

Skema: Ansøgning om resultatkontraktmidler 2019-2020

Institut(ter):	Aktivitetsplan (titel):	Aktivitetsplan nr.:	FoU
DFM	Metrologisk Forskning og Udvikling Idéforslags titel på bedreinnovation.dk: Metrologisk Forskning og Udvikling	2	
1) Manchettekst (kort resumé)			
Metrologisk Forskning og Udvikling understøtter industriens behov for udvikling af nye metrologiydelser og sikrer DFM adgang til og deltagelse i det globale samarbejde om metrologiforskning mellem de nationale metrologiinstitutioner.			
2) Aktiviteten kort (resumé)			
<p>Dansk industris teknologiske udvikling og konkurrenceevne forudsætter adgang til nye måletekniske ydelser for at sikre korrekt specifikation af nye innovative produkter, samt for at kvalitetssikre og optimere produktionen. Denne ansøgning omfatter videreudvikling af DFM's grundlæggende metrologikompetencer inden for nano- & dimensionel metrologi, fotonik, berøringsfri termometri, akustik og elektrokemi. Aktiviteten resulterer i etablering af nye efterspurgte metrologiydelser rettet mod bl.a. lægemiddel- og medicobranschen, den akustiske industri, samt højteknologiske produktionsvirksomheder inden for nanoteknologi og fotonik. Der udvikles i alt 14 nye ydelser. Alle ydelser vil have et højt videnniveau og være unikke i Danmark, 9 ydelser vil være unikke globalt.</p>			
3) Markedsbehov, erhvervs- og samfundsmæssige potentialer			
<p>Dansk industris teknologiske udvikling og konkurrenceevne forudsætter adgang til nye måletekniske ydelser for at sikre korrekt specifikation af nye innovative produkter samt for at kvalitetssikre og optimere produktion.</p> <p>Det er DFM's målsætning at udvikle de metrologikompetencer og -ydelser, der opfylder danske virksomheders fremtidige primære metrologibehov. Det er væsentligt, at DFM sikrer adgang til de nye metrologiske kompetencer og ydelser, som virksomhederne efterspørger, idet virksomhederne (og specielt SMV'erne) ikke selv har de ressourcer eller specialiserede kompetencer, der kræves for at etablere ydelserne internt.</p> <p>En del nye måletekniske ydelser etableres på lavere sporbarhedsniveau af kommercielle kalibreringslaboratorier. Disse laboratorier har brug for kalibreringer eller referencematerialer på højeste sporbarhedsniveau for at sikre international sammenlignelighed¹. DFM udvikler ydelser til at sikre kalibreringslaboratoriernes adgang til højeste sporbarhedsniveau inden for områderne nano- & dimensionel metrologi, fotonik, berøringsfri termometri, akustik og elektrokemi. Ved at etablere det højeste sporbarhedsniveau sikres en betydelig samfundsmæssig værdiskabelse via en markant multiplikatoreffekt til kalibreringslaboratoriernes kunder (sekundær målgruppe).</p> <p>På højteknologiske områder kan virksomhedernes direkte metrologibehov ofte kun imødekommes gennem en mere grundlæggende metrologiforståelse og en forudgående forskningsindsats. Alle de ydelser, som foreslås udviklet i nærværende ansøgning, vil enten være direkte målrettet danske højteknologiske virksomheder eller danske produktionsvirksomheder. Ydelserne efterspørges primært af virksomheder inden</p>			

¹ Bedre Innovation kommentar fra BKSVDPLA (x2), Exova Metech, CTBTO

for lægemiddelbranchen², medicobranschen³, den akustiske industri⁴, samt højteknologiske produktionsvirksomheder inden for fotonik⁵, nanoteknologi⁶ og energi⁷.

DFM arbejder tæt sammen med danske universiteter, bl.a. via formaliserede projektsamarbejder. Universiteternes forskning forudsætter ofte udvikling af nye målemetoder og -instrumenter, hvilket gør DFM til en vigtig samarbejdspartner.

I 2024 forventes at mindst 55 højteknologiske SMV'er har anvendt de nye ydelser, og de nye kompetencer forventes at indgå i samarbejder med mere end 40 SMV'er. Flere af ydelserne vil have en signifikant sekundær effekt, idet de via akkrediterede kalibreringslaboratorier formidler sporbarhed til hele samfundet.

