

## A. Skema til ansøgning om resultatkontraktmidler

Indsatsområde (titel):	Metrologi i den digitale omstilling	Evt. nr.:	EK4
<b>Indsatsområde kort (resumé)</b> Resumeet vil også blive brugt ved offentliggørelsen af forslaget på <a href="http://bedreinnovation.dk">bedreinnovation.dk</a>			
<p>Den digitale omstilling inden for metrologi muliggør nye teknologiske landvindinger, der vil forbedre danske virksomheders konkurrenceevne og som samtidig kan skabe optimeringer i energisektoren med CO<sub>2</sub>-reduktion til følge.</p> <p>Avanceret digitaliseret måleteknik og dataanalyse er nu modnet til et niveau, hvor teknologierne kan flyttes fra laboratorierne og ud i virksomhederne. En speciel indsats rettes mod at få en førerposition på området og mod indførelse af moderne digitaliseret metrologi i industri- og energisektoren.</p> <p>Indsatsen sikrer, at Teknologisk Instituts ydelser inden for metrologi udbygges med nye kalibrerings- og testfaciliteter, fjernkalibrering og onlinemåling. "Data analytics", dvs. nye avancerede analysemetoder og usikkerhedsanalyser baseret på kunstig intelligens, introduceres for at forbedre målinger online og i sensornetværk. Rådgivning til virksomhederne om indførelse og optimal anvendelse af digitale måleteknologier udbygges. Virksomhedernes fremtidige metrologiske behov dækkes, og indførelse af moderne digitaliseret metrologi i industri- og energisektoren understøttes.</p>			
<b>1) Målsætninger, aktiviteter og indikatorer</b>			
<p>Troværdig metrologi er en forudsætning for, at dansk erhvervsliv kan producere og eksportere varer med dokumenteret høj standard. Samtidig er det fundamentet for afregning i vand- og energisektoren. Den digitale omstilling inden for metrologi muliggør nye teknologiske landvindinger, der vil forbedre dansk konkurrenceevne og samtidig kan skabe optimeringer i vand- og energisektoren med CO<sub>2</sub>-reduktion til følge. Teknologisk Institut er udpeget som metrologiinstitut (MI) af Sikkerhedsstyrelsen inden for områderne: Temperatur, flow, anemometri, geometri og materialefugt. Indsatsen sikrer, at Teknologisk Instituts ydelser inden for MI-områderne udbygges, så virksomhedernes fremtidige behov for metrologiske ydelser er dækket, og at indførelse af moderne digitaliseret metrologi i industri- og energisektoren understøttes.</p>			
<b>Målsætning og effekt</b> Teknologisk Instituts MI'er understøtter danske virksomheders konkurrenceevne gennem en effektiv, pålidelig og internationalt funderet metrologisk infrastruktur, der aktivt bidrager til den teknologiske udvikling i virksomhederne. Det er målsætningen at udvikle nye ydelser med fokus på den digitale omstilling der pågår i virksomhederne. Fjernkalibrering og nye analyseværktøjer vil kunne eliminere led i sporbarhedskæden og er eksempler på tiltag, der vil give virksomhederne omkostningsbesparelser, lavere nedetid og bedre målinger. Der etableres nye test-, demonstrations- og udviklingsfaciliteter (TDU). Teknologisk Instituts state-of-the-art og internationalt anerkendte laboratorier udvikles løbende, så status som førende på området opretholdes, og nyeste viden er tilgængelig for de 2500+ danske virksomheder, der årligt anvender laboratorierne. <p>For at skabe størst mulig aktivitet og resultater er målet at tiltrække FoU-midler til området fra danske og udenlandske bevillingsgivere. Her vil vi tiltrække midler fra EURAMET, Energistyrelsen og Innovationsfonden. Vi forventer at opnå en gearing på Instituttets FoU-aktiviteter inden for metrologi på mindst 2,0. Herudover vil der være aktiviteter hos samarbejdspartnerne.</p>			

Illustrationen viser hovedaktiviteter i Metrologisk infrastruktur og de afledte fokusområder Industrien og Energisektoren:

## 1 Metrologisk infrastruktur

### Fastholde:

State-of-the-art internationalt anerkendte laboratorierne og deling af nyeste viden.

