

Indsatsområde (titel):	Metrologisk Forskning og Udvikling	Evt. nr.:	2
Indsatsområde kort (resumé)			
<p>Indsatsområdet understøtter danske virksomheders og det offentliges nuværende og fremtidige behov for avancerede metrologiydelser. Indsatsområdet har fokus på at dække metrologibehov inden for områderne grøn omstilling, sundhed og avanceret produktion. De nye ydelser udmøntes i akkrediterede kalibreringer, nye målemetoder, metrologisk rådgivning og kurser. Ydelserne inden for grøn omstilling vil bl.a. være relateret til miljøforurening, energi og klimamålinger. Inden for sundhed udvikles primært ydelser inden for imaging, kvantitativ diagnostik, udviklingsprocesser for lægemidler og sundhedsbeskyttelse. Avanceret produktion vil omhandle nye materialer og nye produktionsteknologier. Indsatsområdet tager udgangspunkt i DFM's primære kompetencer inden for, elektrokemi, fotonik, nanometrologi, berøringfri termometri og akustik. Hertil kommer specialkompetencer inden for partikelmåling.</p>			
1) Målsætninger, aktiviteter og indikatorer			
<p>Indsatsrådets formål er at dække samfundets vigtigste behov for nye avancerede måletekniske ydelser. Indsatsområdet understøtter de nationale strategiske fokusområder for <u>grøn omstilling</u>, <u>sundhed</u> og <u>avanceret produktion</u> ved at tilvejebringe nye målemetoder og forbedre eksisterende metoder, således at virksomhedernes nuværende og fremtidige behov for nøjagtige standardiserede sporbare målinger sikres. Forsknings- og udviklingsindsatsen vil medvirke til, at danske virksomheder udvikler nye grønne løsninger til både det nationale og det internationale marked, samt understøtte en effektivisering af virksomhedernes ressourceforbrug. Indsatsen vil bidrage til dokumentation af en mere bæredygtig og klima- og miljøvenlig udvikling i samfundet, således at danske reduktionsmål for udledning af drivhusgasser nås. Aktiviteten vil understøtte kvantificering, lokalisering og reducere af greenhouse gasudslip samt udvikling af sensorer til klimaovervågning.</p> <p>Metrologi inden for life science, som især henvender sig til lægemiddel-, biotek- og medico-virksomheder, vil understøtte udviklingen af kvantitative diagnosticeringsmetoder, metoder til hurtig identifikation af bakterier og vira, og specifikation af tableters homogenitet og overfladestruktur.</p> <p>Udvikling af nye måletekniske ydelser til avanceret produktion medvirker til, at virksomhederne kan opretholde og udbygge deres konkurrencedygtighed. Ydelserne vil i væsentlig omfang gøre brug af digitalisering, ved at implementere automatiserede eller semiautomatiserede metoder, som forbedrer repeterbarhed i målinger og giver hurtigere feedback ved afvigelser. Disse ydelser kan være relevante for de to øvrige aktiviteter inden for indsatsområdet.</p> <p>Indsatsrådets aktiviteter er forskning og udvikling af teknologisk viden inden for metrologi på højt niveau, inklusiv primærniveau. De konkrete aktiviteter er beskrevet i afsnit 8.</p> <p>Finansiering af de tre aktivitetsområder forventes at udgøre henholdsvis 55 %, 30 % og 15 % af det ansøgte beløb.</p> <p>Visionen for indsatsområdet er at etablere nye serviceydelser og rådgivning, der bidrager til virksomhedernes succes igennem øget omsætning og arbejdspladser. Det forventes at mindst 53 højteknologiske SMV'er vil have gjort brug af de nye ydelser med udgangen af 2025, samt at de opnåede kompetencer vil resultere i projektsamarbejder med mere end 25 SMV'er. Det er væsentligt, at DFM sikrer adgang til de nye metrologiske kompetencer og ydelser, som virksomhederne efterspørger, idet virksomhederne (specielt SMV'erne) ikke selv har de ressourcer eller specialiserede kompetencer, der kræves for at etablere ydelserne internt.</p> <p>Nærværende forslag bidrager til standardiseringsarbejde fx gennem normative EMPIR projekter. Projekterne adresserer behov identificeret i samarbejde med standardiseringsorganer som CEN/CENELEC og ISO.</p> <p>I lighed med foregående år forventes én publikation per forskningsårsværk. Inden for resultatkontraktperioden forventes 38 publikationer i 'peer reviewed' tidsskrifter. Herudover vil der blive publiceret i populære tidsskrifter og fagmedier samt indsendt mindst 30 conferencebidrag. Der forventes indsendt 3 patentansøgninger i perioden.</p> <p>DFM har en lang tradition for nationalt og internationalt samarbejde. Dette vil fortsætte i form af samarbejde med danske SMV'er i forbindelse med udviklinger af nye målemetoder samt deres deltagelse i projekter (se sek. 6). Det tætte samarbejde med de danske universiteter intensiveres, især med større inddragelse af</p>			

universiteter vest for Storebælt. DFM har projektsamarbejder med SDU og AU og vil etablere samarbejde med AAU inden for akustik. Inden for sundhed og avanceret produktion vil et samarbejde med FORCE Technology blive igangsat.