DFM har anvendt mange ressourcer i 2018 for at indsamle og prioritere ideer. Aktiviteterne i nærværende ansøgning er primært identificeret gennem individuelle møder med virksomheder og universitetsforskere, samt deltagelse i møder arrangeret af faglige netværk (fx innovationsnetværk som Dansk Materiale Netværk). Desuden deltager DFM regelmæssigt i møder med udenlandske nationale metrologiinstitutter (NMI'er) fx blev et DFM strategiseminar afholdt ved det britiske NMI i marts 2018. Et tæt samarbejde med udenlandske NMI'er sikrer, at DFM's nye aktiviteter komplementerer andre NMIs aktiviteter. Aktiviteternes relevans understøttes af de mange kommentarer på BedreInnovation.dk (50 kommentarer i alt, heraf 30 fra virksomheder og 12 fra universiteter samt 8 primært fra NMI'er). Flere af aktiviteterne er, som præciseret nedenfor, rettet mod forskningsbehov identificeret i EURAMET's "*Strategic Research Agenda for Metrology in Europe*" (SRA⁸). Desuden adresseres flere indsatsområder fra FORSK2025 som beskrevet i afsnit 5 nedenfor. Fotonik og nanoteknologi betegnes som "Key Enabling Technologies" i Horizon 2020, og de nye ydelser vil understøtte Horizon 2020 Grand Challenges inden for sundhed, energi og klima. Ydelserne er udvalgt i forhold til den værdiskabelse de forventes at generere hos målgrupperne, og målgruppens kommentarer på BedreInnovation.dk er inddraget i prioriteringsprocessen.

Antallet af kalibreringscertifikater, som DFM har leveret til sine kunder, er øget med ca. 15 % om året de seneste 8 år, og det forventes at udviklingen accelererer i den kommende periode. Dette understreger det stigende behov for udvikling af de nye avancerede metrologiydelser. Ydelserne efterspørges primært af danske højteknologiske virksomheder.

Nærværende forslag opfylder et grundlæggende behov for et forskningsaktivt dansk nationalt metrologi-institut. Sikkerhedsstyrelsen, der varetager metrologi i Danmark, skriver på BedreInnovation.dk: "*Sikkerhedsstyrelsen støtter fuldt ud DFM's forslag. Vi finder det af væsentlig betydning, at DFM deltager i det europæiske forskningssamarbejde. DFM kan med dette forslag blive endnu bedre i stand til at bidrage med forskningsbaseret viden. Sikkerhedsstyrelsen lægger stor vægt på, at DFM som Danmarks Nationale Metrologiinstitut fortsat er velfungerende og kan udføre sine centrale aktiviteter på et højt niveau og derigennem medvirke til at opfylde Danmarks internationale forpligtelser.*"

4) Vidensspredning og inddragelse

DFM vil søge eksterne forskningsmidler til at understøtte aktiviteterne i nærværende ansøgning. De fleste nationale og internationale opslag om forskningsmidler kræver deltagelse af en eller flere danske virksomheder, ofte SMV'er. I 2017 blev 9 danske virksomheder (7 SMV'er) således inddraget i nye forskningsprojekter i samarbejde med DFM. Virksomhederne får adgang til viden gennem projekterne via konkrete måledata, projektmøder, seminarer og publikationer. Det forventes, at mindst 9 danske virksomheder

² Biogen, H. Lundbeck, Gambro Lundia, Rigshospitalet

³ Winther Mould Technology, Coloplast

⁴ Acarix, DPA Microphones, Acoustic Sensor Networks, Interacoustics

⁵ Bacalart, Dansk Center for lys, Ibsen Photonics, NKT Photonics, Heveas,

Se BedreInnovation.dk kommentarer fra:

⁶ Inmold, Topsil, NIL Technology, TechRas Miljø, ASW Technology, Kaleido, Leapcraft, Capres

⁷ LM Windpower, AH Industries, EWII Fuel Cells,

EmaZys

⁸ www.euramet.org/Media/news/G-GNP-STR-003_SRA_web.pdf

samt 5 forskningsgrupper inddrages i nye projekter. Nationale ordninger inkluderer Innovationsfondens Grand Solutions, Innobooster og Eurostars. Desuden søges projekter under H2020 og EMPIR.

Af de planlagte ydelser vil 5 blive udviklet i tæt samarbejde med én eller flere virksomheder (se afsnit 9), hvilket sikrer at ydelserne kan testes tidligt i udviklingsfasen og feedback inddrages i prioritering af det videre arbejde.

