



Indsatsområde (titel): Avanceret karakterisering af produkter og processer på storskala-faciliteter

Indsatsområde (nr.): MA4

Indsatsen kort (resumé)

Danske virksomheder har brug for adgang til de bedste analyseteknikker for at holde sig i front med udvikling af innovative og konkurrencedygtige produkter. Dette gælder ikke mindst i disse år, hvor kravene til produkternes bæredygtighed stiger. På internationale neutron- og synkrotronfaciliteter undersøges materialer helt ned på molekylær skala for at se skjulte strukturer og fejl i lukkede komponenter. Her kan man få viden, som ikke kan opnås med de laboratoriebaserede analyser, som virksomhederne typisk anvender.

Gennem denne indsats er målet, at danske virksomheder skal have let og effektiv adgang til de avancerede, neutron- og synkrotronfaciliteter, som fx European Spallation Source, ESS. Målgruppen er både små og større produktionsvirksomheder, der er aktive i danske styrkepositioner som energiteknologi, fødevareteknologi, bioteknologi, farmaceutisk teknologi og avancerede materialer.

1. Målsætninger, nøgleaktiviteter og indikatorer

Danske virksomheder er i global konkurrence og skal have let adgang til de bedste tilgængelige teknikker for at kunne udvikle nye eller forbedrede produkter, baseret på en dybere forståelse af materialer og processer. Visionen for indsatsområdet er at styrke virksomhedernes konkurrenceevne ved at gøre målinger og analyser på internationale storskala-faciliteter, primært neutron- og synkrotronrøntgen-(herefter forkortet n/x) kilder velkendte og lettere anvendelige ved at strømline anvendelsesprocedurer, validere måleteknikker og integrere dem i GTS-nettets udbud af services. Der er de seneste år opbygget stærke kompetencer i GTS-nettet rettet mod den kommende ibrugtagning af European Spallation Source (ESS) planlagt til 2027. Dette arbejde skal nu færdigudvikles til at understøtte væsentlige samfundsordener og skabe økonomisk bæredygtige kommercielle services. Samtidig skal indsatsen styrke sammenhængen i innovationsøkosystemet ved at samle virksomheder, universiteter og faciliteter i Danmark og udlandet i fælles FoU-samarbejder.

Standardiserede services er særligt nødvendige indenfor dette indsatsområde grundet behovet for adgang til måleinstrumenter hos en 3. part, der ikke er gearet til industrielle målinger. Udvikling af en måleservice vil typisk bestå af:

1. kortlægge industriens behov og matche det op mod faciliteternes muligheder sat i forhold til traditionelle laboratorie muligheder;
2. evt. designe og fremstille nødvendigt udstyr til at supplere det der er tilgængeligt på faciliteterne;
3. strømline processer omkring planlægning af målinger, dataanalyse og rapportering og sikre deres kvalitet og reproducerbarhed;
4. gennemføre demonstrations målinger med henblik på at teste servicens robusthed og demonstrere mulighederne til resten af industrien;
5. Udarbejde og udbrede kommunikationsmateriale om mulighederne.

På tværs af indsatsområdet er det målet at indfri følgende KPI i løbet af projektets løbetid:

- 36 indlæg og artikler målrettet virksomheder (vidensspredning),

- 67 gennemførte forløb med virksomheder som fx FoU projekter, samarbejde om udvikling af en service eller deltagelse i et pilotforsøg (udvikling af teknologiske services),
- 9 forløb med faciliteter med det formål at sænke adgangsbarrierer for industriel anvendelse (udvikling af teknologiske services),
- 12 services udviklet, heraf mindst 5 hvor ibrugtagningen af ESS vil betyde en markant styrkelse af mulighederne (udvikling af teknologiske services),
- 27 nye FoU projekter sammen med danske virksomheder, stor-skala faciliteter, herunder ESS, og/eller universiteter (vidensudvikling).

Indsatsen er struktureret i 3 vertikale temaer af samfundsmæssig og erhvervsmæssig relevans: grøn omstilling, cirkulær materialeøkonomi og pharma/fødevarer, og understøttes af 2 horisontale temaer om avancerede materialer og "design of experiment" (DoE). Aktiviteterne sigter mod at reducere både risikoen og omkostningerne for centrale områder, hvor n/x teknikkerne har vist sig at have størst potentiale for impact hos danske virksomheder og etablering af en kommerciel forretning fremadrettet. DoE-aktiviteten sigter på at reducere omkostningerne for de udbudte services gennem optimerede måleforløb, hvorved udgifter til køb af måletid begrænses.



Aktivitet 1: Nye værktøjer til den grønne energiomstilling: Etablering og videreudbygning af services indenfor den grønne energiomstilling med særligt fokus på PtX, vindenergi og batteriteknologi.