Igennem EURAMET, EMPIR og Eurostars projekter samarbejder DFM med mange Nationale Metrologi Instituter (NMI'er), forskningsinstitutioner og virksomheder i Europa. Dette samarbejde vil fortsætte og især for EMPIR's vedkommende intensiveres, idet den danske EMPIR indsats styrkes fra 2021.

Mål i kontraktperioden:

	Indikatorer	Mål
1	Nye ydelser totalt	≥30
2	Heraf antal ydelser der er akkrediterede	≥4
3	Heraf antal ydelser der understøtter grøn omstilling	≥16
4	Heraf antal ydelser der understøtter digitalisering	≥0
5	Møder med målgruppen	≥101
6	Møder og sparring med brancheorganisationer og klynger	≥11
7	Industrispecifikke vidensspredningsaktiviteter fx seminarer, webinarer, videomaterialer	≥12
8	Andelen af modtagere af indsatsens ydelser, som er tilfredse med kvaliteten (%)	≥98
9	Virksomhedscases ¹	≥11
10	Nye virksomhedssamarbejdspartnere	≥21
11	Inddragelse af virksomheder i nye projektsamarbejde med DFM	≥14
12	Publikationer i internationale 'peer-review' tidsskrifter og resultater fra sammenligninger eller nye standarder	≥39

Af de 11 virksomhedscases, der planlægges gennemført med danske virksomheder i perioden, vil 6 være større cases udført on-site. Påbegyndelsesåret er angivet i parentes:

Grøn omstilling:

- a) måling af metan og CO₂ på biogasanlæg (2022).
- b) monitorering af gas læk på en boreplatform eller et transportskib (2023).

Sundhed:

- a) imaging af kræftceller (2022).
- b) monitorering af vira/bakterier på overflader eller i aerosoler (2023).

Avanceret produktion:

- a) metoder til identifikation af kontaminanters fæstning og vækst på overflader (2022).
- b) høj-præcisions måling af roll-to-roll plastikoverflader (2021).

2) Indsatsens relevans og potentiale

Uden sporbare målinger vil det ikke være muligt at overholde nationale og internationale regulativer og standarder. Virksomheder og kalibreringslaboratorier har brug for kalibreringer eller referencematerialer på højeste sporbarhedsniveau for at sikre international sammenlignelighed af deres produkter og ydelser. Indsatsområdet vil være med til at sikre, at danske virksomheders vigtigste nuværende og fremtidige metrologibehov opfyldes. De primære aftagere af ydelserne vil være højteknologiske produktionsvirksomheder inden for miljøteknologi, grøn teknologi, sundhed og avanceret produktion. Blandt andet vil følgende brancher og industrier adresseres: energibranchen, lægemiddelbranchen, medicobranschen, fødevarerbranchen, belysningsbranchen, plastindustrien og sensorindustrien.

DFM's formidling af sporbarhed til internationalt anerkendte målestørrelser på højeste niveau skaber en betydelig samfundsmæssig værdi for virksomhederne, der er mange gange større end investeringen i metrologi. DFM udarbejder forholdsvis få kalibreringscertifikater til de danske akkrediterede kalibreringslaboratorier. Disse certifikater er laboratoriernes udgangspunkt for udarbejdelse af mange flere certifikater for dansk industri. Denne gearingsfaktor er i niveauet 100 – 10.000 for de fleste

¹ I en virksomhedscase indgår DFM i et samarbejde med en virksomhed. Samarbejdet kan fx bestå i at DFM's generelle kompetencer eller ydelser udvikles/tilpasses på baggrund af en konkret problemstilling i virksomheden, eller at virksomheden bidrager med test emner, som DFM anvender til etablering af bredt anvendelige ydelser.

metrologiområder. I forbindelse med forskning og udvikling sker også videndeling med kalibreringslaboratorierne, som bidrager til at styrke kvaliteten af deres serviceydelser.

Danmark er i dag med i front på grøn omstilling og sundhed. Life science er et af Danmarks mest konkurrencedygtige industriområder med høj vækst, høj produktivitet og avancerede produktionsmetoder. Den danske indsats på grøn omstilling er ligeledes kraftigt voksende og har et stort potentiale for at skabe mange arbejdspladser. Udvikling af avancerede metrologiydelser vil medvirke til at fastholde disse styrkepositioner og et højt innovationsniveau, som er nødvendig for øget omsætning og flere arbejdspladser. Indsatsen vil især bidrage til at løse udfordringer hos SMV'er, som ofte ikke er i besiddelse af den nødvendige metrologiske infrastruktur.

