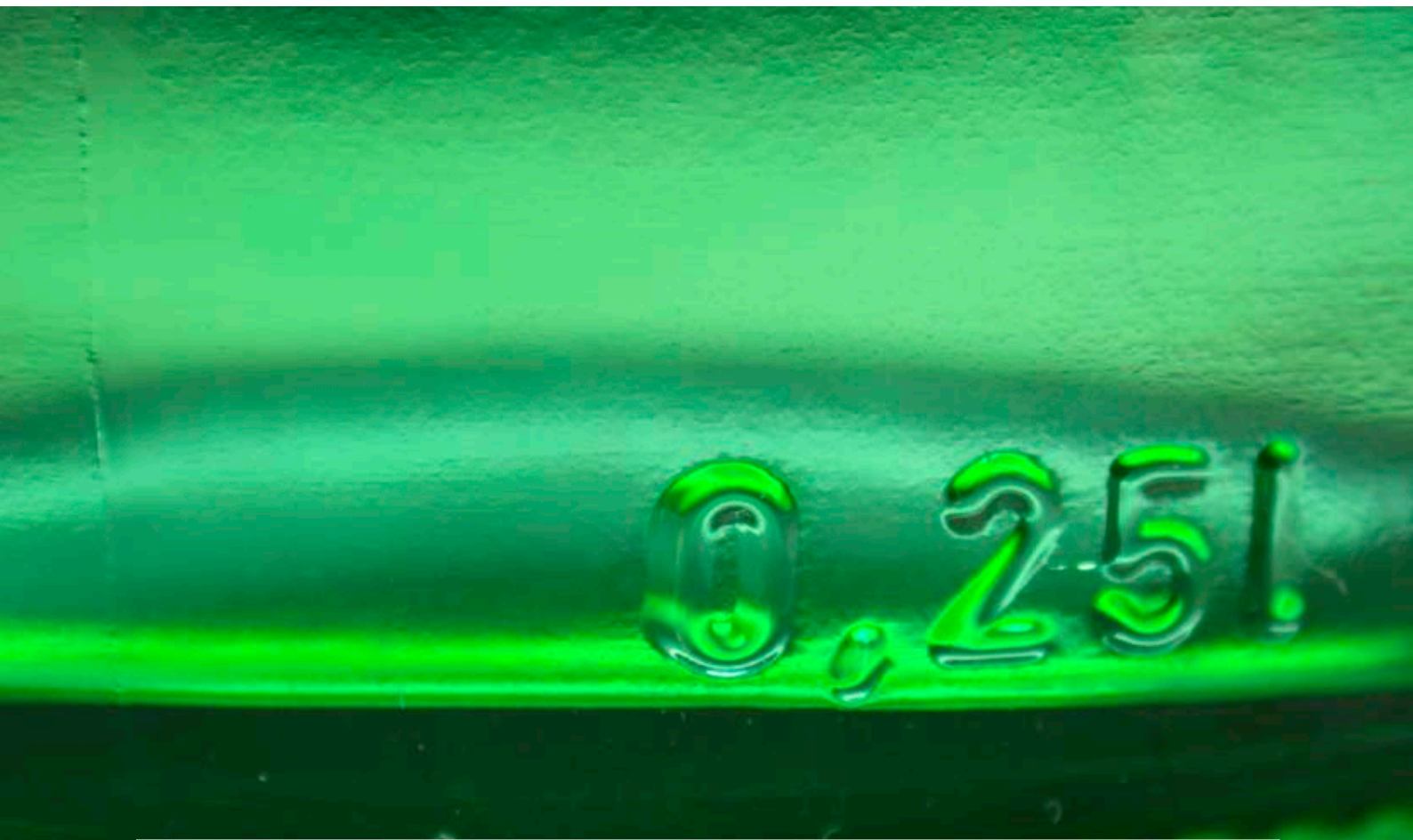
Forprojekter om klima er nærmere beskrevet i appendiks.

3.5 Centres of Excellence

Ved et Centre of Excellence forstås et samarbejde, der både fagligt og tidsligt rækker ud over, hvad dansk metrologi normalt beskæftiger sig med, og som kan markere sig internationalt på sit felt. I metrologiredegørelsen "Metrologi 2006+3" blev fire sådanne centre anbefalet med udgangspunkt i et højt fagligt niveau og muligheder i forhold til dansk innovation og eksport.

