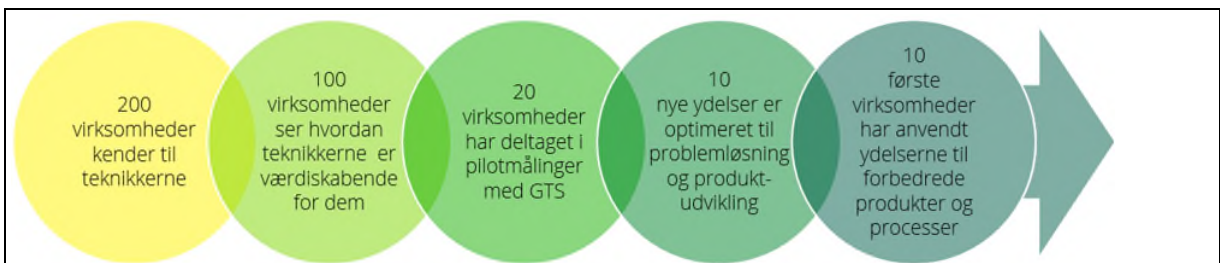


A. Skema til ansøgning om resultatkontraktmidler

Indsatsområde (titel):	Neutron- og synkrotronanalyser af industrielle produkter og processer	Evt. nr.:	MA3
Indsatsområde kort (resumé) Resumeet vil også blive brugt ved offentliggørelsen af forslaget på bedreinnovation.dk			
<p>Danske virksomheder har brug for adgang til de bedst mulige analyseteknikker for at holde sig i front med udvikling af innovative, bæredygtige og konkurrencedygtige produkter. Dette gælder ikke mindst i disse år, hvor særlige tiltag er nødvendige for at nedbringe CO₂-udledning og optimere genanvendelse af materialer. På internationale storskalafaciliteter anvendes neutroner og synkrotronrøntgen til at undersøge materialer helt ned på molekylær skala og til 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.</p> <p>Gennem denne indsats er målet, at danske virksomheder skal have let og effektiv adgang til de avancerede, og ofte akademisk orienterede, neutron- og synkrotronfaciliteter, som fx European Spallation Source, ESS, der er under opbygning i Lund. Målgruppen dækker over både små og større produktionsvirksomheder, typisk inden for Science & Engineering, der er aktive i flere af de danske styrkepositioner/teknologiområder såsom vindteknologi, fødevareteknologi, bioteknologi, farmaceutisk teknologi og avancerede materialer¹. De fleste virksomheder har ikke selv ekspertisen til at anvende storskalafaciliteterne. GTS indgår derfor som teknisk bindeled, en såkaldt mediator, der kan opsætte og udføre målingerne på faciliteterne, foretage dataanalyse og omsætte det til brugbar viden for virksomhederne. Democases gennemført i en tidligere resultatkontrakt har vist potentialet for værdiskabelse, og kompetenceopbygning hos GTS har lagt grundlaget for, at der nu kan udvikles og implementeres effektive ydelser rettet mod konkret problemløsning og produktudvikling. Indsatsen vil fokusere på felter, hvor der ses et særligt potentiale for anvendelse af analyseteknikkerne, såsom processering og nedbrydning af plast og kompositter, optimering af komponenter til energilagring og -konvertering, kvalitetssikring af elektroniske produkter, processering og fraktur af metal, formulering af lægemidler, holdbarhed og tekstur i fødevarer og udvikling af funktionelle overflader.</p>			
1) Målsætninger, aktiviteter og indikatorer			
<p>Visionen for indsatsområdet er at gøre neutron- og synkrotronanalyser mere velkendte og lettere anvendelige for både små og store virksomheder ved at styrke GTS-nettets udbud af ydelser. Dette skal bidrage til at skabe det teknologiske forspring, der er afgørende for danske virksomheders fortsatte konkurrencedygtighed. Med røntgen- eller neutronanalyser på internationale storskalafaciliteter kan man undersøge materialer eller hele komponenter og få detaljeret information om struktur og opbygning, som ikke er synlig med andre teknikker. Man kan fx følge opfyldningsprocessen af brændselsceller i realtid for at kunne optimere deres funktion eller identificere urenheder i genbrugsplast, som ellers ville give fejl i nye produkter. Med afsæt i den tidligere resultatkontrakt 2019-20 (Industriel mediator til neutron- og røntgenanalyser på Big Science faciliteter) har GTS opbygget kompetence og erfaring inden for området. Der er blandt andet gennemført en række målinger sammen med virksomheder fra fødevarer-, vindmølle- og katalyseindustrien m.fl., der demonstrerer den konkrete værdiskabelse. De er publiceret som cases til inspiration for andre virksomheder². I det kommende indsatsområde skal disse cases færdigudvikles til nye teknologiske serviceydelser baseret på input fra målgruppen og afprøves på pilotskala.</p> <p>Den tilstræbte effekt er, at danske virksomheder kan holde sig i front i den globale konkurrence ved at sende nye eller forbedrede produkter på markedet, baseret på bedre forståelse af materialer og processer, og nedsætte time-to-market i produktudviklingen ved at skære ned på langvarige testforløb. Som figuren nedenfor viser, er det målet, at 200 virksomheder skal være bekendte med de nye analyseteknikker, at 10 nye ydelser udvikles og markedsføres, og at de første 10 virksomheder har brugt teknikkerne til at skabe værdi.</p>			