Aktivitetsplanens resultater formidles desuden til virksomheder gennem aktiv deltagelse i faglige netværk, herunder innovationsnetværk som Dansk Materialenetværk, Innovationsnetværket Dansk Lys og Innovationsnetværket Dansk Lyd, men også Eurolab Danmark, Foreningen for Værkstedsmetrologi, ATV-SEMAP, DAMRC, Dansk Optisk Selskab m.fl. DFM vil bidrage med 4-5 faglige indlæg om året på møder i nationale faglige netværk. Desuden vil DFM selv afholde 3-4 årlige industrispecifikke videnspredningsmøder med udgangspunkt i viden genereret af aktivitetsplanen. Grundet aktiviteternes faglige bredde er det ikke effektivt at etablere en følgegruppe af interessenter. I stedet søges feedback til aktiviteterne gennem diskussioner under netværksmøder, møder i internationale metrologifora (fx EURAMET og EMPIR), samt i individuel dialog med virksomheder og samarbejdspartnere. Mindst 200 danske virksomheder inden for de brancher, som er angivet i afsnit 3, forventes at få del i den nye viden gennem de angivne initiativer.

Den viden aktivitetsplanen genererer vil indgå i et uddannelsessamarbejde med bl.a. Erhvervsakademier og Professionshøjskoler via en separat RK ansøgning: "Undervisning i Metrologi 4.0". Forsknings-samarbejde med universiteter, herunder uddannelse på kandidat og ph.d. niveau, er beskrevet yderligere i afsnit 7.

Forskningsresultaterne publiceres i internationale, censurede, videnskabelige tidsskrifter, og præsenteres ved internationale konferencer. Aktivitetsplanen vil bidrage med ≥ 14 publikationer årligt og ≥ 9 konferencebidrag årligt. Desuden vil DFM øge fokus på formidling gennem fagmedier, hvor denne aktivitetsplan vil bidrage med 4 indlæg over RK perioden.

Det er i den kommende periode DFM's strategi at styrke sine markedsføringsaktiviteter⁹ hvilket også vil have en positiv effekt på afsætning af de nye ydelser, som er defineret i nærværende ansøgning.

5) Konkrete aktiviteter

DFM vil udvikle ydelser og kompetencer med udgangspunkt i DFM's grundlæggende kompetenceområder iht. Sikkerhedsstyrelsens udpegning af DFM som Danmarks Nationale Metrologiinstitut. Områderne er nanometrologi, fotonik og radiometri, elektrokemi, dimensionel metrologi og akustik. Endvidere har DFM udvidet kompetenceområderne ved at overtage feltet "berøringsfri temperaturmåling" fra DTU primo 2018. Aktiviteten adresserer konkrete industri- og samfundsbehov, og DFM's kompetencer udnyttes tværdisciplinært. De konkrete aktiviteter er angivet nedenfor, og efter hver titel angives i parentes primære kompetenceområder og samlet resultatkontraktaktivitet (mio. kr.) allokert til aktiviteten over 2 år.

Avancerede materialers elektriske & fotokatalytiske egenskaber

DFM vil udvikle nye *Atomic Force Microscopy* (AFM) baserede metoder til at kvantificere overfladers elektriske og fotokatalytiske egenskaber på nanoskala med anvendelser inden for bl.a. solcelleteknologi, fotokatalytisk aktivitet af nanomaterialer (fx selvrensende overflader), samt kvantificering af nye metallegeringers korrosionsegenskaber. Dette suppleres af optiske metoder til kvantificering af korrosion og solceller. Konkret vil metoden blive anvendt på solceller ved forskellige stadier af deres nedbrydning som følge af UV bestråling, og korrelationer til traditionelle makroskopiske karakteriseringsmetoder undersøges. Nedbrydning af materialerne karakteriseres med AFM- og optisk baserede metoder. De nødvendige lyskilder i det synlige - og UV området er ikke kommercielt tilgængelige i dag, men udvikles på baggrund af DFM's kompetencer indenfor ulinær optik. Arbejdet bidrager til viden om materialernes degradering

⁹ DFM strategiplan 2019-2020 afsnit 2.4.1

og vil give input til forbedrede materialer (fx beskyttende belægninger) samt identificere det økonomisk set optimale tidspunkt for renovering eller udskiftning af solcellemoduler. FORSK2025 s. 70 og EURAMET's SRA⁸ s. 32 beskriver forskningsbehov inden for solcelleteknologi og fotokatalyse, bl.a. mht. udvikling af nye karakteriseringsmetoder og nye materialer. Desuden støttes aktiviteten på BedreInnovation.dk af EmaZys ApS, Capres A/S og DTU (Jørgen Schou, Beniamino Iandolo, Rajan Ambat). Peter Folmer Nielsen, Capres A/S, fortæller i forbindelse med en opfølgende henvendelse:

"CAPRES har stigende behov for elektrisk måling på nanoskala strukturer, og måling af nanoskala-opløst overfladepotential er relevant til verifikation af vores elektriske målinger med multipin prober."