I 2008 gav RTI en bevilling til at etablere to Centres of Excellence, og valgte på baggrund af en anbefaling af Metrologiudvalget at finansiere centrene for hhv. flow-metrologi (Flowcenter Danmark) og for akustisk metrologi (CEAM) med i alt 4,5 mio. kr.

De to Centres of Excellence er nærmere beskrevet i appendiks.



Dette appendiks giver resuméer af de forskellige forskningsprojekter, som har fået støtte af RTI. Det drejer sig om fire iMERA+ projekter, fire forprojekter om klima og to Centres of Excellence.

4.1 iMERA+ projekter

RTI har afsat 2,2 mio. kr. til dansk deltagelse i EMRP-projekter. Disse blev i 2007 formuleret inden for programmet ERA-NET+, som skulle afprøve artikel 169-konceptet inden for metrologi. Det fik navnet iMERA+, der kom til at bestå af 21 forskningsprojekter eller arbejdspakker.

Fra Danmark deltager DFM og Arepa i følgende fire iMERA+ projekter

4.1.1 Måling af Boltzmanns konstant

Den nuværende definition af temperaturenheden kelvin er baseret på temperaturen for vands tripelpunkt, og enheden er således relateret til en materialeegenskab. Nøjagtigheden hvormed temperatur kan måles i dag er begrænset af bl.a. ”renheden” af vand. Af hensyn til fremtidige behov for temperaturmålinger er det ønskværdigt at relatere temperaturdefinitionen til Boltzmanns konstant k_B (en naturkonstant) og at fastlægge værdien af denne ved en definition. En redefinering af temperaturenheden er dog først fornuftig, når k_B er bestemt med en nøjagtighed, som er sammenlignelig med den nuværende realisering af temperaturenheden.

Det totale projektbudget er 32.993.000 kr. DFM’s andel udgør 1.219.000 kr., heraf finansierer RTI 442.000 kr.

4.1.2 Analyse af udåndingsluft til diagnose ved tidlig sygdomsopdagelse

Udåndingsluften indeholder over hundrede forskellige kemiske stoffer, hvis mængde og sammensætning påvirkes af sygdom. For eksempel kan en forhøjet mængde af formaldehyd være tegn på brystkræft. Analyse af udåndingsluft er en af de kliniske undersøgelser, som kan anvendes til tidlig diagnosticering af sygdomme.

En af metoderne til analyse af udåndingsluft er laserabsorptions-spektroskopi, hvor mængden af et molekyle bestemmes ud fra absorption af laserlys. Selv om teknikken er velkendt, mangler der stadig en del udvikling for at opnå nøjagtige måleresultater. Projektet fokuserer især på troværdig identifikation af molekyler i udåndingsluft og på at reducere usikkerheden i målingerne fra de nuværende typiske 10 % til 1-2 %.

Det totale projektbudget er 18.270.000. DFM’s andel udgør 1.255.000 kr, heraf finansierer RTI 539.000 kr.

4.1.3 Komplekse kemiske parametre

Korrekte og pålidelige målinger inden for klinisk kemi er af afgørende betydning for sundhedsbehandling. EU's direktiv om medicinsk udstyr til in vitro-diagnostik kræver derfor dokumenteret metrologisk sporbarhed til 'normaler af højere orden' for klinisk kemiske målinger. Målet med dette projekt er at etablere de nødvendige referencemålemetoder og normaler af højere orden for biologiske relevante stoffer og ioner i biologiske matricer, med fokus på klinisk kemi. Projektet vil forbedre analysemetoder, skabe bedre sammenhæng mellem forskellige detektionssystemer og forbedre detektionsegenskaberne for massespektrometre. Metoderne, der udvikles i projektet, vil blive referencegivende i det internationale netværk for metrologisk sporbarhed inden for klinisk kemi.

Bestemmelse af renhed af vand er en vigtig forudsætning for at kunne fastsætte detektionsgrænser for ionaktivitet. Samtidig løses et praktisk problem med myndighedskrav til dokumentationen for renheden af vand i den farmaceutiske industri og for anvendelser i fx kraftværkssektoren.

Der er udtrykt stor interesse for det overordnede projekt fra Dansk Institut for Ekstern Kvalitetssikring for Laboratorier i Sundhedssektoren, DEKS, og det giver lejlighed til at knytte en ny aktør til DANIAMet-organisationen.