¹ *Verdens førende tech-regioner. Danmarks styrkepositioner i et globalt perspektiv*, Akademiet for Tekniske Videnskaber, Aug 2020, <https://atv.dk/udgivelser-viden/verdens-foerende-tech-regioner-danmarks-styrkepositioner-globalt-perspektiv>

² <https://www.teknologisk.dk/38555.9>



Der vil blive gennemført aktiviteter inden for fire hovedområder, alle rettet mod at nedsætte usikkerheden for virksomhederne og gøre værdiskabelsen mere tydelig og dermed sænke barrieren for industriel udnyttelse af neutron- og synkrotrontechnikker. I aktivitetsområde 1 skal kendskab og tillid til teknikkerne styrkes og et kundegrundlag opbygges gennem kommunikation og sparring med målgruppevirksomhederne.

Aktivitetsområde 1 bidrager til og bygger på erfaringer fra aktivitetsområderne 2-4, hvor metoder og ydelser udvikles, og de kører derfor parallelt.



1. Styrkelse af kendskab og tillid til neutron- og synkrotrontechnikker (videnspredning):

Gennem tidligere indsatser er ca. 100 virksomheder blevet introduceret til teknikkerne, og størstedelen har udtrykt interesse i at blive i stand til at udnytte de nye muligheder. Omsætning fra teknik til værdiskabelse er et omdrejningspunkt i sparringen med målgruppevirksomhederne, blandt andet gennem samarbejde med følgegrupper inden for forskellige problemløsningsorienterede felter (se afsnit 2 og 4). Outreach-aktiviteter koordineres med industriportalen LINX³, og dette samarbejde skal i 2021 formaliseres rettet mod en samlet model for fremtidens industriportal. Democases for anvendelser af teknikkerne fra aktivitetsområde 2-3 udvikles og publiceres. Kommunikation med virksomhederne vil foregå gennem fx kundemøder, brancherettede møder og webinarer, der vil køre løbende gennem indsatsperioden.

- Slutmål: Udbredt kendskab i målgruppen til ydelserne og deres konkrete værdiskabelse
- Indikatorer: Udarbejdelse af materiale (artikler, opslag, videoer), der tydeliggør værdiskabelse af de enkelte ydelser for målgruppen. Der forventes afholdt 300 møder med virksomheder, 60 indlæg på branchemøder, seminarer, tidsskrifter m.m., 20 offentligt præsenterede cases på værdiskabende målinger og 50.000 views af videoer og andet kommunikationsmateriale.