Synkrotron- og neutron-teknikkernes evne til at se igennem materialer *in-operando* har gjort dem til et stærkt værktøj til udvikling og optimering af komponenter til den grønne energiomstilling. Det er fx demonstreret gennem projektet LC-H2 (Innovationsfonden 2023-26, medfinansieret gennem RK MA3), hvor neutron-imaging blev brugt til at optimere elektrolysecelledesign hos en dansk virksomhed. Følgende delaktiviteter er defineret:

A1.1 Operando opstillinger til elektrolyse-sektoren: Erfaringerne med skræddersyede forsøgsopstillinger fra LC-H2 projektet skal udvikles til en ny service indenfor *operando* måling af elektrolyseceller gennem opgradering af forsøgsopstilling, etablering af måleprotokoller og udbredelse til industrien. (Udvikling af service, direkte kommunikation med alle relevante danske virksomheder det første år)

A1.2 Udvikling af nye måleservices: Resultaterne fra A1.1 benyttes til at kontakte industrien og anskueliggøre værdien af avanceret karakterisering af PtX processer. Herigennem identificeres områder som f.eks. energilagring, brændselsceller, batterier, CO₂ lagring og konvertering, konvertering af kuldrevne processer til CO₂ neutrale brændsler og materialer under brinteksponering med særligt potential og der etableres services i tæt dialog med relevante industrielle stakeholders. (1 ny service pr år fra år 3 til 4)



Aktivitet 2: Materialer til den cirkulære økonomi: Effektiv adgang til avancerede måleteknikker for at understøtte den cirkulære materialeøkonomi vil blive faciliteret, for eksempel ved at etablere højkapacitetssystemer og databehandlingsrutiner forbundet med instrumenter til screening af materialer og urenheder til genbrug af plast og tekstilfibre. Indsatsområdet MA3 2021-24 var medvirkende til at sikre Teknologisk Institut en førende position i EU inden for industriel anvendelse af storskala-faciliteter til etablering af cirkulære materialekæder gennem Horizon Europe projektet ReMade-at-RI (2022-26). Initiativet vil sikre at denne position kommer danske virksomheder til gavn gennem udvikling af verdensledende industrielle services.

A2.1 Forbedrede affaldshåndterings- og genbrugsprocesser: Udvikling af services indenfor træning af affaldssorteringsalgoritmer og forbedrede processer til forarbejdning og konvertering af affald. (behovskortlægning for mindst 3 forskellige brancher i 2025 med henblik på udvikling af 1 ny service i 2027)

A2.2 Forbedrede egenskaber for genbrugsmaterialer: Service indenfor kvalitetstjek af genbrugsplast skal udbygges og kommercialiseres. Udvikling af services indenfor karakterisering og forbedring af genbrugsmaterialer gennem forståelse af fx råmaterialer, slid og ophobning af urenheder og fejl gennem flere genbrugscykler. (1 ny service i 2026)

Aktivitet 3: Pharma, fødevarer og medicinsk udstyr: Visionen er at fremme brugen af avanceret karakterisering for at forbedre kvaliteten og effektiviteten af materialer og processer inden for farmaceutiske produkter, medicinsk udstyr og fødevarerproduktion. Disse teknikker skal gøres mere tilgængelige og anvendelige for en bredere vifte af kunder ved at reducere omkostningerne, tiden til dataanalyse og øge reproducerbarheden af målingerne. Allerede udviklede services indenfor bestemmelse af formuleringer og billeddannelse strømlines yderligere ved at:

A3.1 Udnytte fremskridt inden for AI og maskinlæring ved at indgå samarbejde med akademiske partnere for at sikre, at vi bruger de bedste AI- og maskinlæringsværktøjer til dataanalyse gennem projektsamarbejder (1 konkret værktøj i år 2 og 3).

A3.2 Samarbejde med udvalgte n/x måleinstrumenter om at imødekomme branchens høje krav til datakvalitet og reproducerbarhed gennem standardiseret dataindsamling (1 service år 2,3 og 4).

Aktivitet 4: Advanced Materials for Industrial Leadership: Avancerede materialer og viden om anvendelsen er af EU defineret som et nyt fokusområde – og n/x målinger udgør i den sammenhæng et væsentligt værktøj, som kan give danske (og europæiske) virksomheder en førerposition. I en tid, hvor innovation og bæredygtighed ofte er nøglen til succes, bliver det stadig vigtigere at være kreativ og nytænkende i anvendelsen af materialer. Dette vil ikke blot føre til smartere løsninger, men også åbne dørene for nye egenskaber og funktioner, som kan revolutionere produkter og processer. Derfor er det vores målsætning at styrke industriens konkurrenceevne ved at øge opmærksomheden på- og brugen af avanceret materialeviden. Fremskridt gennem bedre materialeviden kan både ske via nye avancerede materialer og produktionsteknikker, men også gennem bedre forståelse af og udnyttelse af eksisterende materialer, som plastik, stål eller beton.

Aktiviteten går på tværs og vil støtte de andre aktiviteter med metoder til materialekarakterisering samt arbejde med et bredt industrisegment, inkluderende produktion af konsumprodukter, energisektoren, rumsektoren, og forsvarssektoren. I samarbejde med de andre aktiviteter og virksomheder indenfor ovenstående sektorer vil vi udvikle nye teknologiske services rettet mod bedre forståelse af eksempelvis kompositmaterialer, avancerede produktionsmetoder som 3D-



printning, og genanvendte materialer. Ligeledes vil vi modne teknologiske services indenfor analyse af restspændinger i stål og validering af nye svejsemetoder, som er afprøvet i tidligere RK-indsatser. Parallelt med udvikling af specifikke sektorrettede teknologiske services, vil vi drive en metodeudvikling og modning, der sikrer at vi gennem en forbedret dataanalyse og med brug af kunstig intelligens (AI) vil kunne reducere omkostninger og tid ved fremtidige analyser, mens vi samtidig bedre vil kunne kvantificere for eksempel porøsiteten af materialer.