Supportere danske virksomheder i den digitale omstilling.

MI-status på temperatur, flow, anemometri, geometri og materialefugt.

Deltagelse i DANIAMet, EURAMET m.v. samt drift af erfagrupeer.

### Udvikle:

Måling af regn- og spildevand.

Måling af klimaparametre som lufttemperatur og nedbør.

Digitalisering af måling på vandforbrug og vandtab.

Onsite flowtestfaciliteter.

## 2 Industrien

### Udvikle:

Fjernkalibrering og selvkalibrerende sensorer.

Online inline målemetoder til virksomhederne.

Usikkerhedsanalyser omkring digitale smarte sensorer.

Testsystem til validering af produkt- og fremstillingsinformation (PMI)

## 3 Energisektoren

### Udvikle:

Optimeret produktion og distribution af fjernvarme og grøn varmeproduktion ved brug af kunstig intelligens i kombination med sensornetværk.

Onlinemålemetode til brændværdi af fast og flydende biobrændsel.

Figur 1: Illustration af indsatsområder.

### 1 Metrologisk infrastruktur

Instituttet vil deltage i nationale og internationale metrologinetværk (EMPIR og, EURAMET DANIAMet, European Metrology Network for Climate m.v.) samt i key comparisons.

EMPIR-forskningsprogrammet samler virksomheder, forsknings- og teknologiinstitutter i fælles projekter og forstærker effekten af indsatsen. Instituttet vil søge og gennemføre FoU-projekter, som tilvejebringer ny viden til gavn for virksomhederne og med særlig betydning for områderne sundhed, energi, produktion og miljø. I kommende FoU-projekter vil Instituttet arbejde for at øge antallet af deltagende danske virksomheder, der så får direkte udbytte af forskningsresultaterne.

Som et led i indsatsen henimod at supportere danske virksomheder i den digitale omstilling inden for måleteknik, arbejdes der fokuseret mod en fuldstændig digitalisering af referencelaboratorierne. Målsætningen er at integrere informationer i digitale certifikater direkte med brugerens anvendelse og bl.a. give mulighed for onlinekorrektion af målinger. Dette vil eliminere tunge administrative processer hos brugerne og muliggør ligeledes en direkte implementering af services i form af statistiske analyser via machine learning/AI med sporbarhed til SI (Système International d'Unités).

På flowområdet er Instituttets MI en af de bredest dækkende udbydere af flowkalibrering i Europa, men der er stadig behov for introduktion af nye metoder til Instituttets test-, demonstrations- og udviklingsfaciliteter (TDU) inden for flow, så det sikres, at industriens fremtidige behov dækkes.

En konsistent tilgang til kalibrering af vejrstationer med robust sporbarhed til SI samt en bedre forståelse af influensfaktorer, der påvirker måleusikkerheden, er nøglen til bedre klimamålinger. Fx er non-catching disdrometre (nedbørsmålere), som pga. lav vedligeholdelse i stigende grad anvendes af meteorologiske institutter og virksomheder til nedbørsmåling, vanskelige at kalibrere i dag, og sporbarheden til SI uklar. Målsætningen er at etablere dedikerede kalibreringsprocedurer og set-ups til dette formål.

Instituttet vil formidle den måletekniske viden og de nyudviklede målemetoder gennem et omfattende kursusprogram, konferencer og erfagrunder rettet mod målgruppen. Instituttet vil deltage aktivt i certificerings- og standardiseringsgrupper, som har relevans for indsatsen, fx inden for vandmålere, fjernvarmemålere og smart meters (TC 176 og TC176/WG2), og viden opnået her formidles til virksomheder inden for fagområderne. Det er aftalt, at der arrangeres en årlig flowtemadag i samarbejde med FORCE Technology, og at den årlige metrologidag arrangeres af DFM, FORCE og Teknologisk Institut i fællesskab.

Metrologisk infrastruktur understøtter den grønne udvikling, virksomhedernes konkurrenceevne og sikrer grundlag for afregning i vand- og energisektoren. Effekten måles overordnet på antallet af virksomheder, der har gavn af de nationale referencenormaler, og antal brugere af videnformidling i form af temadage, kurser og artikler.