For grøn omstilling skal nye måletekniske ydelser blandt andet anvendes når klima- og miljøparametre skal sammenholdes med tærskelværdier i regulativer. I forbindelse med Power2X skal der udvikles målemetoder til energikonvertering og energiopbevaring som bidrager til effektivisering inden for vedvarende energi. Som eksempler kan nævnes udvikling af effektive katalyseteknologier og monitoring af CO₂ i forbindelse med CCS (Carbon Capture and Storage). I forbindelse med bæredygtige ressourcer er der behov for måling af renhed af biogas, og kvantificering af strukturen på vindmøllevingers overflade for at optimere driften over møllens levetid. Inden for life science er der blandt andet efterspørgsel af målinger og "imaging" med høj opløsning samt spektroskopiske metoder til kvantitativ diagnosticering og specifikation af lægemidler. I forbindelse med avanceret produktion er berøringsfri temperaturmålinger ved høj temperatur efterspurgt ved fremstilling af nye materialer. Ruhed på nanoskala niveau og karakterisering af 3D print og skærende værktøjer er udfordringer for mange produktionsvirksomheder.

Lykke Friis, bestyrelsesformanden i House of Energy udtrykker behovet for grøn omstilling således, "Et endnu tættere samarbejde mellem erhvervsliv, universiteter og myndigheder er en forudsætning for, at vi i Danmark kan nå vores 70 procent mål. Mindst lige så vigtigt er det, at vi også ruster os til at kunne bidrage til EU's fælles "Green Deal". I de kommende år skal hele Europas energisystem omstilles, og her har Danmark meget at byde på, når vi forener indsatsen og også gør det lettere for særligt små og mellemstore virksomheder og forskere at finde sammen"². DFM's indsats inden for grøn omstilling vil bidrage væsentligt til troværdigheden af de målinger, der nødvendigvis skal være grundlaget ved en sådan omstilling.

Målgruppernes behov er primært identificeret gennem individuelle møder med virksomheder og universiteter og ved deltagelse i møder i faglige netværk (fx Dansk Materiale Netværk, Energy Innovation Cluster (EIC), ATV, SEMAP og FVM). Alle nye ydelser er udvalgt og prioriteret i tæt dialog med danske virksomheder i målgrupperne. Aktiviteternes relevans understøttes af de mange kommentarer på BedreInnovation.dk (120 kommentarer i alt, heraf 73 fra virksomheder (51 små og 22 store) og 37 fra universiteter samt 10 fra diverse institutioner). Kommentarerne har adresseret de konkrete forslag og været positive over for de foreslåede aktiviteter. Desuden har adskillige af kommentarerne indeholdt forslag til yderligere tiltag, som er taget i betragtning under de mere konkrete aktiviteter (sektion 8).

DFM har et tæt samarbejde med udenlandske NMI'er, hvilket sikrer, at DFM's nye aktiviteter komplementerer tiltag ved øvrige NMI'er. DFM har sammen med PTB (Tysklands NMI) taget initiativ til etablering af et Europæisk Metrologi Netværk "Clean Energy". Netværket forventes at blive afgørende for nye standardiseringstiltag inden for området. De foreslåede aktiviteter harmonerer med forskningsbehov identificeret i EURAMET's "Strategic Research Agenda for Metrology in Europe" (2016).

Via EIC har DFM etableret et samarbejde organisationer inden for vindenergi og biogasproduktion. Brancheorganisationen "Vindmølleindustrien" har mere end 250 medlemmer. Brancheorganisationen favner både vindmøllefabrikanter, energiselskaber og den brede skare af virksomheder, der leverer komponenter til vindmøller, samt service og rådgivning på vindenergiområdet. Over 500 virksomheder estimeres at arbejde med vindenergi i Danmark. Vindmølleindustrien i Danmark beskæftiger ca. 33.0000 medarbejdere (2016). Danmarks eksport af energiteknologi udgør ca. 123 mia. kr., hvoraf vindmøller og vindmølleteknologi udgør ca. halvdelen. Biogas Danmark har cirka 170 medlemmer, hvoraf 70 er biogasproducenter. Produktionen af biogas er kraftigt voksende og en stadig større procentdel af produktionen sælges til naturgasnetværket, hvilket stiller store krav til dokumentation af renheden.

DFM er for tiden aktiv partner i 20 internationale og 5 nationale projekter, hvoraf 19 har deltagelse af danske virksomheder og / eller danske universiteter. Af de 25 projekter er 13 relateret til grøn omstilling, 5 til sundhed og 7 til avanceret produktion. DFM har således allerede etableret velfungerende samarbejder med en række danske virksomheder og universiteter relateret til indsatsområdet. Inden for indsatsområdets

² <https://house-of-energy.dk/energien-samles-i-en-ny-national-klyngeorganisation/>

aktiviteter forventer DFM at øge antallet af samarbejdspartnere med yderligere mindst 30 organisationer i perioden, hvoraf mindst 20 er danske.

Indsatsen understøtter følgende strategiske fokusområder: FORSK2025 (Et effektivt, intelligent og integreret energisystem, Cirkulær økonomi og miljøteknologi, Klimaforandringer og -tilpasning, Bio- og life science, Fremtidens produktion), Forskningsaftalen, 2020 (Grøn omstilling, Bedre sundhed, Nye teknologiske muligheder), Danmarks Erhvervsfremmebestyrelses strategi, 2020 (Grøn omstilling og cirkulær økonomi, Life science og velfærdsteknologi, Avanceret produktion). Desuden understøttes en række af FN's 17 verdensmål (Sundhed og trivsel (3.9), Bæredygtig Energi (7.2), Klimaindsats (13)).