A4.1 Modning af teknologiske materialeservices for metaller: Etablering af services for måling af restspændinger, kvalitetskontrol af dele produceret med additive manufacturing, samt validering af nye svejsemetoder. (1 service hvert andet år)

A4.2 Udvikling af teknologiske services for undersøgelse af plast og kompositmaterialer. (1 service hvert andet år)

Aktivitet 5: Design of Experiment: De nye 4. generations synkrotronkilder og ESS er ideel til at lave serielle eksperimenter for at undersøge, hvad der sker med et givent prøveemne under eksterne stimuli eller ved ændrede procesparametre. Ved at koble den store datamængde der generes ved storskala-faciliteter med dynamisk Design of Experiment (DoE) opnås et unikt værktøj, hvor de vigtigste parametre for processen findes, og de optimale betingelser hurtigt kan bestemmes. Teknologisk Institut og Alexandra Institut har i et tidligere projektsamarbejde støttet af Industriens Fond udviklet og formidlet et dynamisk DoE-værktøj målrettet SMV'er, som vil blive tilpasset de avancerede karakteriseringsværktøjer. Der er et teknologi-gap for anvendelsen af dynamisk DoE på storskala og det at transformere data fra storskala til virkelige processer. Det er en ambition at ansøge om et større projekt med universiteter, virksomheder og GTS-institutter, der bruger den bagvedliggende optimeringskode til at lave hurtigere og smartere forsøgsrækker ved storskala. Slutmålet er at gøre en svær tilgængelige teknik klar til virksomhederne i form af en serviceydelse og et værktøj til optimering af produkter og processer ved brug af avancerede karakteriseringsmetoder.

A5.1 Vidensspredning og kapacitets- og kompetenceopbygning om dynamisk DoE og avanceret karakterisering i relation til produkter og processer til mindst 30 virksomheder (5-7 virksomheder hvert år).

A5.2 Udvikling og tilpasning af dynamisk DoE-værktøj til storskala faciliteter (demo afprøvet med virksomhed i 2027).

A5.3 Udvikling og afprøvning af ny serviceydelse på mindst 5 virksomheder, der viser værdiskabelsen for de deltagende virksomheder fra de først hører om storskala karakterisering og statistiske værktøjer til on-boarding, brug og implementering af læring og resultater (1 service med 2 virksomheder inden ultimo 2027 og yderligere 3 virksomheder inden ultimo 2028).

2. Relevans og potentiale

Med den forventede åbning af ESS for brugere i 2027 får dansk erhvervsliv i initiativets periode lokal adgang til en verdensførende neutronfacilitet, der kan give unikke udviklingsmuligheder. Den tidligere resultatkontrakt MA3 har – sammen med et stigende antal cases fra faciliteterne – dokumenteret et kæmpe potentiale for industriel anvendelse af n/x teknikker. Mange danske virksomheder har set mulighederne, men det er dog stadig kun enkelte brancher, der er begyndt at bruge teknikkerne mere rutinemæssigt. I den kommende indsatsperiode er fokus at nedbringe barriererne for industriel anvendelse ved at øge effektiviteten, lette adgangen og styrke tilliden til



resultaterne i en tæt dialog med virksomhederne fra de brancher, der har vist størst interesse og potentiale for værdiskabelse. Denne kortlægning ligger til grund for initiativets 5 hovedområder:

Den grønne energiomstilling (Aktivitet 1) og større fokus på energiuafhængighed medfører en grundlæggende ændring i hele vores energiinfrastruktur og implementering af mange nye teknologier. Området er derfor præget af en betragtelig FoU indsats samt implementering af nyudviklede teknologier der stadig ikke er fuldt modnede. Udviklingen foregår i høj grad hos leverandører af energiinfrastrukturer, der sammen med deres underleverandører er de primære målgrupper, imens installatører og operatører er sekundære målgrupper hvor fokus vil være på fejlanalyser. Gennem Horizon Europe projektet RITIFI og tidligere resultatkontrakter er der identificeret et enormt potentiale for betragtelige reduktioner af CAPEX og OPEX samt øget pålidelighed for nye energiinstallationer især indenfor PtX gennem anvendelse af avanceret karakterisering og især *operando* neutron målinger. Den grønne energibranche er et kæmpe og stærkt voksende marked. Danmark er godt placeret takket være vores status som foregangsland men større spillere ånder os i nakken og det er essentielt at vi bevarer den teknologiske konkurrencefordel vi har opbygget, samtidig med at teknologiske landvindinger også skal hjælpe med at sænke prisen på den grønne omstilling. Af samme årsag er området identificeret som det vigtigste nationale FoU indsatsområde blandt andet gennem Innovationsfonden hvor 2 af 4 Innomissioner beskæftiger sig med PtX og CCUS.