Slutmål og delmål, som følges løbende, er:

- Antal af udvidelser i de akkrediterede ydelser øges med en per år.
- Antallet af ringkalibreringer udbudt til industrien og laboratorier øges med en per år.
- Der skrives to faglige artikler og der gennemføres én temadag om året.
- Der gennemføres fire digitaliseringsprojekter i perioden.
- Antal danske virksomheder, der deltager i FoU-ansøgninger, øges med 20 %.
- Der deltages i 1-2 årlige internationale metrologiprojekter.

På indsatsen med nye metoder til Instituttets test-, demonstrations- og udviklingsfaciliteter (TDU) er der følgende slutmål:

- Ny ydelse indenfor ekstremt lavt flow, ”nano-flow” (fx medicinske infusionspumper)
- Igangsætte etablering af laboratoriefaciliteter til fiberoptik og fosfor termometri (fx energi)
- Videreudvikling af materialefugt ved igangsættelse af etablering af laboratoriefaciliteter til måling af fugt i jord (klima og landbrug) og kornprodukter (fødevarer)
- Etablering af dedikerede kalibreringsprocedurer og set-ups til vejrstationer (klima)
- Ny ydelse for test og kalibrering af non-catching disdrometre (klima).

## **2 Industrien**

Fjernkalibrering og selvkalibrerende sensorer introduceres, og derved reduceres sporbarhedskæden med et eller flere led. Ved at målenormalerne sendes til virksomheden, og kalibreringen i høj grad foregår automatisk med minimal interaktion af virksomhedens personale, undgår virksomheden nedetid og at skulle undvære vigtigt produktions- og måleudstyr i kalibreringsperioden. Ligeledes undgår virksomhederne omkostningstunge supplerende test og analyser i forbindelse med ibrugtagning af udstyr.

Online-inline målemetoder vil hjælpe virksomhederne med at foretage direkte bestemmelse af kritiske parametre ved måling af flow, materialefugt og temperatur, hvor sensoren ikke må have kontakt med produktet pga. krav til hygiejne eller sikkerhed. Virksomheder vil opnå mere repræsentative målinger og øge graden af digitalisering.

Den høje grad af digitalisering, der opnås ved at introducere fjernkalibrering, selvkalibrerende sensorer samt online-inline målemetoder med sporbarhed til SI, vil muliggøre anvendelse af ”data analytics” - nye avancerede analysemetoder og usikkerhedsberegninger baseret på kunstig intelligens. Dette kan give et kvalitetsløft, mindre kassation og højere gennemløb.

Inden for fremstillingsindustrien sker den digitale transformation af metrologi i forbindelserne mellem den virtuelle model, det fysiske emne og det endelige kalibreringscertifikat, hvor der skabes en entydig, fejlresistent og ressourcebesparende digital streng. Målsætningen er her at styrke og ensarte virksomhedernes

dokumentation overfor samarbejdspartnere gennem mere pålidelige og nøjagtige data, hvilket vil reducere produktionsspild og time-to-market for nye produkter. Der etableres et testsystem til validering af produkt- og fremstillingsinformation (PMI) specifikt til geometrisk dimensionering og toleranceinformation.

Formålet er at øge virksomhedernes konkurrenceevne gennem metoder for fjern- og selvkalibrering af måleudstyr og digitale og onlinemålemetoder i anvendelse.

Slutmål og delmål, som følges løbende, er:

- Demonstration af fjern- og selvkalibrering, digitaliserings-, onlinemålemetoder i tre virksomheder.
- Ét projekt per år inden for fjernkalibrering og selvkalibrering.
- Fem virksomheder, der har deltaget i metrologiske digitaliseringsprojekter.
- Antal virksomheder, der har benyttet sig af videndelingstilbud (temadage m.v.) inden for digitalisering af metrologien, er steget med 10 %.

### **3 Energisektoren**

Den grønne omstilling inden for fjernvarme bliver mere konkurrencedygtig, da omkostninger og CO<sub>2</sub>-udledning bringes ned. Indsatsen underbygger effekten dels ved at introducere ”big data analytics”, der i kombination med sensornetværkene kan anvendes til optimering i fjernvarmedistributionen. I forhold til energiproduktion introduceres onlinemåling af brændværdien af fast og flydende biobrændsel, hvilket ligeledes muliggør applikation af real-time-analyser og yderligere optimering.

