



Titel: Avanceret karakterisering af produkter og processer på storskalafaciliteter

1. Kort introduktion

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. Indsatsområdet skal gøre målinger og analyser på storskala-faciliteter velkendte og lettere anvendelige for virksomheder ved at strømline og 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 ibrugtagen af European Spallation Source (ESS) planlagt til 2027. Gennem indsatsområderne "Industriell mediator til neutron- og røntgenanalyser på Big Science faciliteter" 2019-20 og "Neutron- og synkrotronanalyser af industrielle produkter og processer" 2021-24 har partnerkredsen opbygget et betydeligt kendskab til målgruppen og anvendt storskala-faciliteter til at løse opgaver for over 50 danske virksomheder. Dette arbejde skal nu færdigudvikles til økonomisk bæredygtige kommercielle services ved slutningen af indsatsen og til en styrket indsats for at samle virksomheder, universiteter og faciliteter i Danmark og udlandet i fælles innovationssamarbejder. En yderligere konkurrencefordel vil opnås ved at standardisere udvalgte avancerede teknikker til et niveau, hvor de kan anvendes i forbindelse med produktionen til fx kvalitetskontrol og havarianalyser.

2. Markeds- og samfundsbehov

Målgruppen af virksomheder kommer primært fra fremstillingssektoren, der typisk kan bruge teknikkerne til produktudvikling og validering/kvalitetskontrol af nye materialer, produkter og processer. Teknikkerne har vist sig relevante for både store virksomheder og SMV'er, der oftere har behov for GTS-støtte til at gennemfører målingerne. Gennem arbejdet i de tidligere indsatsområder har partnerkredsen været i dialog med mere end 300 virksomheder og afdækket storskala-faciliteternes muligheder for at løse industrielle problemstillinger.

Det hidtidige arbejde har også afdækket den markedsfejl, at den påkrævede indsats og relativt store risiko for virksomhederne står som en barriere for en bredere anvendelse af de avancerede teknikker. For at nyttiggøre anvendelsen af de nye værktøjer er der brug for sparring med fageksperter og gennemførelse af feasibility-studier for at reducere risiko.

Indsatsen vil i første omgang koncentrere sig om en stribe markeder, hvor partnerkredsen har observeret den største potentielle industrielle værditilvækst ved at bruge synkrotroner og neutronkilder:

- Grøn energi, herunder vindmølleindustrien og power-to-X (PtX)
- Pharma/medico og medical devices, samt fødevareresektoren
- Cirkulær materialeøkonomi, herunder plastindustrien

De definerede delaktiviteter afspejler dels disse markedsområder, dels tværgående aktiviteter om:

- Avancerede materialer
- Design of Experiment (DoE)

med det formål at understøtte og udbygge markedssektorindsatserne (se figuren).

De største barrierer for industriel anvendelse er fraværet af validerede målemetoder, komplekse adgangsforhold og den påkrævede manuelle databehandling. For flere målemetoder overstiger udgifter og risiko den potentielle værdigevinst, og der er behov for at gøre analyserne og anvendelsen af dem lettere og mere omkostningseffektiv, samt behov for at mindske risikoen ved at udvikle validerede services.



3. Ny teknologisk serviceydelse, kompetence og teknologi

Det kommende indsatsområde vil bygge ovenpå den hidtidige indsats og sætte fokus på at adressere barriererne omkring adgang og fortrolighed samt tune nye services og forretningsmodeller til de indsamlede behov fra markedet. Dette skal realiseres ved fx at:

- etablere samarbejdsaftaler med udvalgte faciliteter, udvikle mere målrettede "high-throughput" og semi-standardiserede services
- integrere services baseret på neutron- og synkrotronfaciliteter i GTS serviceudbuddet og demonstrere disse gennem publicerede cases, der viser værdiskabelsen
- målrette aktiviteter mod anvendelser af ESS gennem etablering af projektsamarbejder og industrifokusgrupper
- styrke samarbejdet med universiteterne og dermed skabe en fødekanal for konvertering af nyudviklede målemetoder til industrielle services
- fortsætte en aktiv og opsøgende kommunikationsindsats især rettet mod SMV

Den hidtidige indsats på området har haft stor succes med at tiltrække FoU-midler fra mere end 30 projekter, som enten kobles direkte med indsatsen gennem medfinansiering, eller som opererer med synergi mellem projekterne og fx fører til udgivelse af artikler eller afholdelse af industrirettede events. Denne gearing forventes styrket i 2025-28, hvilket sikrer en solid aktivitetsbase for indsatsen.

Der er gennem tidligere indsatser opbygget et tæt samarbejde på tværs af GTS inden for indsatsområdet. De 4 involverede GTS ønsker at fortsætte og videreudvikle samarbejdet og udveksle best practices omkring implementering af nye GTS-services.