Afbildning af komplekse komponenters svært tilgængelige områder

Fremstillingsindustrien producerer i stigende omfang komponenter, som har små tolerancer på svært tilgængelige områder. Dette er en udfordring ved nøjagtig bestemmelse af komponenternes form. Produktionsteknologierne omfatter bl.a. sprøjtstøbning af avancerede og komplekse produkter, hvor kvalitetssikring af støbeforme er vanskelig, samt 3D print af emner med en indre geometri som fx hulrum. DFM vil udvikle metoder til udmåling af sådanne emner baseret på optisk mikroskopi gennem mikrolinser. Teknikken vil fungere som en add-on til eksisterende mikroskoper, og mikrolinse-teknologien giver desuden mulighed for mikroskopi med såkaldt *super resolution* (FORSK2025 s. 47). Aktiviteten understøtter FORSK2025 forskningsbehov inden for hovedområdet *Nye produktionsteknologier, -processer og produkter* og efterspørges på BedreInnovation.dk af Inmold A/S, NIL Technology ApS og Kaleido Technology ApS.

Billedanalyse, big data og fotogrammetri til opmåling af store emner

Billedanalyse/afbildning (*imaging*) anvendes bredt i bl.a. kemisk analyse, medicinsk diagnosticering og til geometrisk opmåling ved mikroskopi eller fotogrammetri. Moderne afbildningsteknikker genererer meget store datamængder (big data), og kompleksiteten gør det vanskeligt at udtrække kvantitative data med sporbar usikkerhedsangivelse. Derfor foretages mange beslutninger i dag alene på baggrund af en kvalitativ og delvis subjektiv vurdering af billedmateriale. DFM vil udvikle generelle metoder til kvantitativ analyse af billedmateriale og *machine learning* med anvendelsesmuligheder inden for flere sektorer, bl.a. til diagnosticering og inspektion. De generelle metoder vil danne fundament for analyseaktiviteter i andre resultatkontraktansøgninger, specielt "Metrologi for bio- og life science" og "Overflademetrologi til fremtidens produktion". Konkret vil DFM i nærværende ansøgning udvikle fotogrammetri til en ydelse rettet mod nøjagtig og sporbar opmåling af store emner. Teknologien efterspørges på BedreInnovation.dk af AH industries A/S, Topsil GlobalWafers A/S og DTU (Christian Bak), ligesom billedanalyse og -diagnosticering i bl.a. medicinsk sammenhæng adresseres i både FORSK2025 s. 146 og i EURAMET SRA⁸ s. 14-15.

Luftforurening og partikelmåling i udendørsmiljø

Inden for partikelmåling har DFM hidtil fokuseret på kalibrering af partikeltællere til kvalitetssikring af produktion i renrumsmiljø. DFM vil udvide med nye ydelser til partikelmåling i udendørsmiljø, hvor legale grænseværdier for partikelforurening i dag er baseret på manuel vejning af filtre før og efter eksponering (gravimetrisk), hvilket er en dyr og tidskrævende proces. Optiske metoder er væsentligt hurtigere og anvendes til 'real-time' monitoring af partikelforurening. De nuværende optiske metoders måleusikkerhed er op til 50 %, hvilket er utilfredsstillende. DFM vil derfor udvikle en ny type polykromatisk optisk partikeltæller, hvor en spektralanalyse bidrager til karakterisering af partiklernes kemiske sammensætning, og herved også en mere nøjagtig bestemmelse af størrelse og densitet. Partikeltælleren anvendes i første omgang til en kalibreringsydelse, men vil på sigt blive introduceret som et kommercielt produkt. Partikelmålingsteknologi til luftforurening adresseres specifikt i FORSK2025 s. 115, og forslaget støttes på BedreInnovation.dk af TechRas Miljø ApS, ASW Technology ApS, Leapcraft ApS, Rigshospitalet og H. Lundbeck A/S.

Screening af hørelse og lavfrekvent støj

Der udvikles kalibreringsmetoder, der dækker det ekstreme infralyd område ned til 0,01 Hz. Dette frekvensområde har anvendelse inden for klimamonitering og lavfrekvent støj fx fra vindmøller¹⁰ og seismiske begivenheder. Akkrediterede kalibreringslaboratorier efterspørger allerede nye infralydkalibreringer ned til 0,1 Hz. Teknologierne efterspørres på BedreInnovation.dk af Interacoustics A/S, Brüel & Kjær SV A/S, Acoustic Sensor Networks, PTB og NPL, ligesom den adresseres i CCAUV's strategidokumenter¹¹.