Formålet er at forbedre energisektorens effektivitet gennem bred anvendelse af digital optimering ved distribution af energi hos de danske forsyninger. Formålet er desuden at udbrede onlinemåling af brændværdi med og dermed real-time-analyse og optimering af energiproduktionen til følge.

Slutmål og delmål, som følges løbende, er:

- Én ny forsyning om året, der anvender optimeringsmetoder.
- Én ny bruger per år af onlinemåling af brændværdier fra 2022.
- 25 virksomheder, der har benyttet sig af videndelingstilbud (temadage m.v.) inden for optimering via måling ifm. af distribution af energi hos de danske fjernvarmeforsyninger gennem digitalisering.
- Én årlig deltagelse i FoU-projekt inden for optimering af energi.

## **2) Indsatsens relevans og potentiale**

### **1 Metrologisk infrastruktur generelt**

Danmark har en decentral metrologiinfrastruktur, som drives af en række ”Metrologiinstitutter (MI)”, der er udpeget af Sikkerhedsstyrelsen. Instituttets MI-status repræsenterer det højeste niveau af viden og laboratorieudstyr inden for metrologi og er fundamentet for, at dansk erhvervsliv kan opretholde en produktion, der kræver sporbar måling. Instituttets metrologiydelser benyttes i dag af over 2.500 virksomheder årligt, herunder et flertal af SMV’er.

Der er i 2019 interviewet 18 repræsentanter fra målgruppen, som omfatter virksomheder og den offentlige sektor, om fremtidens behov ved digitalisering af målinger. Der er i indsatsen taget højde for deres input.

I forbindelse med den offentlige høring af forslaget på [bedreinnovation.dk](http://bedreinnovation.dk) fik forslaget 90 kommentarer fra et bredt udsnit af målgruppen: små, mellemstore og store eksportvirksomheder inden for medicinal-, biotek-, fødevarer- og plastbranchen samt vand- og energiområdet og producenter af sensorer, måleudstyr og robotter; kommentarer, der overvejende udtrykte ønske om udvikling og involvering i indsatsområdet. Desuden støttes

der op om forslaget fra organisationer som fx DS, DANAK, Danske Vandværker, DANVA og Plastindustrien samt danske og udenlandske forskningsinstitutioner.

Målgruppen efterspørger konkrete laboratorie- og rådgivningsydelser ved indførelse af ny måleteknologi og faciliteter til flowmåling i åbne eller lukkede rør- og kanalsystemer ved regn- og spildevandshåndtering - et område, der har fokus i Miljøstyrelsens strategi. Ligeledes er der ønsker om videndeling gennem følgegrupper, udbud af nye ringkalibreringer m.m. En stor del af specielt produktionsvirksomhederne fremhæver et udækket behov inden for digitalisering af metrologien og for onlinemålemetoder.

Dette underbygges af følgende udvalgte citater fra bedreinnovation.dk, hvor emner som fjernkalibrering, onlinemåling, indsatsen omkring flow, temperatur og geometri specielt anføres. Generelt er der ønske om, at metrologi i højere grad digitaliseres, og referencemålinger bringes tættere på slutbrugeren:

Indsatsen på digitalisering og fjernkalibrering støttes af kommentar fra Tetra Pak Processing Systems, der repræsenterer industrien: *"Det er vigtigt for os som producent og eksportør af maskiner og procesudstyr ... at der er adgang til nyeste viden indenfor metrologi og de muligheder digitalisering giver indenfor fjernkalibrering og on-site "non-intrusive" måling af flow og temperatur. De nye måletekniske muligheder vil forbedre vores konkurrencesituation."* (Equipment Safety Specialist, Tetra Pak Processing Systems, Denmark)

Samme tilslutning ses fra Vejle Spildevand a/s, der repræsenterer den kommunale sektor: *"Indsatsen omkring måling på åbne og lukkede rør vil understøtte vores indsats på klimaområdet. Ligeledes vil en digitalisering øge effekten i vores klimaovervågning."* (Arbejdsmiljøleder, Vejle Spildevand a/s)