2. Ydelsesudvikling (udvikling/standardisering):

Nye ydelser rettet mod konkrete og udbredte problemstillinger skal udvikles. Fx stabilitet af lægemidler eller fødevarer, spændinger i metaller, lokalisering af skjulte revner samt udvikling af nye overflader og katalysatorer. Ydelser med et særligt potentiale vil blive identificeret inden for en række felter (se afsnit 2). State-of-the-art målemetoder vil løbende blive vurderet ift. industrirelevans i samarbejde med universiteter. For hver ny ydelse etableres samarbejde med virksomheder fra målgruppen, der deltager i pilotmålinger og sparring. Ydelserne udvikles gennem forløb på ca. 6-12 måneder og involverer udformning af måleprotokoller, udførelse af målinger, analyse af data og afrapportering af resultater til kunden. Der vil desuden blive udviklet modeller for hurtig og omkostningseffektiv adgang til faciliteterne, som vil gøre teknikkerne lettere tilgængelige for en større gruppe af virksomheder især SMV'er.

- Slutmål: Hurtigere, billigere, reproducérbare målinger for virksomheder.

³ <https://www.linxassociation.com/>

- Indikatorer: 20 pilotmålinger med virksomheder. 10 måleprotokoller for udvalgte teknikker. Udførelse af mindst 10 kundeopgaver.

3. Etablering af måleopsætninger (udvikling):

For at målinger med neutron- og synkrotrontechnikker skal være så virkelighedsnære som muligt, skal de kunne foretages under forhold, der svarer til dem, der gælder i produktionen og i anvendelsen af produkterne. Det kan fx være målinger på væsker i bevægelse som fx biobrændstof i en motor eller lægemidler og vacciner under injektion. Måleopsætninger af særlig relevans vil blive identificeret og potentialet afsøgt gennem dialog med virksomheder i målgruppen. For hver måleopsætning indgås samarbejde med én eller flere virksomheder samt med storskalafaciliteter, hvor opsætningen kan installeres. De indgår i arbejdet med design, opbygning og demonstration af måleopsætningen, hvilket forventes at vare 18-24 måneder for hver opstilling. I flere tilfælde vil aktiviteten blive søgt gearret med eksterne FoU-bevillinger.

- Slutmål: Etablering af måleopstillinger til industrielt relevante tests med stor efterspørgsel.
- Indikatorer: Råliste med mulige forsøgsopstillinger og evaluering af markedspotentialet. Design af 4 forsøgsopstillinger, inkl. opsætning på faciliteter og afprøvning på 4 virksomhedsemner.

4. Integration af nye ydelser i den teknologiske GTS-infrastruktur (udvikling):

Neutron- og synkrotrontechnikkerne skal ikke stå alene som en egen metode, men integreres i GTS-laboratorier, hvor der udføres komplementære målinger. På denne måde indlejres de med eksisterende og mere velkendte ydelser som fx CT-scanning, LOM, SEM/EDX/EBSD, spektroskopi, styrkemålinger, askeanalyser og reologi. For en række teknikker vil der blive foretaget en kortlægning af komplementariteten samt udført benchmark målinger. I visse tilfælde vil der blive udviklet software til integration af teknikkerne og kombineret dataanalyse. Komplementariteten og merværdien ved neutron- og synkrotrontechnikker vil blive præsenteret i kommunikationsmateriale og på hjemmesider, så de kan indgå som en naturlig del af den typiske GTS-problemløsning.

- Slutmål: Virksomheder anvender GTS-ydelserne inden for de avancerede teknikker som en integreret del af værktøjskassen til den generelle problemløsning.
- Indikatorer: Benchmarking af 8 neutron- og synkrotrontechnikker mod mere bredt anvendte teknikker ved sammenlignende målinger. Promovering af teknikkerne på 10 kunderettede hjemmesider og i præsentationer i sammenhæng med komplementære ydelser. Inddragelse af teknikkerne i mindst 45 kundeopgaver inden for indsatsperioden.