Indsatsen understøtter regeringens ny satsning på 1,5 milliard kroner til grøn forskning og EU's Horizon Europe program. Sidstnævnte indeholder søjlen "Global Challenges and European Industrial Competitiveness" med områderne 1) sundhed, 4) digitalisering, industri og rummet, 5) klima, energi og mobilitet og 6) bioøkonomi, fødevarer, naturressourcer og miljø. På tværs af søjlen er defineret 5 missionsområder, klimatilpasning, kræft, sunde have, klimaneutrale byer og sund jord og fødevarer. De foreslåede aktiviteter bidrager med metrologiske løsninger til en række af de tiltag, der er defineret inden for områderne.

3) Markedssvigt og konkurrencesituation

DFM har i de seneste år oplevet en stigende efterspørgsel fra industrien efter sine metrologiydelser, sin viden, som virksomheder anvender til at løse ad hoc-opgaver, og som partner i nationale og internationale projekter. Dette indikerer et fortsat markant og stigende behov for udvikling af nye avancerede metrologiydelser, især til højteknologiske virksomheder, hvor metrologi ofte udgør en forholdsvis stor del af den samlede værdi af et produkt eller en ydelse.

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.

På højteknologiske områder kan virksomhedernes direkte metrologibehov ofte kun imødekommes gennem en mere grundlæggende metrologiforståelse og en forudgående forskningsindsats. Alle de ydelser, som vil blive udviklet under aktiviteterne i nærværende indsatsområde, vil enten være direkte målrettet danske højteknologiske virksomheder eller danske produktionsvirksomheder. Ydelserne efterspørges primært af virksomheder inden for energibranchen, lægemiddelbranchen, medicobranschen, den akustiske industri, samt højteknologiske produktionsvirksomheder inden for fotonik, nanoteknologi og energi.

Desuden leveres ydelser til kalibreringslaboratorier, som videregiver sporbarhed til deres kunder. Det forventes, at levering af ydelser direkte til udviklere og rådgivere vil stige. En række af de projekter, DFM er partner i, har fokus på udvikling af instrumenter, som DFM efter deres færdiggørelse skal validere og regelmæssigt kalibrere på kommerciel basis. Dette gælder inden for alle tre aktivitetsområder. Især inden for den energirelaterede del af grøn omstilling forventes en øgning af ydelser til rådgivere omkring nye målemetoder^{3,4}.

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 sammenlignelighed.

Der vurderes ikke at være risiko for konkurrenceforvridning, idet DFM arbejder med metrologi på højeste niveau i Danmark, og ingen andre parter har de nødvendige kompetencer og faciliteter til at udføre tilsvarende aktiviteter eller udbyde tilsvarende ydelser på højeste nøjagtighedsniveau.

DFM samarbejder og koordinerer udvikling af nye ydelser i regi af de Europæiske Metrologi Netværk. Nærheden til kompetenceinfrastrukturen er desuden afgørende for at virksomhedernes avancerede metrologiske problemstillinger kan løses.

Forud for opstart af nye tiltag undersøges eksisterende aktiviteter på det danske marked.

4) Vidensspredning og inddragelse i indsatsområdet

³ Se kommentar på BedreInnovation fra Glenda Napier (CEO, Energy Innovation Cluster)

⁴ Se kommentar på BedreInnovation fra Flemming Hjorth (Head of BD, New Services, ESVAGT A/S)

Målgruppen inddrages bl.a. via følgegruppen og dennes kontakter udadtil. Desuden vil der etableres regelmæssig kontakt med udvalgte virksomheder / institutter i målgruppen via møder, direkte e-mails eller online-møder, som har til formål at få feedback på 1) fremdriften af indsatsområdet, 2) kontinuert analyse af behov samt 3) formidling af indsatsens resultater til målgruppen.

Der søges så vidt muligt inddraget en eller flere virksomheder i implementeringen af hver aktivitet i indsatsområdet, hvilket sikrer at de udviklede ydelser kan testes tidligt i udviklingsfasen og feedback inddrages i prioritering af det videre arbejde. Dette kan ske i form af virksomhedscases eller som eksternt finansierede projekter.

Målgruppen inddrages i videreformidling af resultater gennem fælles publikationer og - præsentationer på fx vidensspredningsseminarer, samt ved deling af indlæg på sociale medier.

Forskningsresultaterne publiceres i internationale 'peer reviewed' videnskabelige tidsskrifter, og præsenteres ved internationale konferencer (se sek. 2). Desuden vil DFM fortsat formidle gennem fagmedier, hvor dette indsatsområde vil bidrage med mindst 6 indlæg over perioden.

Indsatsområdets resultater formidles desuden til virksomheder gennem aktiv deltagelse i faglige netværk, innovationsnetværk og klynger: Dansk Materialenetværk, Energy Innovation Cluster, DAMRC, Danish Sound Cluster, Gate 21 samt Eurolab Danmark, FVM – Industriel Metrologi, ATV-SEMAP, 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 5-7 årlige industrispecifikke vidensspredningsmøder med udgangspunkt i viden genereret i indsatsområdet. Der søges endvidere feedback til indsatsområdet fra møder i internationale metrologifora (fx EURAMET og EMPIR), deltagelse i netværksmøder og dialog med samarbejdspartnere. Mindst 200 danske virksomheder forventes at få del i den nye viden gennem de foreslåede initiativer.