Enkelte demonstrationeksperimenter er foretaget gennem tidligere RK samt supplerende projekter og har bekræftet de enorme muligheder ved at muliggøre markante forbedringer af elektrolysecellers effektivitet.

En mere cirkulær materialeøkonomi (Aktivitet 2) er nødvendig for at sikre en forbedret global levestandard uden at overforbruge af verdens begrænsede ressourcer og prioriteres i Danmark blandt andet gennem en af 4 innomissions. Det betyder at en mere cyklisk værdikæde er blevet en vigtig konkurrenceparameter for virksomhederne og mange står over for betragtelige udfordringer med at ændre deres produkter så de lever op til fremtidens krav uden at gå på kompromis med kvaliteten. Dette kræver en dyb forståelse af bl.a. råmaterialer, slid og ophobning af urenheder og fejl gennem flere genbrugscykler. Avanceret karakterisering er stærke og underudnyttede værktøjer til at forstå netop dette men brugen er ekstremt begrænset i industrien. Teknologisk Institut er sammen med 40 storskala faciliteter ved at adressere dette gennem EU-projektet ReMade og har foretaget en række demonstrationeksperimenter.

Farma-, medico- og fødevarersektorerne (Aktivitet 3) er nogle af de absolut vigtigste i Danmark og står til sammen for 34% af værditilvæksten i dansk industri.¹ Fødevarersektoren indgår således også i en af 4 innomissions. Især farmasektoren er globalt set kendetegnet ved meget høje krav til konstant FoU imens dansk fødevarerindustri også har et højt fokus på teknologisk udvikling for at blive konkurrencedygtig og blive mere miljøvenlig. N/x teknikkerne bruges allerede til bestemmelse af proteinstrukturer i farmaindustrien men der er et kæmpe uforløst potentiale på tværs af brancherne i bedre dybdegående indsigt i produkternes og processernes mikroskopiske strukturer og opførsel,

¹ <https://www.dst.dk/da/Statistik/nyheder-analyser-publ/nyt/NytHtml?cid=39994>



hvilket understøttes af den positive tilbagemelding til initiativet på BedreInnovation.dk fra en bred vifte af farmavirksomheder.

- I lægemiddeludviklingen vil dette muliggøre hurtigere udvikling af stabile produktformuleringer, der øger medicins optag i kroppen og holdbarhed og forbedre kvalitetssikring.
- For fødevarerindustrien åbner det op for forbedringer i produktudviklingen gennem detaljeret forståelse af faktorer som råvarernes egenskaber og de færdige produkters mundfornemmelse, smag og ernæring, for eksempel i forbindelse med udvikling af nye plantebaserede fødevarer.
- Medical devices er ofte komplicerede systemer med mange komponenter, som skal spille sammen. Her kan avancerede *operando* karakteriseringsmetoder spille en afgørende rolle i at forstå samspil mellem forskellige materialer og komponenter.

Indenfor alle områder er der gennemført flere demonstrationsmålinger og de udviklede kommercielle services har set et begyndende salg, der demonstrerer områdets store potentiale, om end områderne endnu ikke er kommercielt bæredygtige.

Materialeforståelse (Aktivitet 4) har en vigtig rolle i alle initiativets aktiviteter fra nye materialer til en ny hydrogen baseret energisektor over lettere genanvendelige materialer til sikre materialer til medical devices. Aktiviteten har derfor stort potentiale til, gennem bedre anvendelse af materialer, at nedsætte ressourceforbrug, øge genanvendeligheden og levetiden af materialer, samt nedsætte forbruget af kritiske råmaterialer eller udfase uønskede materialer som eksempelvis PFAS. Dette er i tråd med EU's fokus på materialer i industrien og med indsatser, der sigter mod at gøre industriproduktionen mere bæredygtig. Et stort fokus blandt responderende virksomheder på BedreInnovation.dk er desuden reduceret stålforbrug gennem bedre forståelse af restspændinger, hvilket også vil være et vigtigt emne for denne aktivitet.

Det er afgørende for alle aktiviteterne beskrevet her, at den tid der til rådighed på storskala faciliteterne udnyttes bedst muligt til at besvare de relevante problemstillinger. Her vil dynamisk DoE (Aktivitet 5) der er tilpasset storskala faciliteterne gøre at tiden bliver udnyttet på en mere hensigtsmæssigt og give informationerne der giver mest værdi for de enkelte cases. Det er ved anvendelse af dynamisk DoE i produktionsmiljøer vist, at dette kan accelerere tiden for en procesoptimering og derved spare virksomhederne mange ressourcer (tid og mennesker). Initiativet vil også fremadrettet indgå i en tæt dialog med alle interessenter for konstant at tilpasse initiativet til ny viden og nye strømninger så relevansen for det danske erhvervsliv og samfund konstant maksimeres. Specifikke kanaler for denne dialog beskrives i afsnit 4 og 6.