Ligeledes ses tilslutning fra Ørsted Offshore, der repræsenterer energisektoren: *"Den digitale omstilling får stor indflydelse på metrologien også indenfor energisektoren. Online målemetoder er vigtige og nødvendige for effektiv udnyttelse af energien uanset om energien kommer fra vind eller biobrændsel."* (Ad of Quality & Process Excellence, Ørsted Offshore)

At forslaget støttes bredt i industrien ses også på kommentaren fra Kaleido Technology: *"Jeres fokus på "metrologi i industrien", i forhold til temperaturmålinger i vanskelige miljøer er derfor et meget relevant område for Kaleido, som vi gerne vil være en aktiv partner i at udvikle og bringe ind i et produktionsmiljø."* (Manager, Kaleido Technology)

At indsatsen underbygger store danske virksomheder og støtter dansk eksport ses på kommentaren fra Senior QMS Specialist – Metrology, Novo Nordisk A/S: *Vi er særlig interesseret i følgende dele af forslaget:*

- *"... udvikling af: Fjernkalibrering af klimakamre, autoklaver, inkubatorer m.fl., on-site "non-intrusive" måling af flow, temperatur og materialefugt ..., samt deltagelse i det Europæiske EMPIR-forskningsprogram, f.eks. med udvikling af den nye målemetode "fosfortermometri"..."*
- *"...etablering af et testsystem til validering af digital produkt- og fremstillingsinformation (PMI) for geometrisk dimensionering og toleranceinformation, samt etablering af en ny virksomhedsfølgegruppe for digitalisering ..."*
- *"...Det europæiske samarbejde om digitale kalibreringsresultater og digitale kalibreringscertifikater..."*

### **Særligt for fokusområde 2 Industrien**

Den digitale omstilling, der i disse år foregår inden for metrologi, skal skabe innovation og styrket konkurrenceevne med øget eksport og flere arbejdspladser til følge. Indsatsen understøtter her Erhvervsministeriets "Strategi for Danmarks digitale vækst" og "National strategi for kunstig intelligens" og hjælper virksomheder med indførelse af den nyeste teknologi inden for digitale onlinemålesystemer og metrologiske analysemetoder baseret på kunstig intelligens (AI). Nye state-of-the-art test- og kalibreringsfaciliteter

sammen med unik specialistviden stilles til rådighed for danske virksomheder. Ifølge anbefalingen ”Danmark som digital frontløber” fra Digitalt Vækstpanel kan nye digitale teknologier reducere omkostninger, åbne nye markeder og give gevinster på 16 mia. kr. i 2025<sup>1</sup>.

### **Særligt for fokusområde 3 Energisektoren**

Inden for energidistribution efterspørger fjernvarmeaktører enkle analyseværktøjer, der kan hjælpe med at udnytte de mange målerdata til optimering af netværkets drift med en ikke ubetydelig CO<sub>2</sub>-reduktion til følge. Ifølge Dansk Fjernvarme vil en CO<sub>2</sub>-neutral fjernvarme reducere CO<sub>2</sub>-emissioner fra fjernvarmen med 2,75 millioner ton og fra elproduktionen med 6,65 millioner ton<sup>2</sup>. Herudover understøttes energibranchen med nye onlinemåleteknikker til fugt- og askeindhold, som giver mulighed for en høj grad af digitalisering af målingerne og en bedre styring af produktionen.

### **3) Markedssvigt og konkurrencesituation**

De nye ydelser vil blive introduceret til kalibreringslaboratorierne og direkte til slutbrugerne via eksisterende interessenter og kunder, som på metrologiområdet p.t. tæller 2500 virksomheder. Sporbarhed på højeste niveau fra MI-laboratorierne videregives til akkrediterede laboratorier, som dermed er med til at sikre, at hele den danske industri har adgang til sporbare målinger på ethvert niveau. Nye aftagere til ydelserne vil være inden for vindmøllebranchen, kraftvarmeværker og forsyninger (vand, spildevand og varme). Markedsføringen vil foregå via publikation af artikler i fagblade, præsentationer på workshops/temadage samt møder med grupper af interessenter.