DFM har godt samarbejde med klyngeorganisationen Energy Innovation Cluster, hvilket har resulteret i samarbejde med en række danske virksomheder i såvel nationale som internationale projekter. Dette samarbejde er intensiveret de seneste år og nye projektsamarbejder er under udarbejdelse og inkluderer små og store virksomheder samt klyngeorganisationen selv. Igangværende projektsamarbejder fokuserer på måling af gasudslip fra biogasanlæg, boreplatforme og transportskibe. Desuden arbejdes med nøjagtig måling af skibsemissioner, som der er et voksende behov for som følge af mere restriktive regulativer. Klyngeorganisationen vil "understøtte videnproduktion og -spredning om metrologisk forskning og udvikling, da viden herom har stor anvendelse og betydning for den brede energisektor"⁵

Fremadrettet vil EMN'erne bidrage til koordinering og udvikling af de kritiske kompetencer og den infrastruktur, som Europa vil få brug for inden for metrologi. DFM vil deltage i de netværk, der har relation til indsatsområdet. Det gælder de eksisterende EMN Climate and Ocean Observation og EMN Energy Gases samt netværket EMN Clean Energy, som er under etablering. EMN'erne vil fokusere på koordinering af europæisk metrologi, 'roadmaps' for metrologitiltag, videnudveksling, samt bidrag til standardisering og interaktion med interessenter.

Indsatsområdets følgegruppe forventes at få 12 medlemmer, således at hver af de 3 aktiviteter får tilknyttet 4 medlemmer med erfaring og/eller viden relateret til disse, heraf vil 2 komme fra virksomheder, en fra et universitet en fra en interesseorganisation (DI, Dansk Erhverv). Følgegruppen mødes 4 gange årligt, 1 fysisk møde og 3 online-møder, hvor DFM præsenterer de seneste tiltag, udviklinger og ideer. Følgegruppens medlemmer forventes at kommentere på dette og tillige give forslag/ideer til fremtidige tiltag baseret på de nyeste erfaringer og udfordringer fra deres respektive hovedområder. En vigtig opgave for følgegruppen vil være at bistå med at identificere mulige nye ydelser, prioritere udviklingen af nye ydelser, deltage i test af nye ydelser og identificere potentielle permanente kunder til ydelserne. Mellem møderne vil der blive udvekslet information med de enkelte medlemmer via e-mail og online-møder.

DFM vil i større udstrækning gøre brug af videopræsentationer og webinarer af nye tiltag. Resultaterne fra indsatsområdet vil bl.a. blive formidlet i form af mindst 4 videoer og 2 webinarer, uploadet til DFM's hjemmeside, årligt i perioden.

5) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

⁵ Se kommentar på BedreInnovation fra Glenda Napier (CEO, Energy Innovation Cluster)

Aktiviteterne i indsatsområdet er på forkant af markedet, men der opleves allerede interesse for de ydelser, der forventes fra aktiviteterne, hvilket også ses af kommentarer på BedreInnovation.dk (se sek. 8). Komplexiteten af aktiviteterne betyder, at de første ydelser generelt først vil være markedsmodne ved udgangen af år 2 i RK perioden.

DFM's aktiviteter vil foregå 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.

Teknologiske udfordringer og risici vurderes at være marginale, idet aktiviteterne i denne ansøgning tager udgangspunkt i kompetencer udviklet gennem tidligere resultatkontrakter og adresserer nye problemstillinger relateret til udvikling af nye måletekniske ydelser. DFM kan trække på sit store internationale netværk, for at løse eventuelle vanskelige udfordringer. DFM har etableret kompetenceoverlap blandt nøglemedarbejdere, der sikrer at nødvendige faglige kompetencer er til rådighed.

DFM har gennem årene vist, at instituttet kan flytte sig når nye metrologiske metoder, der er 'state-of-the art', skal udvikles. Dette fremgår bl.a. af publikationer i internationale tidsskrifter med bedømmelse samt efterfølgende referencer til disse publikationer. Aktiviteterne tager udgangspunkt i igangværende international forskning, hvor den metrologiske sporbarhed endnu ikke er fuldt etableret.

En række af de ydelser, der vil blive udviklet, vil finde anvendelse i on-site og 'in-line' målinger og deres performance må derfor dokumenteres i forbindelse med sådanne anvendelser. En mulig barriere kan være adgang til de nødvendige eksterne faciliteter. Baseret på tidligere erfaringer har DFM generelt haft stor succes med at opnå adgang til virksomheders og institutioners faciliteter.

Med udgangen af år 2, 3 og 4 i resultatkontraktforløbet forventes nye serviceydelser inden for alle aktiviteterne i indsatsområdet. Fra 2022 forventes at mindst 25 højteknologiske SMV'er per år at anvende de nye ydelser, og de nye kompetencer forventes at indgå i samarbejder med mere end 10 SMV'ere per år.