3. Markedssvigt og konkurrencesituation

For langt de fleste virksomheder er analyser baseret på neutron- og synkrotron målinger så specialiseret, at det ikke er rentabelt for dem at opretholde det som en intern kompetence. Der findes i Danmark ikke kommercielle serviceudbydere (mediatorer) af n/x services fra storskala-faciliteter udenfor GTS-netværket. Dette skyldes at der stadig er betragtelige barrierer for at opnå kommercielt bæredygtige services i form af høj risiko, store startomkostninger og mangel på standardisering (se afsnit 5). Der findes dog rundt om i Europa 8-10 mindre virksomheder og RTO'er (fx RISE i Sverige), som tilbyder måleservices. Teknologisk Institut har sammen med disse etableret mediator-netværket MIXN (www.mixn.org), hvorved området kan følges på nærmeste hold. Storskala-faciliteterne er meget imødekommende overfor mediatorer, som har branchekendskabet til at



udvide eller lette industriens anvendelse af teknikkerne.

GTS-institutterne er i løbende kontakt med alle aktører på området i form af faciliteter, der udbyder målinger, universiteter, der udvikler nye måleteknikker, og virksomhederne, og kan derigennem monitorere konkurrencesituationen og løbende justere indsatsen for at undgå konkurrenceforvridning.

4. Vidensspredning og inddragelse i indsatsområdet

Vidensspredning spiller en central rolle i at gøre de udviklede services kommercielt bæredygtige og vil spille en stor rolle i projektet. En bred vifte af tilgange vil blive brugt. Erfaringsmæssigt har casestudier en stor værdi til både at inspirere virksomheder og reducere barrierer i form af risici og vil derfor blive benyttet bredt på tværs af aktiviteterne. Cases og nye services vil blive kommunikeret bredt ud via sociale medier, hjemmesider, deltagelse på faglige konferencer og workshops samt publikationer i en kombination af faglige- og videnskabelige tidsskrifter. Den brede kommunikation vil blive suppleret med målrettede én-til-én møder med relevante virksomheder og gennem ERFA-grupper, fx ved at opfordre industrielle kontakter der har haft positiv erfaring med teknikkerne til at dele dette i ERFA grupper de deltager i og tilbyde at støtte op om dette med relevant materiale, deltagelse i møder eller at arrangere ture til ESS/MAX IV for grupperne. Kommunikationskanalerne vil blive tilpasset de enkelte målgrupper så videnskabelige artikler primært benyttes i FoU tunge brancher som farma- og PtX industrien, imens fagblade fx benyttes i industrier som plastindustrien. Klynger, erhvervshuse og erhvervsorganisationer vil blive inddraget både i den brede kommunikation og til at identificere særligt relevante virksomheder. Denne indsats vil ske i tæt samarbejde med LINX-foreningen og Motorvej for Materialevidenskab projektet som udbreder viden om avanceret materialevidenskab til SMV'er gennem erhvervshuse og klynger og som gennem projektejeren LINX har tilkendegivet sin støtte ønske om det samme på BedreInnovation.dk.

Der nedsættes en følgegruppe med blanding af SMV'er og store virksomheder der til sammen dækker interesser i alle initiativets aktiviteter. Følgegruppen suppleres desuden med repræsentanter for klynger og erhvervsorganisationer, samt formanden for LINX. Der afholdes mindst to gange årligt møder med gruppen, hvor den giver sparring og input til arbejdets fremdrift og fremadrettede prioriteringer for at sikre, at de udviklede ydelser matcher virksomhedernes behov.

5. Nyhedsværdi og ambitionsniveau

Tidligere resultatkontrakter har bekræftet potentialet for n/x at kan skabe industriel impact og demonstreret værdi gennem mere end 50 pilotforløb. Indsatsen har dog også tydeliggjort tilstedeværelsen af barrierer, der skal nedbrydes for at kunne realisere indsatsområdets vision om en bred industriel anvendelse af n/x teknikkerne:

- De kræver dedikerede specialister som faciliteterne kun i meget begrænset omfang stiller til rådighed og som det er urealistisk for de fleste virksomheder at tilknytte på fuld tid. Dette vil blive løst ved i stedet at stille den nødvendige ekspertise til rådighed gennem GTS-netværket.
- De fleste virksomheder er ikke opmærksomme på de muligheder n/x målinger giver for produktudvikling og fejlanalyse. Dette vil blive imødegået gennem en bred



kommunikationsindsats fra GTS-netværket og samarbejdspartnere som LINX og erhvervsklyngerne.

- Mange n/x analyser er relativt dyre sammenlignet med andre analysemuligheder. Dette skyldes i nogen udstrækning prisen for at få adgang til forskningsfaciliteterne men også ofte behovet for skræddersyet avanceret dataanalyse og for dedikeret udstyr til fx *operando* målinger. Denne barriere vil blive reduceret ved at udvikle strømlinede services for de mest relevante analyser hvor tidsforbruget til både målinger og dataanalyse reduceres og udgiften til det nødvendige udstyr kan deles mellem flere virksomheder.
- Den manglende erfaring i industrien skaber en usikkerhed om værdien af målingerne, der sammen med prisen ofte udgør en uacceptabel risiko for virksomhedernes beslutningstagere. Ved at udvikle cases med fokus på den konkrete værdiskabelse vil denne risiko blive reduceret.
- Kvaliteten af faciliteternes produkt kan være svingende da deres medarbejdere primært vurderes på videnskabelige publikationer og derfor ikke altid prioriterer industrielle data. Problemet er især kritisk indenfor brancher hvor teknikkerne kan anvendes til kvalitetskontrol eller hvor der er høje krav til reproducerbarhed. Dette vil blive adresseret ved at udvikle standarder for målingerne og indgå faste samarbejdsaftaler med specifikke faciliteter og instrumenter.