Da udgangspunktet er de af Sikkerhedsstyrelsen udpegede MI'er inden for flow, anemometri, temperatur, geometri og materialefugt, er indsatsen naturligt afgrænset ift. andre aktører i Danmark, og den opnåede viden stilles til rådighed for alle danske aktører. Vigtige aftagere af den viden, der opbygges gennem indsatsen, er de danske kalibreringslaboratorier, og forslaget blev på [bedreinnovation.dk](http://bedreinnovation.dk) støttet af Trescal A/S, Element Metech A/S, Buhl og Bønsøe A/S, Ellab A/S og DANAK. Danske akkrediterede kalibreringslaboratorier orienteres og inddrages løbende om tiltaget via følgegrupperne, som de deltager i.

Overvågning af konkurrencesituationen og relevansen i markedet foregår bl.a. i følgegrupperne. På årlig basis evalueres og justeres følgegruppernes sammensætning af metrologiaktører inden for indsatsens afgrænsning og aftagere af de udviklede ydelser. Projektledelsen vil dermed kunne tage højde for og inddrage nye aktører, der kommer på markedet inden for indsatsens sigte, og sikre, at de ydelser, der udvikles over den 4-årige periode, til stadighed er relevante for indsatsens målgruppe, samt at de ikke er konkurrenceforvridende.

### **4) Videnspredning og inddragelse i indsatsområdet**

Formidling til industrien om de nye muligheder vil ske gennem følgegrupperne, artikelskrivning, undervisning, temadage og den årlige metrologidag.

I indsatsens første år er en af aktiviteterne at besøge/interviewe et antal af de 90 virksomheder og organisationer, der kommenterede forslaget på [bedreinnovation.dk](http://bedreinnovation.dk). Der vælges her et repræsentativt udsnit af brancher og virksomhedsstørrelse, så de ydelser der udvikles, tilpasses de reelle behov.

Industri- og energisektorens kommende behov er afdækket, og der vil løbende blive taget højde for dette ved inddragelse af eksisterende erfagrunder inden for flow og temperatur. Erfagrunderne får dermed fremover også rollen som følgegrupper, hvor resultater fra indsatsen bliver præsenteret. I følgegrupperne deltager i dag 25 virksomheder, som repræsenterer et bredt spektrum af dansk industri, herunder producenter af medicin og medicoudstyr, måleudstyr, udstyr til klimasikring, fødevarer samt kalibreringslaboratorier og de øvrige GTS-

<sup>1</sup> Danmark som digital frontløber, Anbefalinger til regeringen fra Digitalt Vækstpanel, maj 2017

<sup>2</sup> CO<sub>2</sub>-neutral fjernvarme i 2030, forslag til en moderne regulering af fjernvarme, Dansk Fjernvarme, 2020

institutter, der arbejder med metrologi (FORCE Technology og DFM). Der etableres en ny virksomhedsfølgegruppe med deltagelse af mindst tre virksomheder inden for målgruppen til indsatsen omkring digitalisering. Følgegrupperne mødes mindst én gang om året, hvor der gøres status, og den kommende indsats præsenteres. Følgegruppernes sammensætning evalueres og justeres årligt.

Videndeling om digitalisering vil blive gennemført ved en række digitaliseringsseminarer sammen med førende danske produktionsvirksomheder.

Det er aftalt, at koordineringen af samarbejdet med øvrige GTS-institutter, der agerer på metrologiområdet (DFM og FORCE), foregår i regi af DANIAMet-MI, der mødes halvårligt. Herudover vil institutterne mødes årligt. Det er aftalt, at Metrologidagen afholdes på skift af de tre GTS-institutter, men at planlægningen foregår i fællesskab.

DANIAMet-MI, herunder FORCE og DFM samt det europæiske EURAMET, vil blive involveret i både udvikling af de nye ydelser og den efterfølgende vidensspredning.

## 5) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

Avanceret digitaliseret måleteknik og dataanalyse er nu modnet til et niveau, hvor teknologierne kan flyttes fra laboratorierne og ud i virksomhederne. En speciel indsats rettes mod at få en førerposition på området og indførelse af moderne digitaliseret metrologi understøtter de fremtidige behov i industri- og energisektoren. Instituttet samarbejder her med de førende metrologi-institutter på europæisk niveau. Indsatsen sikrer, at Teknologisk Instituts ydelser inden for metrologi udbygges med nye kalibrerings- og testfaciliteter, digital måleteknologi og rådgivning.