4. Centrale aktiviteter

Der planlægges 5 centrale aktiviteter, hvor de første 4 sigter på at reducere både risikoen og omkostningerne. DoE-aktiviteten sigter på at reducere omkostningerne via optimerede måleforløb, hvorigennem udgifter til indkøbet af måletid kan begrænses.



Aktivitet 1: Nye værktøjer til den grønne energiomstilling

Synkrotron- og neutron-teknikkernes evne til at se igennem materialer *in operando* har gjort dem til et potentielt stærkt værktøj til udvikling af grønne energisystemer. I tidligere indsats er dette demonstreret gennem verdensførende optimering af elektrolyseceller i tæt samarbejde med en dansk virksomhed. Projektet vil udnytte og udbygge dette ved at udvikle og udbrede industrielle services til fx PtX- og vindmølleindustrien.

Aktivitet 2: Materialer til den cirkulære økonomi

Effektivisering af adgangen til avancerede måleteknikker til at hjælpe med den cirkulære materialeøkonomi ved fx at etablere high-throughput-systemer og databehandlingsrutiner ifm. beamlines til screening af materialer og urenheder til fx genbrugsplast og tekstilfibre. Sidste indsatsområde har sikret en ledende position i EU inden for industriel anvendelse af storskala faciliteter til udvikling af cirkulære produkter gennem supplerende Horizon Europe (HE) finansiering, som projektet vil bygge videre på.



Aktivitet 3: Pharma, fødevarer og medical devices

Indsatsen med at anvende avancerede karakteriseringsteknikker er i gang med at revolutionere både medico-, pharma- og fødevarerindustrien ved at tilbyde dybdegående indsigt i produkternes og processernes mikroskopiske strukturer og opførsel. I lægemiddeludviklingen vil dette muliggøre hurtigere udvikling af stabile produktformuleringer og forbedre kvalitetssikring. For fødevarerindustrien åbner det op for forbedringer i produktudviklingen gennem detaljeret forståelse af faktorer som mundfornemmelse, smag og ernæring. 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.

Aktivitet 4: Advanced materials for industrial leadership

Den nye materialedagsorden i EU kalder på styrkelse af karakteriseringsværktøjerne for at kunne validere og udvikle materialemodelleringsværktøjer. Det gælder både statisk og dynamisk karakterisering, der skal føre til bedre levetidsestimering og mere effektiv udnyttelse af materialer. Partnerne vil engagere danske virksomheder og udenlandske videntcentre på særligt vigtige materialeområder, fx skræddersyede metaller til ekstreme miljøer, højt-ydende kompositter samt kvalitetssikring af nye produktionsmetoder som additive manufacturing og selvreparerende coatings.

Aktivitet 5: Dynamisk "Design of Experiment"

De nye 4. generationssynkrotroner og ESS har en meget høj intensitet og kan derved udføre mange serielle eksperimenter på relativt kort tid, hvilket kan optimere et produkt eller kemisk/fysiske processer, som ellers ville tage flere måneder eller år. Ved at koble med dynamisk DoE opnås et unikt værktøj, hvor de vigtigste parametre for processen findes, og de optimale betingelser hurtigt vil kunne bestemmes. Teknologisk Institut og Alexandra Instituttet har i et projektsamarbejde støttet af Industriens Fond udarbejdet og udbredt et SMV-rettet dynamisk DoE-værktøj, som vil blive tilpasset de avancerede karakteriseringsværktøjer.

5. Mulige samarbejdspartnere

Der er i færd med at blive opbygget et stærkt og unikt økosystem i Danmark mellem de teknologiske infrastrukturer drevet af GTS og forskningsinfrastrukturer, som har akademisk forskningsexcellence som formål, men hvis services med den rette tilpasning kan gøres tilgængelig for virksomheder.

Tidligere indsatsområder har været instrumentelle i at opbygge disse synergier i form af samarbejder mellem GTS-aktørerne og danske/udenlandske universiteter og faciliteter. Her skal især fremhæves den fælles indsats mellem Teknologisk Institut/FORCE og universiteterne gennem LINX-partnerskabet, Teknologisk Instituts deltagelse i ESS fyrtårnene SOLID, SMART og Q-MAT og dialogen etableret mellem de 4 InnoMissions og partnerkredsen.

Indsatsen geares allerede i 2025 med følgende FoU-aktiviteter:

- ReMade, HE, 2022-26 – anvendelse af n/x teknikker til den cirkulære økonomi
- LC-H2, Innovationsfonden (IFD), 2024-27 – implementering af neutron imaging som elektrolysecelle udviklingsværktøj
- HyFly, IFD 2024-27 – brug af synkrotrontechnik til udvikling af energilagingskomponenter
- RITIFI, HE, 2023-2025 – etablering af synergier og policy dokumenter om integrationen af services fra teknologiske infrastrukturer og forskningsinfrastrukturer

Motorvej for Materialeviden, Industriens Fond, 2024-2026 – formidling og realisering af materialeviden for SMV. I løbet af perioden forventes mindst 30 FoU-projekter at blive startet i synergi med indsatsområdet.