Kvalitet af farmaceutisk vand

Ultrarent vand er en kritisk bestanddel ved al farmaceutisk produktion. Kvaliteten af vandet måles af elektrolyske ledningsevnesensorer. Sensorerne kalibreres ved brug af certificeret reference materiale (CRM). Der eksisterer i dag ingen udbydere af CRM i det lave ledningsevneområde < 8 mS/m. I stedet ekstrapoleres fra målinger ved meget højere niveauer, hvilket resulterer i store måleusikkerheder og i nogle tilfælde at en produktions "batch" afvises i kvalitetskontrollen, selvom "batch" reelt er inden for de fastsatte tolerancer. DFM vil løse denne udfordring for industrien og udvikle nye CRM typer, der kan anvendes i det lave ledningsevneområde < 8 mS/m. Aktiviteten vil endvidere bidrage til udvikling af nye sensortyper, der forbedrer produktionsprocesser som beskrevet i FORSK2025¹². Aktiviteten støttes på BedreInnovation.dk af selskabet Gambro.

Måling af uorganiske elementer i vand

Måling af koncentration af ioner i vand er vigtig for fødevarer-, miljø- og vandrensingsindustrien. Behovet for overvågning af nitratindhold i drikkevand og på landbrugsarealer er beskrevet i FORSK2025¹³. DFM kan i dag måle det totale ionindhold i vand, og dette udvides til måling på specifikke typer af ioner i vand. Der udvikles en metode til kvantificering af klorid-ion koncentration i vand ved anvendelse af coulometrisk titrering og en optisk metode til kvantificering af nitrat, nitrit og ammoniak i vand. Metoderne er ikke tilgængelige andre steder i verden. Behovet for udvikling af nye optiske metoder til monitorering af forurening er beskrevet i EURAMET-SRA¹⁴.

Ikke-invasiv monitorering af bio-film

Udvikling af nye ikke-invasive målemetoder til kliniske anvendelser er af stor interesse for sundhedssektoren¹⁵ for at etablere mere omkostningseffektive behandlinger med færre bivirkninger. Monitorering af bakterielle biofilm i behandling af kroniske sår, kræver i dag at bandager fjernes fra såret for at muliggøre inspektion. DFM vil udvikle en metode til ikke-invasiv måling af biofilm ved hjælp af en EIS¹⁶ baseret sensor placeret indenfor bandagen. Sensoren vil som noget nyt muliggøre, at måling af bakterievækst kan ske uden direkte kontakt til væv under behandling. Der findes ikke i dag tilsvarende ikke-invasive målemetoder. Udtrykte ønsker fra nuværende DFM samarbejdspartnere medio 2018 og BedreInnovation.dk kommentarer har afdækket ovenstående behov, og der vurderes at være et betydeligt langsigtet potentiale ved aktiviteten.

Kalibreringsfacilitet til sundhedsskadelige gasser

NO₂ er en sundhedsskadelig gas udledt fra især transportsektoren og er adresseret i FORSK2025. Grænseværdier for NO₂ koncentrationer er fastsat i EU direktivet 2008/50/EC til max 0.107 µmol/mol. Akkrediterede kalibreringer fås kun ned til 10 µmol/mol. I EMPIR projektet MetNO₂ samarbejder DFM med Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) ved Aarhus Universitet, som rådgiver myndigheder om luftforurening. DFM vil bruge viden fra MetNO₂ til at udvikle kalibreringsydelser til NO₂ med et måleområde, som omfatter direktivets grænseværdi.

¹⁰ FORSK2025 side 70

¹¹ www.bipm.org/utills/en/pdf/CCAUV-strategy-document.pdf

¹² FORSK2025 side 39

¹³ FORSK2025 side 120, 124, 125, 127

¹⁴ EURAMET Strategic Research Agenda side 41

¹⁵ FORSK2025 side 149 og EURAMET-SRA side 15

¹⁶ Elektrokemisk Impedans Spektroskopi

Termometri baseret på molekylær spektroskopi

Bedre målinger af høje temperaturer er vigtigt for energi- og produktoptimering i dansk industri, fx ved varmebehandling af materialer, anlæg til fremstilling af kemiske produkter og energiproduktion (FORSK2025 s. 63). Den kommende definition af SI enhedssystemet¹⁷ fastlægger værdien af Boltzmann's konstant og giver herved nye metoder til at realisere temperaturskalaen med forbedret nøjagtighed. Molekylær absorptionsspektroskopi bliver en direkte vej til sporbar bestemmelse af gastemperatur, og dermed kan nuværende usikkerhedsbidrag fra fx sollys og varmestråling undgås. Metoden sammenlignes med nuværende referencer for temperatur (sortlegemeovn). Aktiviteten støttes på BedreInnovation.dk af DTU Kemiteknik.