De første ydelser inden for digitalisering af metrologi vil blive udbudt inden for de første to år af forløbet sammen med de nye analysemetoder til energisektoren. Måling af klimaparametre vil blive udbudt løbende over indsatsens løbetid på fire år.

### 1 Metrologisk infrastruktur

Teknologisk Institut opretholder de danske referencenormaler inden for temperatur, materialefugt, flow, anemometri og geometri. Det er målet at fastholde positionen som førende metrologiaktør og introducere nye state-of-the-art digitaliserede laboratorie- og rådgivningsydelser på disse områder. Dette indebærer formidling, udvikling og vedligehold af eksisterende teknologi. Indsatsen på metrologisk infrastruktur, herunder digitalisering, bygger videre på tidligere resultatkontrakter og deltagelse i EMPIR-forskningsprogrammet, hvor der blev udviklet primære referencestandarder til mikroflow, materialefugt og overfladetemperatur.

### Fokus på 2 Metrologi i industrien

I disse år er metrologien i kraftig udvikling. Nye prisbillige sensorer og målemetoder kommer på markedet - drevet af nye digitaliseringsteknologier. De giver mulighed for en mere datadrevet styring af processer og produktion. Gennem indsatsen assisteres virksomheder med indførelse af den nyeste teknologi inden for digitale onlinemålesystemer og dataanalysemetoder baseret på kunstig intelligens (AI). Der udvikles nye fjernkalibreringsmetoder og valideringssystemer til digitaliseret geometrisk produkt- og fremstillingsinformation. Hovedvægten er her på forskning, udvikling og formidling. På dette område bygges videre på forskning under tidligere resultatkontrakt og EUDP-projekter.

### Fokus på 3 Metrologi i energisektoren

For at den grønne omstilling inden for fjernvarme kan blive konkurrencedygtig, skal omkostningerne bringes ned. En indsats rettes mod optimeret produktion og distribution af fjernvarme ved at indføre digitaliserede onlinemålemetoder til vandindhold og brændværdi af biobrændsler i forbindelse med produktion. En fokuseret metrologiindsats på de sensor-netværk, der anvendes ved energidistribution, vil kunne forbedre datakvaliteten og optimere styringen. Hovedvægten er her på forskning, udvikling og formidling. I denne

delindsats bygges videre på forskning udført under tidligere resultatkontrakt, EUDP-projekter, projekter udført for Dansk Fjernvarme og EMPIR.

### **Barrierer**

Barriererne for succes er overkommelige: En høj grad af digitalisering kræver, at måleudstyr, som fungerer i laboratoriet, tilpasses et industrielt miljø med risiko for utilstrækkelig kvalitet og robusthed i forhold til applikationen. Dette imødegås ved sparring/videndeling med erfarne internationale institutter og udstyrsleverandører. Erfaringen viser, at der kan være en træghed i forhold til virksomheders implementering af ny måleteknologi. De potentielle besparelser for virksomhederne, formidling, definerede cases og tæt samspil med virksomhederne via følgegrupperne vil hjælpe med til at få virksomhederne til at tage de nye løsninger til sig.

## **6) Indsatsområdets kobling til viden- og innovationssystemet**

Nationalt samarbejdes der med de øvrige metrologiaktører (DFM, FORCE, DTU m.fl.) i DANIAMet gennem regelmæssig videndeling og fælles formidlingstiltag. Arbejdsdelingen er veldefineret gennem MI-udpegningerne af institutterne som beskrevet i afsnit 4.

Der samarbejdes med DANAK ved repræsentation i ”Sektorudvalg for kalibrering” og med EUROLAB Danmark ved deltagelse i TKAK-komiteen. Samarbejdet med danske universiteter omfatter speciale-studerende (eksisterende samarbejde med Aarhus Universitet) og gennem metrologirelaterede FoU-projekter.

I den metrologiske infrastruktur omfatter det internationale netværk de øvrige EURAMET-partnere (NPL (UK), PTB (DE), CETIAT (FR), INRIM (IT) m.fl.). Institutet deltager via EURAMET i det europæiske metrologinetværk for klima (EMN for Climate and Ocean Observation), som forventes at få en koordinerende rolle i det kommende EMPIR2. Samarbejde med universiteter omfatter Aarhus Universitet og DTU.