Da arbejdet bygger ovenpå resultater og erfaring fra tidligere indsatser, kan aktiviteter inden for alle aktivitetsområder sættes i gang umiddelbart og parallelt. Indikatorerne indsamles årligt fra hvert område og på de overordnede mål som pejling for indsatsområdet fremdrift og relevans. Ved den årlige evalueringer vil udvidelse eller indsnævring af aktivitetsområderne blive diskuteret med afsæt i indikatorerne.

2) Indsatsens relevans og potentiale

Målgruppen for indsatsen er den danske Science & Engineering-industri, der i 2018 blev estimeret til at tælle 2.297 virksomheder, og som står for 40 % af den danske eksport⁴. Den globale konkurrence betyder, at disse udviser stor interesse og engagement i at få adgang til de nyeste teknikker og analysemetoder, der kan bidrage med værdifuld forståelse af materialer og processer, så de kan optimere funktion, pris eller bæredygtighed af deres produkter. Neutron- og synkrotrontechnikker kan bidrage med en række unikke analyser, og globalt er en lang række initiativer sat i gang rettet mod øget industriel udnyttelse: I England har neutronfaciliteten ISIS stor succes med at udbyde målinger af fx struktur og restspændinger i metalkomponenter og har opbygget et dedikeret industrielt instrument til netop dette formål. I Japan findes der på synkrotronen SPring-8 også dedikerede industrielle målestationer, hvoraf én er fuldt drevet af Toyota. Her har efterspørgslen været så stor, at der nu bygges en ny synkrotronfacilitet helt dedikeret til industrielle

⁴ DANMARK som Science & Engineering-region, Akademiet for Tekniske Videnskaber, April 2018, https://atv.dk/sites/atv.dk/files/media/document/Rapport_ATV_Danmark_som_Science_og_Engineering-region_web_opslag_2_oplag.pdf

målinger. Dansk (og europæisk) industri risikerer at miste teknologiske fordele, hvis ikke virksomhederne tilbydes samme muligheder som deres konkurrenter på det globale marked, og her udgør European Spallation Source, ESS, og storskala-røntgenfaciliteterne i Lund og Hamborg en unik mulighed for danske virksomheder.

Her i Danmark har GTS gennem resultatkontrakter i 2016-20 opbygget et bredt kendskab til virksomhedernes interesse, ønsker og behov på området. En analyse blandt ca. 100 virksomheder i målgruppen har vist, at 2/3 er interesserede i at blive direkte involveret i aktiviteter på området. GTS-partnerne har gennemført en serie af 10 virksomhedscases, som har demonstreret den potentielle værdiskabelse ved at anvende teknikkerne, og som har været med til at udstikke kursen for det nye indsatsområde. Nu skal udviklingsarbejdet målrettes mod specifik problemløsning og udvikling af innovative og bæredygtige produkter, hvor de kan gøres til konkrete, værdiskabende ydelser, som er effektive og let-anvendelige for virksomhederne. Indsatsområdet understøtter dermed direkte den danske ESS-strategi der angiver at teknikkerne skal understøtte den grønne omstilling, og at der skal bruges en mediator, der kan *"facilitere, at der inddrages et bredt udvalg af teknikker og kompetencer for at få løst et konkret problem."*⁵. Ligeledes i tråd med strategien har GTS en ambition om sammen med de danske ESS fyrtårne og aktører på neutron- og synkrotronområdet, herunder LINX, at etablere og drive en fælles dansk industriportal, der kobler til både GTS-services og erhvervsrettet forskning og uddannelse (fx erhvervs-phd'er). Virksomhederne selv ser stort potentiale for lettere adgang til teknikkerne, som det ses i kommentarerne til indsatsområdet på bedreinnovation.dk:

"Adgang til avancerede karakteriseringsteknologier er et vigtigt bidrag til at udnytte muligheden i at udvikle og optimere produkter. Især at kunne få ekspertbistand er kritisk, for at gøre det lettere tilgængeligt at udnytte mulighederne ved de moderne avancerede karakteriseringsmetoder i produktionsvirksomheder." (Cluster lead, Vestas)

"Super spændende muligheder med det her projekt. Materialeudvikling bliver et kritisk område for den fremtidige udvikling af nye bedre og mere bæredygtige produkter. Så at give innovative virksomheder - små som store - bedre adgang til de avancerede analysemetoder og værktøjer brugt af forskere vil i høj grad hjælpe til at accelerere den udvikling." (CEO, Radisurf)

"Indenfor den farmaceutiske industri er der mange interessante anvendelsesmuligheder for neutron- og røntgenteknikker. Strukturbestemmelse af de forskellige receptorer er fx meget essentielt i designet af nye lægemidler. ... Det er derfor med stor interesse at jeg læser denne beskrivelse og ser det som en spændende mulighed for at styrke den danske farmaceutiske udvikling." (Principal Scientist, LEO Pharma A/S)

Baseret på input fra målgruppevirksomhederne samt erfaringer og virksomhedscases fra sidste resultatkontraktperiode, ses der en række felter, hvor indsatsen vurderes at have et stort potentiale:

1. Udviklingen af mere bæredygtige plastmaterialer og kompositter er af høj prioritet i disse år. Det gælder fx materialer, der er biobaserede, bionedbrydelige eller kan genbruges. Her kan teknikkerne bidrage til validering og karakterisering af ressourcestrømme, fx til at få indblik i kemiske nedbrydningsprocesser eller til bestemmelse af små mængder forurening i genbrugsplast som vist i et tidligere casestudie. De giver også nye muligheder for, på et oplyst grundlag, at optimere fabrikationsprocesser på et tidspunkt, hvor mange producenter skifter fra kendte fossile plasttyper til nye mere miljørigtige typer.
2. Inden for energilagring og -konvertering giver teknikkerne nye muligheder for performance- og produktionsoptimering. Gennemlysning af komponenter som batteripakker og elektrolyseceller kan give svar på hidtil skjulte problemer og dermed bidrage til en optimeret produktion og fejlfinding. Teknikkerne kan også benyttes til udvikling af materialer gennem undersøgelse af deres porøsitet, sammensætning og overfladetilstand ned på mikro- og nanoniveau, som er afgørende for deres stabilitet

⁵ ESS som drivkraft for fremtidens vækst – Strategi for den danske ESS-indsats 2.0, Uddannelses- og Forskningsministeriet, Juni 2020, <https://ufm.dk/publikationer/2020/ess-som-drivkraft-for-fremtidens-vaekst-strategi-for-den-danske-ess-indsats-2.0>

og katalytiske aktivitet. Tidligere virksomhedssamarbejder inden for feltet har bidraget til udvikling af bedre produkter, og dette arbejde vil fortsætte hen mod mere standardiserede ydelser.