Ambitionen for indsatsområdet i den kommende periode er at opbygge kapacitet til at kunne servicere danske virksomheder på kommercielle vilkår på de tekniske områder, hvor der er registreret et overlap mellem virksomhedernes behov (og betalingsvillighed) og de måletekniske muligheder på storskala faciliteter. På tværs af de fagtekniske områder vil der blive arbejdet med at nedbryde ovennævnte barrierer ved fx at styrke viden og kompetencer i GTS-nettet, effektivisere adgang og databehandling, udvikle værktøjer til kvalitetssikring og risikominimering og udføre en målrettet kommunikationsindsats sammen med relevante virksomheder.. Dette fokus på at nedbryde barriererne gennem standardiserede og validerede services ligger i tråd med tilbagemeldinger på BedreInnovation.dk fra en bred vifte af virksomhederne.

6. Kobling til forsknings- innovations- og erhvervsfremmesystemerne

Initiativet vil videreudvikle det stærke og unikke økosystem i Danmark mellem de teknologiske infrastrukturer drevet af GTS og forskningsinfrastrukturere. Tidligere resultatkontrakter har været afgørende for at bygge disse synergier i form af samarbejder mellem GTS-aktører og danske/udenlandske universiteter og faciliteter og opbygning af et tæt samarbejde mellem de 4 deltagende GTS-institutter. Især de fælles bestræbelser mellem Teknologisk Institut/FORCE og universiteterne gennem LINX-partnerskabet, Teknologisk Instituts deltagelse i ESS-fyrtårnene SOLID, SMART og Q-MAT og den etablerede dialog mellem de 4 InnoMissions og partnerskabskredsen bør fremhæves og stiller initiativet i en meget stærk position til at styrke økosystemet yderligere. Det foreslåede initiativ er tværgående og søger at udvikle avancerede karakteriseringsmetoder som kommer mange forskellige brancher til gavn. Derfor er det essentielt at indsatsen arbejder tæt sammen med mere branchespecifikke initiativer så en stærk synergi opnås ved at stille værktøjerne til rådighed for de udfordringer samarbejdspartnerne identificerer. Gennem hele aktiviteten vil der være fokus på at samarbejde på tværs, enten direkte eller gennem FoU projekter. Særligt lægges der vægt på at engagere ESS gennem FoU projekter for at sikre et tæt samarbejde og bedst mulig adgang til faciliteten når der åbnes for industriel adgang.



En lang række danske initiativer er identificeret og, i flere tilfælde, allerede engageret som samarbejdspartnere for indsatsen, herunder følgende forslag til GTS indsatsområder 2025-28 (relevant delaktivitet indsat i parentes): Power-to-x: fra grøn vision til global forretning (A1), Biosolutions – grønne løsninger til samfundets udfordringer (A3, A4), Teknologiudvikling, implementering og test af power-to-X og CCUS (A1), Industriel 3D-print og fremtidens fremstilling (A4), Nye lægemiddelkandidater – fremstilling og formulering (A3) Klar til kvant – styrkelse af danske virksomheders position i kvanteteknologiens værdikæder (A4) og BigScience.dk – innovation og forretning på Big Science-markedet (bedre samarbejde med faciliteterne), samt flere af de danske innovationsklynger, herunder Energy Cluster Denmark (A1), CLEAN - Danmarks Miljøteknologiklynge (A1, A2), Life Science Cluster Denmark (A3), MADE (A4), Food & Bio Cluster Denmark (A3) og CenSec (A2, A4). Endelig samarbejder partnerne også med de 4 inno-missions fra Innovationsfonden. I forbindelse med større projekter som andre resultatkontrakter vil dette initiativ udnytte de andre projekters viden om deres konkrete arbejdsområder, identificere og udnytte muligheder for at støtte samarbejdsprojektets arbejde via avanceret karakterisering, og dele resultaterne af arbejdet med samarbejdsprojekterne med henblik på at accelerere deres arbejde og udbrede viden om karakteriseringsmulighederne bredest muligt.