Samlet vurdering af risici ved gennemførelse af aktiviteterne: For at reducere risiko har de mest kritiske aktiviteter go/no-go milepæle, således at aktiviteter om nødvendigt kan lukkes ned tidligt i forløbet og ressourcer frigives til andre aktiviteter. DFM har etableret kompetenceoverlap blandt nøglemedarbejdere, der sikrer at nødvendige faglige kompetencer er til rådighed. Alle nye ydelser er udvalgt og prioriteret i tæt dialog med danske virksomheder i målgrupperne. Viden fra andre NMI'er om nye teknologier og industribehov er inddraget i processen.

6) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

Aktiviteterne i denne ansøgning tager udgangspunkt i kompetencer udviklet gennem tidligere resultatkontrakter og adresserer nye problemstillinger rettet mod udvikling af nye måletekniske ydelser. Ydelser og kompetencer, der udvikles, er specificeret i afsnit 9. Ydelserne tager udgangspunkt i igangværende international forskning, hvor den metrologiske sporbarhed endnu ikke er fuldt etableret. Ingen af de planlagte ydelser udbydes i dag af andre danske aktører, og ingen danske aktører har de krævede specifikke metrologikompetencer til selv at udvikle tilsvarende ydelser.

DFM's ydelser udvikles i samarbejde med andre NMI'er og udgør globalt "state of the art". Det er en forudsætning for at dokumentere international metrologisk sammenlignelighed på højeste niveau, at nært beslægtede ydelser etableres ved mindst to NMI'er. Nærheden til kompetenceinfrastrukturen er dog afgørende for at virksomhedernes avancerede metrologiske problemstillinger kan løses.

Alle ydelserne er på forkant af markedet og oplever nu tidlig efterspørgsel, hvilket også ses af kommentarer på BedreInnovation.dk (se afsnit 3). Komplexiteten af ydelserne betyder, at de generelt først vil være markedsmodne ved RK periodens afslutning (se afsnit 9).

7) Vidensamarbejde og -hjemtagning

DFM har et tæt samarbejde med udenlandske NMI'er og universiteter og hjemtager viden gennem deltagelse i europæiske forskningssamarbejder under bl.a. EMPIR programmet. Som eksempel hjemtages ny viden om big data med fokus på optimal kombineret af resultater fra flere måleteknikker (hybrid metrologi) via EMPIR projektet 3Dnano. DFM deltager i 19 EU forskningsprojekter i 2018, og 36 % af DFM's videnskabelige publikationer i 2017 er udarbejdet i samarbejde med udenlandske videninstitutioner. DFM vil desuden hjemtage viden ved deltagelse i de relevante europæiske metrologinetværk (EMN), som er under etablering. Eksempelvis planlægges deltagelse i et fælles nordisk EMN med fokus på optimering af ressourcer og reduktion af redundans i ydelser i Norden.

DFM's bidrag til det internationale metrologisamarbejde, herunder metrologiforskning, indgår i en global 'bytteøkonomi', som sikrer dansk industri adgang til kalibreringer på primært niveau på de områder, som ikke udbydes i Danmark. På tilsvarende vis leverer DFM kalibreringsydelser til udenlandske kalibreringslaboratorier på områder vi har specialiseret os i, fx leveres akustikkalibreringer til laboratorier i Storbritannien.

¹⁷ www.bipm.org/en/measurement-units/rev-si/

DFM samarbejder med danske universiteter, GTS institutter og højteknologiske virksomheder via nationalt og internationalt støttede forskningsprojekter. DFM har en ph.d. studerende i samarbejde med Københavns Universitet, hvilket fortsættes i den kommende periode. Dette udvides med yderligere 2 universitetssamarbejder på kandidat- eller ph.d. niveau inden for rammerne af denne RK ansøgning. Aktiviteterne i denne ansøgning forventes at resultere i mindst 15 publikationer om året i samarbejde med danske universiteter.

De primære universitetspartnere og samarbejdsområder i relation til nærværende ansøgning er: DTU Kemiteknik (berøringsfri temperatur¹⁸), DTU Fotonik (fiber-optiske gasceller¹⁹, solcellematerialer²⁰, lyskilder²¹), DTU Nanotech (avancerede materialer²²), DTU Mekanik (avancerede materialer²³), DTU Elektro (infralyd, ultralyd²⁴), DTU Kemi (molekylær spektroskopi²⁵), AU (integreret fotonik²⁶), KU (reference-gasser²⁷); se detaljer i DFM's strategiplan afsnit 6.2. DFM vil aktivt søge eksterne projektmidler til at styrke samarbejdet på nævnte områder. Yderligere vidensamarbejder er beskrevet i de separate RK ansøgninger, som adresserer DFM's særlige strategiske aktiviteter (se afsnit 8).