3. Elektronikindustrien er et felt, der kan drage god nytte af tomografi ved storskalafaciliteter kombineret med specialudviklet software og micro-CT-scanninger. Analyserne kan øge tilliden til kvaliteten af elektroniske produkter fx ved inspektion af vigtige komponenter og lokalisering af forkert placerede såkaldte 'hidden connection'-enheder. Inden for printet digital elektronik udvikles der også i øjeblikket millimeter tykke solid state-batterier med fokus på forbedring af bl.a. batterilevetid og energitæthed. Her kan synkrotron-tomografi tilbyde højere opløsning på billeder af de små komponenter sammenlignet med konventionelle CT-scannere samt mulighed for karakterisering af hele batterier.
4. I metalkonstruktioner inden for fx vindindustrien, produktionslinjer eller den maritime sektor er den strukturelle integritet essentiel, især når komponenterne udsættes for cykliske belastninger. Her kan teknikkerne anvendes til både kvalitetskontrol og nøjagtige undersøgelser af materialebrud fx i forbindelse med havarier eller komponentfejl. Analyse og lokalisering af brud, defekter og restspændinger vil styrke forståelsen af skader, som ellers må vurderes udelukkende på baggrund af erfaring og udelukkelsesmetoder - og i flere tilfælde løses med overdimensionerede komponenter og dermed materialespild. Inden for restspændinger etableres et "stress measurement showroom" på Teknologisk Institut, og der er initieret et standardiseringsarbejde i regi af EU H2020 projektet EASI-STRESS 2021-23 (koordineret af Teknologisk Institut).
5. I forbindelse med lægemiddeludvikling er det vigtigt for virksomhederne at forstå hvordan lægemidler opfører sig, under både opbevaring og i kroppen. Fx har terapeutiske peptider en tendens til at aggregere, hvilket vil ødelægge deres effekt, men også kunne være skadeligt for patienten. Forudgående arbejde har vist, hvordan teknikkerne kan bruges til at undersøge mekanismen bag denne aggregering samt hvordan den kan afhjælpes. Dermed kan de komplementere de mere konventionelle teknikker og der findes et stort potentiale for at udvikle en service, der kan bidrage til hurtigere udvikling af stabile produktformuleringer. Desuden vil teknikkerne kunne bidrage til udviklingen af avanceret medicinsk udstyr ift. kvalitetssikring samt designoptimering.
6. I fødevarerindustrien er den detaljerede struktur af produkterne vigtig for både mundfornemmelse, smag og ernæring. Her kan neutron- og synkrotronteknikker bidrage med ikke-invasive målinger, sådan som det er illustreret af et virksomhedssamarbejde, hvor det blev undersøgt hvorledes maskinæltning og gæringsprocesser påvirker strukturen af brøddej helt ned på det mikroskopiske plan. Derfor vil ydelser rettet mod fødevarerbranchen være i fokus i denne indsats, til gavn for den højteknologiske produktudvikling, der foregår inden for dette område.
7. Overfladebehandling og funktionelle overflader er kostbare og vigtige værktøjer for mange industrier, hvor det både beskytter og giver funktion til udstyr og produkter. Storskalafaciliteterne kan bruges til at opnå bedre forståelse af vedhæftning og grænseovergange mellem materialer, komplekse materialekombinationer, delaminering og holdbarhed, alt sammen parametre, der er værdifulde for forståelsen dels af eksisterende produkter og eventuelle fejl i disse, dels i høj grad også for udviklingen af nye produkter.

Nye muligheder samt virksomhedernes efterspørgsel vil løbende blive evalueret, og baseret på dette vil felter og de associerede aktiviteter blive lukket ned eller nye igangsat.

3) Markedssvigt og konkurrencesituation

Kun få virksomheder bruger i dag neutron- og synkrotronteknikker. Dels mangler mange fuld klarhed over, hvordan teknikkerne kan bidrage, og dels er teknikkerne ikke tilgængelige som serviceydelser på markedet. Udbud af kommercielle ydelser vil i sig selv skabe en større klarhed over anvendelserne af teknikkerne og vil dermed kunne øge efterspørgslen synergetisk. For at potentialet for industriel udnyttelse af fx ESS realiseres, er det derfor påkrævet, at ydelserne udvikles og udbydes på markedet. Dette kræver specialiseret teknisk viden, et tæt samarbejde med faciliteter og indgående kendskab til virksomhedernes problemstillinger. Der findes i Danmark ingen kommercielle udbydere uden for GTS-systemet. De højt specialiserede medarbejdere

på storskalafaciliteterne assisterer gerne med kommercielle målinger, men deres hovedfokus ligger i forskningsverdenen, og de har oftest ikke tilstrækkelige ressourcer til at hjælpe med dataanalyse og har desuden kun begrænset forståelse for industriel tankegang og prioriteter.