6) Indsatsområdets kobling til videns- og innovationssystemet

DFM vil fortsætte sit samarbejde med DTU, KU, SDU, AU og AAU samt en række udenlandske universiteter og nationale metrologiinstitutioner, især via EMPIR og Eurostars projekter samt inden for rammerne af EURAMET's tekniske komiteer og de nyetablerede EMN'er.

De primære universitetspartnere og samarbejdsområder i relation til nærværende ansøgning er: DTU Kemiteknik (berøringsfri temperatur), DTU Fotonik (fiber-optiske gasceller, solcellematerialer, LED lyskilder), DTU Mekanik (avancerede materialer), DTU Elektro (infralyd, ultralyd), DTU Kemi (molekylær spektroskopi), AU (integreret fotonik), KU (referencegasser), SDU (fotoakustisk imaging). DFM vil aktivt søge eksterne projektmidler til at styrke samarbejdet på nævnte områder.

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 via BxDiff⁶ projektet (New quantities for the measurement of appearance) om primær metrologi inden for spektrofotometri samt fremstilling af nye sporbare primærreferencer, som især vil bidrage til kvalitetskontrol i en række industriområder, herunder belysnings- og værktøjsindustrien. DFM deltager i 19 EU forskningsprojekter i 2020, hvilket resulterer i en betydelig videnuudveksling. DFM vil desuden hjemtage viden ved deltagelse i de relevante europæiske metrologinetværk (EMN), som er under etablering⁷. Eksempelvis planlægges deltagelse i et fælles nordisk EMN, SmartMetNet (smart specialization in the Nordic – Baltic region), med fokus på optimering af ressourcer og reduktion af redundans i metrologiydelser 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 og radiometrikalibreringer til et referencelaboratorier i Norge og Holland.

⁶ <https://bxdiff.cmi.cz/>

⁷ DFM deltager i følgende 5 EURAMET metrologinetværk: Green Energy, Smart Specialisation in Northern Europe, Mathematics and Statistics, Quantum Technologies, og Climate and Ocean Observation.

DFM samarbejder med danske universiteter, GTS institutter og højteknologiske virksomheder via nationalt og internationalt støttede forskningsprojekter. DFM vil samarbejde med danske universiteter om uddannelse af ph.d. studerende og vil have fokus på samarbejder med universiteter vest for Storebælt. Universiteternes forskning forudsætter ofte udvikling af nye målemetoder og -instrumenter, hvilket gør DFM til en vigtig samarbejdspartner. Aktiviteterne i denne ansøgning forventes at resultere i mindst 6 publikationer om året i samarbejde med danske universiteter.

DFM vil samarbejde med FORCE Technology omkring overflader og hygiejne. I fællesskab udvikles metoder, der kan identificere hvordan kontaminanter fæstnes og gror på overflader. Overflader vil blive studeret med henblik på bedre forståelse af overfladestruktur, kemisk sammensætning og rengørelighed af overfladen. Målet er at forbedre overfladestruktur og kemisk sammensætning så rengøring kan effektiviseres. Innovative rengørings- og desinfektionsprocesser som UV-lys og gasser vil blive inddraget.

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".

DFM vil i fællesskab med de øvrige GTS institutter udstationere medarbejdere hos de 6 erhvervshuse. Medarbejderne vil overfor lokale virksomheder formidle indsatsområdets resultater, bidrage til at etablere virksomhedscases, samt inddrage dem i indsatsområdets aktiviteter.

7) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer

Etablering af aktiviteter indenfor grøn omstilling sundhed og avanceret produktion har strategisk betydning for DFM's mission⁸; at udvikle og udbyde metrologisk infrastruktur og kompetencer, der underbygger og styrker danske virksomheders konkurrenceevne. Grøn omstilling er defineret som et 'must win battle' for DFM i den kommende periode.

DFM har igennem en årrække opbygget stærke kompetencer inden for indsatsområdet. DFM har de senere år tiltrukket fagligt stærke medarbejdere og investeret i 'state-of-the-art' udstyr. Dette gør DFM i stand til at løfte indsatsområdet. Med indsats fra medarbejdere fra DFM's fire hovedkompetenceområder akustik, elektrokemi, nanometrologi og fotonik forventes ingen barrierer for udførelse af aktiviteterne. Herudover har DFM et stort netværk bestående af udenlandske nationale metrologiinstitutioner samt nationale og internationale universiteter, med hvem der sker betydelig vidensdeling.

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. De to RK ansøgninger vil ligeledes være tæt knyttet til ansøgningen "Metrologi til digitalisering og datasikkerhed"; idet forskningsresultater herfra også bliver forankret via "Metrologisk Infrastruktur" og der vil foregå en udveksling af viden med "Metrologisk Forskning og Udvikling".

Indsatsområdet "Metrologi til digitalisering og datasikkerhed" hænger sammen med nærværende indsatsområde gennem aktiviteterne "Avanceret produktion", og "metrologi til kunstig intelligens, dataanalyse og digitale tvillinger i produktion".