FoU projektet SuperMould søges medfinansieret med RK midler i den kommende periode. Projektet vedrører karakterisering af sprøjttestøbningsforme på delvist svært tilgængelige områder ved standard taktile og optiske metoder, i samarbejde med bl.a. Teknologisk Institut og 4 danske produktionsvirksomheder. En ansøgning til Innovations Fonden (UV-SUPER) sammen med DTU Fotonik og NKT Photonics er under evaluering, og søges medfinansieret hvis projektet bevilges. I dette projekt udvikles en ny UV lyskilde baseret på gasfyldte fotoniske båndgabsfibre.

Samarbejdet med udenlandske NMI'er og universiteter gennem igangværende EMPIR projekter fortsættes bl.a. inden for avancerede materialer, nanopartikler, spektroskopi (klima-/miljømolekyler) og pH måling.

Hjemtaget viden anvendes i DFM's forskningsaktiviteter til at opbygge kompetencer og etablere ydelser på et tidligt stadie. Den permanente forankring af viden sikres gennem DFM's RK ansøgning "Metrologisk infrastruktur".

Samarbejde med Sikkerhedsstyrelsen er nærmere beskrevet i afsnit 3.

8) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer

Aktiviteterne i de to RK ansøgninger "Metrologisk Forskning og Udvikling" og "Metrologisk Infrastruktur" er tæt forbundne og sikrer samlet opfyldelsen af de krav, der stilles til nationer under "Meterkonventionen". Forskningsresultater fra den førstnævnte forankres permanent i sidstnævnte og sikrer danske virksomheder adgang til de avancerede metrologiydelser, der i stigende grad efterspørges. De to ansøgninger er således en rammebetingelse for opretholdelsen af et nationalt metrologiinstitut, og alle nye ydelser forventes at bidrage til væksten i DFM's kommercielle omsætning.

Aktiviteterne i de nævnte to RK ansøgninger udgør desuden fundamentet for de særlige strategiske aktiviteter, som indgår i de separate RK ansøgninger: "Kvantemetrologi", "Metrologi for bio- og life science",

Se BedreInnovation.dk kommentarer fra:

¹⁸ Sønnik Clausen, DTU Kemiteknik

¹⁹ Ole Bang, DTU Fotonik

²⁰ Jørgen Schou, DTU Fotonik

²¹ Lars-Ulrik Aaen Andersen, DTU Fotonik

²² Beniamino Iandolo, DTU Nanotech

²³ Rajan Ambat, DTU Mekanik

²⁴ Finn Agerkvist, DTU Elektro

²⁵ Alejandra Sanchez, DTU Kemi

²⁶ Martijn Heck, Aarhus Universitet, Institut for Ingeniørvidenskab

²⁷ Thomas Blunier, Københavns Universitet, Center for Is og Klima

”Overflademetrologi til fremtidens produktion”, ”Sensorer til droner” samt ”Undervisning i Metrologi 4.0”.

Udvælgelse af aktiviteter tager udgangspunkt i strategiens 4 hovedpunkter (afsnit 2.4) og alle aktiviteter baserer sig på DFM’s kompetencer, udstyr og nyindrettede faciliteter.

9) Tidsplan og milepæle

Milepæletyper: Vidensamarbejde, -hjemtagning og kompetenceopbygning (**K**), Udvikling af teknologisk serviceydelse (**Y**), Inddragelse og videnspredning (**V**) og Andet (**A**). Milepælstype indgår i ”År & ID”.