GTS-institutterne står i en unik position til at kunne udbrede den industrielle udnyttelse af analyseteknikker med neutroner og synkrotronrøntgen. GTS har en bred kontakt til dansk erhvervsliv og indgår her i problemløsning under test og udvikling af produkter. På tværs af GTS-institutterne findes den kritiske masse og ekspertise til at kunne dække brancher og problemstillinger bredt. Desuden har GTS højt specialiserede medarbejdere med kompetencer til at opsætte og udføre komplicerede målinger på neutron- og synkrotronfaciliteter samt til at udvikle software til håndtering og analyse af de store datamængder. Det er derfor oplagt, at GTS fortsætter udviklingen af sin rolle som mediator og sikrer lettilgængelige og effektive analyser. I løbet af indsatsperioden vil partnerne desuden monitorere og samarbejde med potentielle danske opstartsvirksomheder, der etablerer lignende ydelser.

4) Videnspredning og inddragelse i indsatsområdet

Videnspredning (aktivitetsområde 1) udgør en central del af indsatsområdet som en betingelse for opbygningen af en kundegruppe til de udviklede ydelser. Den vil rette sig mod virksomhedernes behov, baseret på erfaring fra tidligere indsatser, og ikke mindst baseret på input fra de virksomheder, som indgår i aktivitetsområderne 2-4. Her udvikles og integreres problemrettede ydelser og måleopsætninger i tæt kontakt og samarbejde med udvalgte virksomheder fra målgruppen, som deltager i fx pilotmålinger, test af udstyr og benchmarking mod andre teknikker.

Virksomhederne repræsenterer forskellige felter eller typer af problemstillinger, hvor der anses at være et betydeligt potentiale for brug af neutron- og synkrotronteknikker (se eksempler angivet i afsnit 2). To til fire af virksomhederne inden for hvert felt udpeges som feltets følgegruppe, der mindst to gange årligt giver sparring og input til arbejdets fremdrift og fremadrettede prioriteringer for at sikre, at de udviklede ydelser retter sig mod virksomhedernes behov. Følgegrupperne har derfor stor værdi både ift. at udvikle værdiskabende ydelser og ift. at give input til, hvordan de bedst markedsføres overfor målgruppen.

Derudover bruges også industriportalen LINX til at indhente virksomhedsinput på tværs af brancher og felter og som et forum for at præsentere indsatsområdets resultater. For at nå ud til målgruppen af virksomheder gennem fx seminarer og webinarer, vil der også blive gjort aktivt brug af de brancheorganisationer og klynger, der er relevante for hvert felt, fx klyngerne for miljø- og energiteknologi, fødevarer, life science og avanceret produktion. Målttede 1:1møder med virksomheder vil være et stort fokus for at kunne forstå og imødegå specifikke behov og starte nye projektsamarbejder. Desuden vil information om metoder og nye ydelser blive delt gennem disse kanaler for at nå bredt ud i de relevante brancher.

5) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

Målsætningen for denne indsats er at overføre industrielt relevante neutron- og synkrotronteknikker fra den akademiske verden til at være stabile og letanvendelige værktøjer i virksomhedernes løbende arbejde med produktudvikling, problemløsning og kvalitetskontrol.

Teknikkerne anvendes i materialeforskning på både danske og udenlandske universiteter, hvor de også løbende udvikles for at opnå fx mere effektive målemetoder, bedre kontrastforhold, dynamiske målinger og målinger under ekstreme prøveforhold. GTS-partnerne indgår i flere samarbejdsprojekter med universiteterne og med de universitetsbaserede ESS-fyrtårne og vil fortsat holde sig opdaterede om nye muligheder til gavn for deres virksomhedskunder, som dermed kan få adgang til de nyeste metoder. Det hidtidige GTS-arbejde med at udvikle democases og afdække kundebehov skal suppleres med tilpasning og nyudvikling af ydelser rettet mod specifikke problemstillinger, som repræsenterer konkret værdiskabelse for virksomhederne. Visse ydelser, fx måling af restspændinger, er udviklet gennem en tidligere resultatkontrakt, og er klar til at blive udrullet og afprøvet på markedet allerede i 2021. En hel stribe nye ydelser skal udvikles gennem democases og nye protokoller (aktivitetsområde 2), og vil blive markedsført i 2021-22. Andre ydelser er baseret på udvikling af nye måleopsætninger (aktivitetsområde 3), som forventes

klar til brug i slutningen af indsatsperioden. Integrationen af ydelserne med komplementære GTS-ydelser (aktivitetsområde 4) vil ske løbende gennem indsatsperioden.