8) Konkrete aktiviteter

Der er et stort overlap mht. faciliteter og kompetencer, som er nødvendige, for at etablere de nye ydelser inden for de tre aktiviteter nedenfor. Aktiviteterne er udvalgt i forhold til den værdiskabelse, de forventes at generere hos målgrupperne. Målgruppens kommentarer på BedreInnovation.dk er inddraget i prioriteringsprocessen og konkrete forslag fra målgruppen er indikeret med * nedenfor.

A. Grøn omstilling

Eksempler på konkrete forskning- og udviklingstiltag:

a) metrologi til miljøforurening: Bestemmelse af kvalitet af overfladevand ved brug af Surface Plasmon Resonance (SPR); Opbygning af facilitet til hurtig måling af små partikler i luft og vand; Etablering af

⁸ Afsnit 2.1 i DFM's strategiplan

sporbarhed til miljøpartikelmålere⁹; Spektroskopisk måling af olierester i vand; Bestemmelse af indendørs luftkvalitet ved hjælp af indbyggede sensorer.

b) metrologi til klimamonitering: Nye målemetoder for at kvantificere, lokalisere og reducere greenhouse gasudslip⁵; Sensorer til klimaovervågning; Kalibreringsmetoder for ekstrem infralyd¹⁰.

c) metrologi for bæredygtig ressourcer: In-situ spektroskopiske målinger af urenheder i biogas/biometan¹¹; Effekt af overfladeruhed på den aerodynamiske ydeevne af vindmøllevinger^{12,13}.

d) metrologi for energiproduktion og konvertering: In-line berøringsfri karakterisering af solcellematerialer (skatterometri)¹⁴; Ledningsevne målinger af polymer-baserede membraner (PEM brændselsceller og elektrolysører)¹⁵

e) metrologi for energitransport og opbevaring¹⁶: In-situ spektroskopisk monitorering af CO₂ emission i forbindelse med CCS ved brug af LIDAR; Udvikling af katalyseteknologier i forbindelse med Power2X¹⁷.

f) metrologi for energiforbrug: Optiske fibersensorer til hurtig lokalisering af problemer i elnettet (især for undervandskabler til havmølleparker) ved monitorering af temperatur- og trækændringer i kablerne¹⁸.

g) standardisering: DFM vil deltage i standardiseringsarbejdet relateret til grøn omstilling, med det formål at bidrage til at danske interesser tilgodeses og hjælpe grønne SMV'er med viden om internationalisering og krav i lokale reguleringer. Standarder spiller en vigtig rolle og kan bl.a. medvirke til reduceret miljøbelastning, øget brug af klimavenlige materialer og større udbredelse af grønne løsninger.

B. Sundhed (Life science)

Eksempler på konkrete forskning- og udviklingstiltag:

a) målinger og "imaging" på molekylær- og celleniveau: Kalibreringsfacilitet til flowcytometri¹⁹; Simplere og hurtigere bio-/kemiske analyser ved SPR; Udvikling af imaging teknologier (fotoakustik, fototermisk, og Raman) til undersøgelser af celleforandringer, hurtig identifikation af vira og multiresistente bakterier²⁰. Non-contact elektrolytisk ledningsevne til brug ved monitorering af bakterie film med henblik på sporbar kalibrering af bakterie antal^{*21}. AFM målinger af elasticitet af geler, som anvendes til 3D cellekulturer, vil være et nyttigt redskab for karakterisering geler, hvilket vil give mulighed for udvikling af produkter til avanceret 3D celle- og vævskulturer^{*22}.

b) kvantitativ diagnostik: Kvanteforstærket mikroskopi og spektroskopi til forbedret følsomhed og opløsning²³; Etablering af en højt-opløselig 'wide-field' mikroskopfacilitet²⁴.

c) lægemidler og sundhedsbeskyttelse: Kalibreringsfacilitet for pulsede lasere (overholdelse af grænser for udsat bestråling); Udvikling af standardisere kalibreringsmetoder til partikelmålere, der kan adskille levedygtige fra inerte partikler²⁵

C. Avanceret produktion

Eksempler på konkrete forskning- og udviklingstiltag:

⁹ Se kommentar på BedreInnovation fra Frank B. Rasmussen (Adm. direktør, TechRas Miljø ApS)

¹⁰ Se kommentar på BedreInnovation fra Erling Sandermann Olsen (Department Manager, Brüel & Kjær Sound & Vibration A/S)

¹¹ Se kommentar på BedreInnovation fra Leo van Gruijthuijsen (Senior projektleder, Dansk Gasteknisk Center A/S)

¹² Se kommentar på BedreInnovation fra Lasse Lundberg Nowack (Vice President, Vestas Wind Systems)

¹³ Se kommentar på BedreInnovation fra Anders Røpke (ceo, Wind Power LAB)

¹⁴ Se kommentar på BedreInnovation fra Morten Madsen (Professor MSO, SDU NanoSYD, Syddansk Universitet)

¹⁵ Se kommentar på BedreInnovation fra Kent Kammer Hansen (Seniorforsker, DTU Energi)

¹⁶ Energikonvertering og energiopbevaring benævnes ofte Power2X.