Initiativet vil desuden søge yderligere midler til at geare indsatsen hos en bred vifte af både nationale aktører som Innovationsfonden, Inno-missionerne og klyngerne, europæiske fonde og private fonde som NovoNordisk-fonden. Da initiativet arbejder på en styrket udnyttelse af internationale forskningsfaciliteter bl.a. gennem styrkelse af samarbejdet med faciliteterne og det europæiske netværk af mediatorer vil der være et stærkt fokus på internationale programmer som Horizon Europe. I perioden forventes mindst 30 F&U-projekter at blive initieret i synergi med fokusområdet. Indsatsen bliver allerede gearet i 2025 med følgende F&U-aktiviteter:

- ReMade-at-RI, Horizon Europe, 2022-26 – anvendelse af neutron/røntgen-teknikker til den cirkulære økonomi
- RITIFI, Horizon Europe, 2023-2025 – etablering af synergier og politikdokumenter omkring integration af tjenester fra teknologiske infrastrukturer og forskningsinfrastrukturer
- Zerosteel, Horizon Europe, 2024-2026 – Udvikling af CO₂ neutralt stål
- LC-H2, IFD, 2023-26 – *operando* neutronafbildning som værktøj til udvikling af elektrolyseceller
- HyFly, IFD 2024-27 – udvikling af energilagringsskomponenter
- Motorvej for Materialeviden, Industriens Fond, 2024-26 – formidling og realisering af materialekundskab for SMV'er.

Der forventes en samlet gearing på 2.5.

7. Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer

Området er tæt knyttet til alle partnernes strategiske prioriteringer:

- Big Science området er defineret som særskilt fokusområde i strategien for Teknologisk Institut, som leder indsatsområdet. Det skyldes især etableringen af ESS med Danmark som medvært, og de muligheder for erhvervsmæssig innovation, som det medfører. Skal de indfries er der behov for højt kvalificerede mediatorer med stærke forbindelser til både faciliteter, universiteterne og industrien, hvilket er en klassisk GTSopgave.



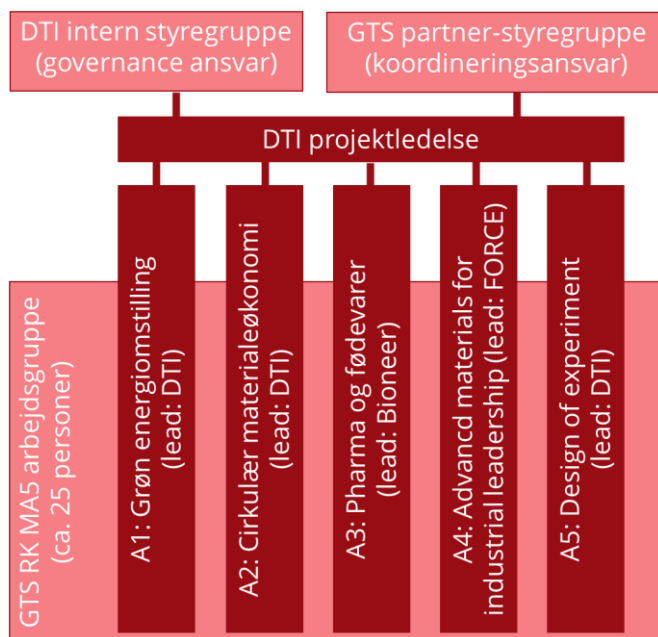
- For FORCE Technology har det stor betydning at kunne hjælpe store såvel som små virksomheder med afsæt i den nyeste teknologi inden for avanceret materialekarakterisering til test af produkter og komponenter. Med indsatsområdet udvider og supplerer vi Instituttets samlede testpakke inden for karakterisering, således at danske virksomheder kan få testet materialer med den mest optimale teknologi. Med forankring i afdelingen 'Materialetest og Analyse' vil projektets aktiviteter blive integreret i det daglige arbejde, og de avancerede teknikker vil blive anvendt i relation til kundernes behov i både forsknings- og udviklingsprojekter samt mere produktionsnært i form af for eksempel kvalitetskontrol af medical devices. Afdelingen har stor erfaring og stærke kompetencer indenfor avancerede materialer, der også vil være et af FORCEs fokusområder i projektet (aktivitet 4). Et andet hovedfokus vil være inden for grøn omstilling (aktivitet 1), hvor projektet bl.a. spiller sammen med FORCEs strategiske satsninger indenfor PtX området.
- Bioneer vil udnytte initiativets komplementaritet til indsatsområdet; "Nye lægemidler – fremstilling og formulering", hvorved dybdegående og avancerede analyser ved storskala-faciliteter, som neutron- og synkrotronrøntgen vil kunne give danske bioteknologiske virksomheder et helt nyt datagrundlag for udvælgelse af de bedste lægemiddelkandidater i forbindelse med fremstillingsudvikling.
- På Alexandra Instituttet spiller aktiviteterne ind i instituttets RK-indsatsområde om Robuste og bæredygtige digitale infrastrukturer, hvor Alexandra fokuserer på udviklingen af services, som skal gøre det lettere for virksomheder at arbejde med digitale infrastrukturer til behandling og analyse af store datamængder, herunder High Performance Computing (HPC) og på sigt kvantecomputing. Samtidigt spiller aktiviteterne ind i Alexandras strategiske fokus på energiområdet og grøn energiomstilling, både i RK-indsatsområde om Robuste og bæredygtige digitale infrastrukturer og også i Alexandras arbejde i Innomissions omkring CCUS og PtX. Alexandra og Teknologisk Institut tilbyder samtidigt sammen teknologiske services baseret på Design of Experiments og indsatsområdet Ma5 vil sigte mod at udvikle nye services inden for dette område til nye procesområder.