På industrisiden samarbejdes med førende danske virksomheder som Grundfos, Novo Nordisk, Kamstrup samt University of Strathclyde, University of Cambridge og University of Southampton samt en række SMV'er.

På energiområdet omfatter netværket de store energiformidlere som Ørsted og Verdo samt Teknisk Universitet i Prag, Universitetet i Marseilles og en række mindre forsyninger.

## **7) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer**

Metrologi er et af de centrale infrastrukturelementer på Institutet og er en del af Institutets strategi.

Institutet har en førende rolle i Danmark på de udpegede MI-områder og unikke faciliteter på europæisk niveau. Flowlaboratorierne har det største sammenhængende måleområde i Europa - fra mikroliter til 1000 kubikmeter - og virksomhederne anvender allerede i dag laboratorierne til test af nye produkter og får sparring af laboratoriets eksperter. Ligeledes er Institutets faciliteter inden for materialefugt og overfladetemperatur blandt de eneste og allerbedste i Europa. På alle områder er måleeksperter, fysikere og ingeniører engageret i nationale og internationale forskningsprojekter og formidler løbende deres viden til virksomhederne gennem rådgivning, publikation af artikler og undervisning.

Indsatsen har sammenhæng til og bygger videre på resultaterne fra EMPIR-forskningsprogrammet, som samler virksomheder, forsknings- og teknologiinstitutter i fælles projekter, som udmønter den europæiske strategi på metrologiområdet.

## **8) Konkrete aktiviteter**

Teknologisk Institut vil indlede periodens første år med følgende konkrete aktiviteter:

### **Opstart af 1 Metrologisk infrastruktur**

- Kortlægge digitaliseringsbehovet inden for metrologi ved en række af de virksomheder, der har kommenteret forslaget på [bedreinnovation.dk](http://bedreinnovation.dk) og etablere en følgegruppe for digitalisering af metrologien.



- Demonstrere digitalisering fra måling til certifikat i et af MI-laboratorierne.
- Deltage i nationale og internationale møder relevante for de udpegede MI'er i: DANIAMet, EURAMET, EUROLAB og DANAK's sektorudvalg for kalibrering, TC 176 og TC176/WG2.
- Søge deltagelse i to internationale metrologiprojekter med inddragelse af danske virksomheder.
- Videndeling, fx møder i følgegrupperne for flow og temperatur, afholdelse af temadag og aktivt bidrage til Metrologidagen, indsende 2 artikler inden for indsatsens sigte til danske fagblade.
- Udbyde to ringkalibreringer til industri og laboratorier.
- Kortlægge krav til kalibrering af vejrstationer samt designe set-ups.
- Etablering af et vidensdelingsforum sammen med industrien og partnere i EURAMET omkring måling af luftflow.
- 
- Påbegynde samarbejde med partnere i EURAMET og med inddragelse af danske virksomheder om at søge et projekt, som kan medfinansiere etablering af laboratoriefaciliteter til fibertermometri.

### **Opstart af 2 Metrologi i industrien**

- Demonstration af metode, der forbinder modelbaseret design og tolerancer med metrologi og geometrisk opmåling.
- Gennemføre to digitaliseringsseminarer sammen med førende danske produktionsvirksomheder (samarbejde om viden inden for digitalisering).
- Gennemføre testcase om fjernkalibrering på klimakamre. Testen udføres i samarbejde med forskellige danske virksomheder. Målet er at kunne udvikle en akkrediteret fjernkalibreringsydelse.
- Kortlægge state-of-the art og markedet for selvkalibrerende sensorer, herunder gennemføre et litteraturstudie og kontakt med fabrikanter og potentielle slutbrugere.

### **Opstart af 3 Metrologi i energisektoren**

- Gennemføre projekt med fjernvarmeforsyninger rettet mod optimering i fjernvarmedistributionen.
- Kortlægge danske kraftvarmeværkers krav til måleusikkerhed og udstyr til brændværdi, herunder aske- og vandindhold af fast biobrændsel og brændsegenskaber.
- Lave kalibreringsstrategi for onlinemåleudstyr til brændværdi af faste brændsler.

## **9) Finansiering**

RK-finansiering af indsatsområdet:

**15.959.474 kr.**