Det totale projektbudget er 30.823.000 kr. DFM's andel udgør 688.000 kr., heraf finansierer RTI 296.000 kr.

4.1.4 Næste generation af teknikker til kraft og energimålinger

Projektet fokuserer på udviklingen og implementeringen af de metrologiske værktøjer såvel i laboratoriet som i felten, der kræves for at kunne lave sporbare målinger af elektrisk energi og strøm kvalitet.

Tilgang til forbedrede målinger af strøm kvalitet er vigtigt for regeludstedere, energiproducenter og teknologiaktører, samt for forbrugerne (industrielle såvel som private) for at understøtte en pålidelig, stabil og sikker energiforsyning – specielt i en kontekst hvor det generelle energiforbrug søges mindsket og ved anvendelsen af vedvarende energikilder og et afreguleret elektricitetsmarked. Der er samlet en brugergruppe af danske virksomheder, der via projektmøderne får direkte indflydelse på projektets mål og adgang til de opnåede resultater. Det totale projektbudget er 24.421.000 kr. Metrologi-instituttet Arepa's andel udgør 489.000 kr., hvoraf RTI finansierer 210.000 kr.

4.2 Forprojekter om klima

Den kommende danske deltagelse i EMRP sker gennem en bevilling på 2,2 mio. kr. til tre forprojekter. De beskæftiger sig alle med emner, der indgår i EMRP's forskningsprogram, men samtidigt vedrører de væsentlige temaer inden for regeringens klimaprogram, som blev lanceret i foråret 2008, og de forventes at give resultater i forbindelse med klimakonferencen i 2009.

Der er tale om følgende projekter:

4.2.1 Aerosolers størrelse og form

Aerosoler har stor betydning for jordens samlede ind- og udstråling og dermed temperatur. De er en væsentlig forureningskilde og har derfor stor indflydelse på vores velfærd.

Projektets formål er at udvikle mere pålidelige aerosolmålinger, der muliggør en forbedret overvågning af antal og størrelse. Målgruppen er laboratorier der måler, kontrollerer eller tester (nano)partikler eller måleudstyr, herunder særligt miljø og klimaforskning.

4.2.2 Avanceret flowmåling med europæisk perspektiv

Projektet tager udgangspunkt i de nationale metrologiinstitutter inden for flow hos Teknologisk Institut og FORCE Technology og gennemføres i et 50/50-samarbejde. Formålet er at bringe flowområderne "Europæisk Gas-kubikmeter" og Laser Doppler Velocimetri (LDV) ind i international sammenhæng og sikre deltagelse i EMRP. Forbedring af målemetoder, der kan bidrage til bedre styring og regulering af flow har stor betydning for energiforbruget og dermed også for klimaet. EMRP nævner specifikt forbedring af måleevne. Brug af LDV til bl.a. forskning i forbindelse med flowforstyrrelser er også nævnt.

4.2.3 Forprojekt om strøm kvalitet

Udledning af CO₂ fra energisektoren tilskrives en afgørende betydning for de igangværende klimaændringer. Et af de værktøjer der anvendes politisk for at imødegå øget udledning af CO₂ er omlægning af produktion af el til vedvarende energi, herunder specielt vindmøller og andre decentrale produktionsanlæg. Der er dog store udfordringer i integrationen af mange decentrale produktionsanlæg i det nationale elforsyningsnet, specielt hvad angår strøm kvalitet – et forhold med speciel interesse i Danmark, som har en af Europas største andele af vedvarende energi i el-nettet.

Projektets formål er at udbygge kompetencerne omkring bestemmelse af kvalitet af elektrisk effekt.

4.2.4 Kvantitativ måling af atmosfæremolekyler

DFM har foreslået et projekt, som vil identificere specielle teknikker, der er velegnede til fremtidig kvantitativ monitorering af molekyllære sporgasser relevant for atmosfæren. De globale klimaændringer anses som en af de største længerevarende udfordringer, som mennesket er udsat for. Data-grundlaget for konklusionerne om klimaet kommer fra ”remote sensing” af den fysiske tilstand og den kemiske sammensætning af atmosfæren.