År & ID	Specifikation
2019-K-01	Evalueringsrapport udarbejdet om sporbar udmåling af overfladepotentiale og <i>work function</i> med tests på mindst 3 referencemetaller/halvledere i området 4 til 6 eV og < 100 nm lateral opløsning. Go/no-go beslutning for videre forløb på basis af rapporten.
2019-K-02	Evalueringsrapport udarbejdet om mikroskopi med mikrolinser til måling på svært tilgængelige områder. Go/no-go beslutning for videre forløb på basis af rapporten.
2019-K-03	Optisk prototype-partikeltæller opbygget til samtidig analyse af spredningssignaler i 3 spektralområder. Demonstreret måling af PM2.5 partikler (diameter < 2,5 µm) efter type (metalliske, polymerer, vandig og kulstof).
2019-K-04	Udvikling af ”referencemateriale” til elektrolytisk ledningsevne måling ($\kappa < 8$ mS/m) i samarbejde med dansk lægemiddelindustri. På basis heraf udvikles et ”certificeret referencemateriale” som kommercielt produkt i 2020 (milepæl 2020-Y-05).
2019-K-05	Opbygning af gasblandingssystem til fremstilling af referencegasser. Delmål for implementering af milepæl i 2020.
2019-K-06	Udvikling af nye lyskilder til karakterisering af fotokatalyse ved udvalgte bølgelængder i det synlige og UV området (546 nm, 580 nm og 340 nm).
2019-K-07	Etablering af en facilitet til temperaturmåling med molekylær spektroskopi, i området 300 K - 400 K.
2019-Y-01	Ny ydelse: Opmåling af store emner (1-5 meter) ved brug af <i>imaging</i> (fotogrammetri) med en usikkerhed ≤ 100 µm.
2019-Y-03	Ny ydelse: Måling af klorid indhold i vandige opløsninger ($I > 0.1$ mol/kg) ved coulometrisk titrering med en usikkerhed ≤ 0.03 %.
2019-Y-04	Ny ydelse: Måling af elektrolytisk ledningsevne af ”flygtige væsker i lukkede beholdere” ved anvendelse af ”non-contact” EIS elektroder. Betingelse for opnåelse af milepæl 2020-K-02 vedrørende måling af biofilm.
2019-V-01	Inddragelse af mindst 4 danske virksomheder i nye projekter.
2019-V-02	Mindst 14 publikationer med international bedømmelse.
2019-V-03	Mindst 5 faglige indlæg på møder i nationale faglige netværk.
2019-V-04	Mindst 2 indlæg i fagmedier.
2019-V-05	Mindst 3 industrispecifikke videnspredningsmøder.
År & ID	Specifikation
2020-K-01	Demonstration af opmåling af stort emne ved fotogrammetri på industrielt produkt i samarbejde med en dansk virksomhed.
2020-K-02	Udvikling af målemetode til monitorering af bakterielle biofilm ved anvendelse af ”non-contact” EIS teknologi. Udvikles i samarbejde med DTU og AU.

2020-Y-01	Ny ydelse: Udmåling af absolut <i>work function</i> op til 6 eV med en usikkerhed på 10 % og < 100 nm lateral opløsning, eftervist på mindst 3 ukendte emner (heraf 2 solcellematerialer) og testet i samarbejde med en virksomhed.
2020-Y-02	Ny ydelse: Afbildning ved mikroskopi gennem mikrolinse af svært tilgængelige områder med < 5 µm opløsning. Ydelsen demonstreret på et emne fremstillet af en industriel samarbejdspartner på et område, som ikke kan afbildes ved konventionel mikroskopi.
2020-Y-03	Ny ydelse: Kalibrering af optiske og gravimetrisk partikelmålere for PM10, PM2.5 og PM1, og med ekspanderede usikkerheder ≤ 15%. PM10 svarer til partikeldiameter < 10 µm, tilsvarende for PM2,5 og PM1.
2020-Y-04	Ny ydelse: Kalibrering ved hydroakustiske principper for bestemmelse for mikrofonfølsomhed i området 0,1 – 2,0 Hz med en usikkerhed på 0,5 – 0,2 dB
2020-Y-05	Ny ydelse: Certificeret Reference Materiale (CRM) til lave ledningsevner (1 - 8 mS/m) med usikkerhed ≤ 1%, og stabilitet > 3 måneder.
2020-Y-06	Ny ydelse: Måling af nitrat koncentration i vand ved anvendelse af ”fotonisk båndgabsfiber forstærket Raman spektroskopi” med følsomhed ≤ 25 ppm. Testet i samarbejde med et universitet.
2020-Y-07	Ny ydelse: Kalibrering af NO ₂ sensorer ved brug af molekylær absorption. Usikkerhed på 2 % i området 0.1 – 0.5 µmol/mol. Testes sammen med et universitet.
2020-Y-09	Ny ydelse: Kvantificering af solcellers degradering i ydeevne ved påvirkning af UV stråling, som mål for levetid med en usikkerhed på 10 %. Gennemføres i samarbejde med en virksomhed.
2020-Y-10	Ny ydelse: Måling af gastemperatur ved brug af spektroskopi med en nøjagtighed på 0,2 K i området 300 - 400 K.
2020-V-01	Inddragelse af mindst 5 danske virksomheder i nye projekter.
2020-V-02	Mindst 14 publikationer med international bedømmelse.
2020-V-03	Mindst 4 faglige indlæg på møder i nationale faglige netværk.
2020-V-04	Mindst 2 indlæg i fagmedier.
2020-V-05	Mindst 4 industrispecifikke vidensspredningsmøder.