I Danmarks nærområde (Lund og Hamborg) er der yderligere tre storskala-røntgenfaciliteter i verdensklasse, og Danmark ligger således i et logistisk smørhul for at kunne udnytte dem industrielt. Området er valgt som strategisk fokus hos GTS-partnerne, der har erkendt det stærke potentiale for virksomhederne og vil arbejde for at indfri det ved at varetage rollen som bindeled mellem industrien og faciliteter/den akademiske verden. Der er både fra faciliteternes ledelse og politisk hold opbakning til at opbygge en servicesektor for danske virksomheder på området.

Partnerne har allerede engageret sig i en stribe strategiske aktiviteter:

- På Bioneer, Teknologisk Institut og FORCE Technology er der investeret i forskellige typer røntgenudstyr, der komplementerer neutron- og synkrotronteknikkerne. Aktiviteterne på området bidrager til at øge institutternes udbud af avancerede analyser og derudover til at løfte videnniveauet for de mere simple analyser. På udvalgte områder, fx inden for måling af restspændinger, har Teknologisk Institut opbygget en position som førende viden- og testinstitut i Nordeuropa.
- FORCE Technology og Teknologisk Institut har siden 2019 været medlemmer af LINX-foreningen og er repræsenteret i dens bestyrelse. Teknologisk Institut er desuden gået med i ESS-fyrtårnene SMART, SOLID og QMAT.
- N/x-anvendelser er tænkt ind i andre indsatsområder fra partnerne (se afsnit 6).

Organiseringen mellem de 4 involverede GTS er illustreret i figuren til højre. Indsatsområdet indgår i kvalitetssystemet på Teknologisk Institut og der nedsættes en intern styregruppe, som mødes 3 gange årligt. Parallelt etableres en GTS partner-styregruppe med projektleder, ansvarlig direktør på Teknologisk Institut og repræsentanter fra ledelseslaget fra FORCE, Alexandra Instituttet og Bioneer. Denne gruppe er allerede etableret og modellen testet i MA3. Projektledelsen hos Teknologisk Institut modtager rapportering om fremdrift fra de 5 definerede delaktiviteter og samler afrapportering ift.



de samlede KPI. Der er etableret en arbejdsgruppe på tværs af GTS på ca. 25 personer, som alle arbejder med området. Denne gruppe mødes online mindst 6 gange om året og fysisk mindst en gang om året – og der forventes 2 fælles ekskursioner i perioden, heraf 1 til ESS. Fokus er på at udveksle erfaringer, samarbejde om at skabe en stærkere stemme overfor faciliteterne og udvikle fælles løsninger til at nedbringe barrierer for teknikernes anvendelse på tværs mellem partnerne.

På europæisk plan har Teknologisk Institut placeret sig i front og har siden 2017 arbejdet for at definere en bæredygtig mediatorrolle mellem faciliteter og industri. Teknologisk Institut har desuden været initiativtager til at danne et europæisk netværk på området for at øge synligheden hos virksomhederne og forbedre adgangsforholdene til målinger på faciliteterne. I 2020 startede EU H2020-projektet ENRIITC med formålet at analysere og definere best-practices for storskala-faciliteternes vekselvirkning med industrien. Teknologisk Institut leder arbejdspakken, der skal udarbejde den europæiske strategi på området. I 2023 startede EU projektet RITIFI der skal kortlægge mulighederne for at forbedre samarbejdet mellem faciliteter, teknologiinfrastruktur (som GTS-netværket) og industrien. Teknologisk Institut er arbejdspakkeleder.

8. Konkrete aktiviteter i år 1

De konkrete aktiviteter i år 1 er nedenfor opført for hver enkelt af initiativets delaktiviteter:

A1	<ul style="list-style-type: none"> Plan for måleservice indenfor konvertering af industriprocesser drevet af fossilt brændstof til H₂. Direkte kommunikation med mindst 15 virksomheder om mulighederne for avanceret karakterisering af PtX processer.
A2	<ul style="list-style-type: none"> Studie af mulighederne for at sortere affald med n/x teknikker Direkte kommunikation med mindst 15 virksomheder om mulighederne for avanceret karakterisering af genbrugsplast.
A3	<ul style="list-style-type: none"> Etablering af case, der viser reproducerbarheden af målinger over tid



	<ul style="list-style-type: none">• Kortlægning af AI og ML dataanalyseværktøjer tilgængelige for de forskellige teknikker• Påbegynde udvikling af service til scanning af komplekse medicinske apparater. Herunder foretage de første demonstrationsmålinger.
A4	<ul style="list-style-type: none">• Påbegynde udvikling af teknologisk service til scanning af kompositmaterialer. Herunder foretage de første demonstrationsmålinger.• Modning af teknologisk service til scanning af restspændinger i metaller• Modning af teknologisk service til kvalitetskontrol af 3D-printede metalemner
A5	<ul style="list-style-type: none">• Tilpasning af dynamisk DoE-værktøj til avanceret karakterisering – dette inkluderer også fokus på den nødvendige onboarding der skal til for lykkes med statistiske metoder.• Videreudvikling af brugervenligt interface til DoE-værktøj til brug på synkrotroner.• Afholdelse af workshop vedr. synergien ved at bruge DoE og avancerede karakteriseringsmetoder