DFM har gennem adskillige år opbygget kompetence omkring molekyllær spektroskopi, dels med henblik på nøjagtig bestemmelse af de molekyllære absorptionslinier, dels med henblik på bestemmelse af mængden af gas ud fra absorptionsprofilen. DFM bidrager således til udviklingen af teknikker, der gør miljømålinger mere pålidelige end tilfældet er i dag.

Der er nationalt og internationalt en erkendelse af et stigende behov for mere nøjagtig måling af emissionsgasser fra industrielle processer og kraftværker. De udviklede teknikker vil på længere sigt kunne bidrage til forbedret instrumentering, især mere nøjagtige målemetoder.

4.3 Centres of Excellence

Der er bevilliget i alt 4,5 mio. kr. til to Centres of Excellence, der har deltagelse af henholdsvis FORCE Technology og Teknologisk Institut samt DFM og Brüel & Kjær Sound og Vibration

4.3.1 Centre of Excellence for Acoustic Metrology (CEAM)

CEAM's aktiviteter fokuseres på udvikling og etablering af primærnormaler og -kalibreringsmetoder relateret til lyd i luft. Konkrete emner er; en udvidelse af frekvensområdet til at omfatte meget lave frekvenser (ned til 1 Hz) og meget høje frekvenser (op til 150 kHz), kalibrering i et diffust felt, etablering af et universelt kunstigt øre til audiometri, interdisciplinære metoder til etablering af akustiske normaler m.m.

Emnerne er valgt fra DFM's og BRÜEL & KJÆRS forretningsplan for perioden 2007-2009 med henblik på at optimere CEAM'S danske nyttevirkning gennem støtte til den store danske akustikbranches innovation og for at styrke dansk deltagelse i EMRP og EURAMET.

På international basis er sporbarhed på akustiske kalibreringer i dag begrænset til frekvensområdet fra ca. 25 Hz til 25 kHz. CEAM's aktiviteter vil udvide frekvensområdet markant, og sporbarheden vil blive videreført til brugere (internationalt) igennem nye ydelser og teknologisk service. Desuden vil nye kalibreringsteknikker blive undersøgt, hvilket vil udvide den danske viden inden for akustisk metrologi.

En betydelig del af dette arbejde skal udføres i samarbejde med andre videnskabelige institutioner og forskningscentre (DTU, SDU), og udenlandske metrologiinstitutter (NPL i England og PTB i Tyskland). Alle interesseområder har som fælles betegnelse, at de støtter en nøglesektor af dansk industri og samfund, og at de styrker den høje position, der har karakteriseret dansk akustisk metrologi i de seneste år verden over.

4.3.2 Centre of Excellence Flowcenter Danmark

Projektet, der gennemføres i et 50/50-fællesskab mellem FORCE Technology og Teknologisk Institut, har til formål at skabe et samlingspunkt for viden inden for flow og give målgruppen af producenter, forsyningsvirksomheder og myndigheder hurtig og effektiv adgang til den nyeste viden og de bedste ydelser. Samtidig skal centeret skabe resultater, der gør en forskel inden for metrologien i Danmark, og styrke det internationale samarbejde på området.

Projektet har fire hovedindsatsområder:

1. Organisation og ledelse - dannelsen af styregruppe, projektorganisation og en rådgivende faggruppe med repræsentanter fra målgruppen og andre relevante parter.
2. Formidling - etablering af hjemmesidenheder og kontaktpersoner, udarbejdelse af produktblad samt afholdelse af seminarer og workshops og indlæg i fagblade og på eksterne seminarer m.v.
3. Fremtidens energi- og miljømåling, hvor der skal opbygges et netværk med førende internationale forskningsmiljøer samt gennemføres kortlægning af "state of the art". Desuden skal der arbejdes for at sikre Danmark en fremtrædende placering i de kommende EMRP-udbud.
4. Mikroflow, hvor der skal sikres deltagelse i den kommende Euramet-faggruppe, udarbejdes en beskrivelse af "state of the art" og etableres samarbejde med andre europæiske laboratorier samt med danske aktører inden for medico- og farmaceutisk industri, sensorproducenter og leverandører samt forskningsinstitutioner.