¹⁷ Se kommentar på BedreInnovation fra Peter C. K. Vesborg (Professor i fysik, DTU)

¹⁸ Se kommentar på BedreInnovation fra Lars Grüner-Nielsen (CEO, Founder, Danish Optical Fiber Innovation)

¹⁹ Se kommentar på BedreInnovation fra Christer Bisgaard (Manager, R&D Biotechnology, FOSS Analytical)

²⁰ Se kommentar på BedreInnovation fra Jens Michael Carstensen (CEO, Videometer A/S)

²¹ Se kommentar på BedreInnovation fra Marija Majer (Data scientist, Novozymes)

²² Se kommentar på BedreInnovation fra Jeeva Sellathurai (Scientist, Thermo Fisher Scientific)

²³ Se kommentar på BedreInnovation fra Lars Pedersen (Director of Sales, Visiopharm)

²⁴ Se kommentar på BedreInnovation fra Daniel Otzen (Professor, iNANO, Aarhus Universitet)

²⁵ Se kommentar på BedreInnovation fra Finn Christensen (Senior QMS Specialist - Metrology, Novo Nordisk A/S)

a) metrologi for nye materialer: Måleopstilling til temperaturafhængig emissivitetmåling ved højtemperatur²⁶; Målemetoder for akustiske metamaterialer (periodiske strukturer). Udnyttelse af terahertz stråling til at undersøge materialeegenskaber i materialer såsom halvledere, polymerer og biomolekyler^{*27}.

b) metrologi for nye teknologier: Udvikling af en sortlegeme kavitet til ultra-høj temperaturmålinger²⁸, Nanoskala ruhedsmålinger (< 100nm) ved brug af AFM²⁹, Karakterisering af 3D-print, dimensioner, styrke, porøsitet, ruhed. Roll-2-roll in-line målinger for at sikre en høj kvalitet af de producerede emner^{*30}

c) metrologi for digitale produkter: Metrologi i forbindelse med anvendelse af fx Big Data, robotteknologi og Virtual Reality i produkter, bl.a. automatisering via robotter. Målinger i forbindelse med alle 3 aktiviteter vil generere store datamængder, og en særlig indsats vil blive gjort for at forbedre metoder til dataopsamling og datainfrastruktur. Udover at dataene vil indgå i DFM's analyse af målinger, vil de også blive stillet til rådighed for interessenter.

Andre tiltag er listet under cases i sek. 1 og relaterede igangværende og ansøgte projekter er listet i sek. 9.

DFM vil sammen med følgegruppen løbende vurdere risici ved gennemførelse af aktiviteterne. For at reducere risici vil de mest kritiske tiltag blive vurderet og go/no-go beslutninger vil blive taget, således at tiltagene om nødvendigt kan lukkes ned tidligt i forløbet og ressourcer frigives til andre aktiviteter.

De konkrete aktiviteter tager udgangspunkt i DFM's grundlæggende kompetenceområder iht. Sikkerhedsstyrelsens udpegning af DFM som Danmarks Nationale Metrologiinstitut. Områderne er elektrokemi, fotonik, nanometrologi, berøringfri termometri, akustik og partikelmåling. Aktiviteterne adresserer konkrete industri- og samfundsbehov, og DFM's kompetencer udnyttes tværdisciplinært.

I alt vil 14 igangværende projekter bidrage med ekstern finansiering af indsatsområdet. Nedenfor er 6 af disse projekter angivet med finansieringskilde/forskningsprogram og forventet ekstern finansiering inden for RK perioden (i mio. Kr.):

- Stable isotope metrology to enable climate action and regulation (STELLAR), EMPIR/SIU, 0,80.
- Compact and cost-effective MIR-DIAL for improved industrial and urban pollution measurement (MIRDIAL), IF/GlobalStars, 0,47.
- Realization of a Unified pH scale (UnipHied), EMPIR/SIU, 0,14.
- Bacteria sensor for in-situ detection and identification of anti-microbial resistant bacteria (Bacsens), IF/Eurostars, 0,38.
- Ultra-violet supercontinuum sources and pulsed lasers for the semiconductor industry (UV-SUPER), IF/Grand Solutions, 1,78.
- In-line Monitoring and Control of Roll-to-Roll Replication Processes (R2RMon), IF/Eurostars, 0,81.

Herudover er DFM partner i 6 EMPIR ansøgninger i 2020 som er relateret til indsatsområdet, hvoraf 3 er relateret til grøn omstilling og 3 til avanceret produktion.

²⁶ Se kommentar på BedreInnovation fra Sune Bro Duun (Udviklingschef, Topsil GlobalWafers A/S)

²⁷ Se kommentar fra på BedreInnovation fra Pernille Klarskov Pedersen (Assistant Professor, Aarhus Universitet, Institut for Ingeniørvidenskab)

²⁸ Se kommentar på BedreInnovation fra Lars Elmekilde Hansen (Senior Project Manager, Rockwool International A/S)

²⁹ Se kommentar på BedreInnovation fra Konrad Bienk (CEO, CemeCon Scandinavia)

³⁰ Se kommentar på BedreInnovation fra Jan Kafka (CEO, Inmold A/S) og Morten Christensen (Quality & Technology Director., Mekoprint Graphic Electronics)