2009

Evalueringer og effektmålinger

1. Effektmåling af innovationsmiljøernes støtte til danske iværksættere
 - Innovation: Analyse og evaluering 01/2009
2. Rammer for innovativ IKT-anvendelse – erfaringer fra Den Regionale IKT-satsning
 - Innovation: Analyse og evaluering 02/2009
3. Måling af additionalitet af deltagelse i innovationskonsortier
 - Innovation: Analyse og evaluering 03/2009
4. International Evaluation of the Danish GTS-system
 - Innovation: Analyse og evaluering 04/2009
5. Proof of concept-finansiering til offentlige forskningsinstitutioner - Midtvejsevaluering
 - Innovation: Analyse og evaluering 05/2009

Analyser

6. Kortlægning af det danske vidensystem med fokus på GTS-nettets roller og opgaver
 - Innovation: Analyse og evaluering 06/2009
 7. International Comparison of Five Institute Systems
 - Innovation: Analyse og evaluering 07/2009
 8. Desk Study on Science and Technology Foresights Aiming at Technological Service in Denmark
 - Innovation: Analyse og evaluering 08/2009
 9. Små og mellemstore virksomheders deltagelse i internationale FoU-samarbejder
 - Innovation: Analyse og evaluering 09/2009
 10. Små og mellemstore virksomheders anvendelse af ikt til innovation
 - Innovation: Analyse og evaluering 10/2009
 11. Virksomhedernes alternative strategier til fremme af privat forskning, udvikling og innovation
 - Innovation: Analyse og evaluering 11/2009
 12. Redegørelse for metrologiindsatsen 2007 - 2009
 - Innovation: Analyse og evaluering 12/2009
-

2008

Performanceregnskaber

1. Performanceregnskab for Videnskabsministeriets GTS-net
 - Innovation: Analyse og evaluering 01/2008
2. Kommercialiseringsstatistik
 - Innovation: Analyse og evaluering 02/2008
3. Performanceregnskab for Videnskabsministeriets Innova-tionsnetværk
 - Innovation: Analyse og evaluering 03/2008
4. Performanceregnskab for Videnskabsministeriets Innovationsmiljøer
 - Innovation: Analyse og evaluering 04/2008

Evalueringer og effektmålinger

5. Evaluering af IDEA
 - Innovation: Analyse og evaluering 05/2008
6. Effektmåling af forsknings- og innovationssamarbejder
 - Innovation: Analyse og evaluering 06/2008
7. Open innovation and globalisation: Theory, evidence and implications, VISION era-net project
 - Innovation: Analyse og evaluering 07/2008
8. Brugeranalyse af GTS-nettet
 - Innovation: Analyse og evaluering 08/2008
9. Evaluation of Danish Industrial Activities ind the European Space Agency (ESA)
 - Innovation: Analyse og evaluering 09/2008
10. Evaluation of the Danish Contributions to Space Research
 - Innovation: Analyse og evaluering 10/2008
11. Evaluering af public service for opfindere (Opfinderrådgivningen)
 - Innovation: Analyse og evaluering 11/2008

Analyser

12. Den danske erhvervsstruktur – udviklingstendenser og dynamikker
 - Innovation: Analyse og evaluering 12/2008
13. Innovation og innovationsbehov i servicesektoren
 - Innovation: Analyse og evaluering 13/2008
14. Kortlægning af iværksætter- og entrepreneurshipkurser ved de 8 danske universiteter
 - Innovation: Analyse og evaluering 14/2008
15. Kortlægning af indsatsen for fremme af innovation og entreprenørskab i de danske uddannelser – 2008
 - Innovation: Analyse og evaluering 15/2008
16. Matchmaking mellem virksomheder og videninstitutioner
 - Innovation: Analyse og evaluering 16/2008
17. Innovation i IKT – indsatser og effekter
 - Innovation: Analyse og evaluering 17/2008
18. Major challenges in national research and innovation policy governance: Comparison and assessment of the approaches in the VISION era-net partner countries
 - Innovation: Analyse og evaluering 18/2008
19. Inside Service Innovation – Challenging Policy
 - Innovation: Analyse og evaluering 19/2008
20. Håndbog om Innovationsnetværk
 - Innovation: Analyse og evaluering 20/2008
21. Videnpiloter – eksempler på vækst og innovation i små og mellemstore virksomheder
 - Innovation: Analyse og evaluering 21/2008
22. Fra inspiration til innovation – casesamling fra offentlige og private organisationer
 - Innovation: Analyse og evaluering 22/2008
23. Barriereanalyse for ErhvervsPhD-programmet
 - Innovation: Analyse og evaluering 23/2008