Tidligere indsats har afdækket de væsentligste både tekniske og organisatoriske barrierer for at virksomhederne kan få fuld gevinst af storskalafaciliteterne:

- Den væsentligste barriere for udnyttelse af neutron- og synkrotronteknikkerne er behovet for **fortolkning af data og måleresultater**, så de let kan implementeres i virksomhedens arbejde og give en tydelig merværdi. Her spiller GTS en væsentlig rolle som mediator, som både har kendskab til virksomhederne og besidder kompetencer inden for teknikkerne. Barrieren imødegås i denne indsats gennem demonstrationscases, opbygning af nye industrirelevante måleopsætninger og benchmarkundersøgelser (aktivitetsområde 2-4) samt gennem vidensspredning (aktivitetsområde 1).
- Barrierer som **adgangsforhold til faciliteterne, ventetid og pris** betyder også meget – især for SMV'er. Sammenlignet med andre avancerede teknikker er der dog ingen fundamentale barrierer, og nøglen er derfor at udvikle målingerne som lettilgængelige serviceydelser. Faciliteterne har vist sig meget motiverede for at arbejde sammen med GTS, og gennem indsatsen vil forskellige modeller for hurtig og omkostningseffektiv adgang blive afprøvet (aktivitetsområde 2). Der vil også blive arbejdet for bedre adgangsforhold gennem netværkssamarbejde med andre europæiske mediatorer.
- Eftersom teknikkerne er nye for mange virksomheder, har **tillid til målingerne** også vist sig at være en afgørende faktor. Det gælder fx hvis en projektleder i en virksomhed risikerer forsinkelse af sit projekt, hvis måleteknikkerne ikke giver de forventede svar, eller hvis en specialist hos virksomheden i realiteten sætter sin interne troværdighed på spil ved at vælge nye, ukendte teknikker frem for de mere velkendte. Barrieren kan sænkes ved etablering af måleprotokoller/-standarder, referenceemner og benchmarkundersøgelser (aktivitetsområde 2 og 4). Også udarbejdelse af informations- og kommunikationsmateriale til intern brug i virksomheder vil være et stærkt værktøj.

I denne indsats vil mediatorfunktionen på GTS blive udviklet og adressere disse barrierer ved udvikling og integration af nye ydelser. Dette er dog i sig selv forbundet med en vis risiko, eftersom nogle af de mange anvendelsesmuligheder kan vise sig ikke reelt at tilføre virksomhederne en værdi, der matcher udgifterne. Derfor er det vigtigt, at ydelserne udvikles i tæt samarbejde med målgruppen af innovative produktionsvirksomheder (afsnit 4), og at det kontinuerligt sikres, at de lever op til prædefinerede kvalitets- og prismæssige rammer, som defineres gennem tæt kontakt med brancherne og indsatsens følgegrupper.

6) Indsatsområdets kobling til videns- og innovationssystemet

Indsatsområdet er en fælles GTS-indsats med formålet at konsolidere den brede industrielle brug af moderne neutron- og synkrotronteknikker til ny produktforståelse og strategisk produktudvikling i virksomhederne. Indsatsen drives af Teknologisk Institut med deltagelse af en række andre GTS-institutter med godt greb om målgruppevirksomheder fra forskellige industrielle segmenter, fx materiale- og energiteknologi (FORCE Technology og Teknologisk Institut) og medico/farma (Bioneer). Derudover bidrager Alexandra Instituttet med ekspertise inden for udvikling af softwaremoduler til effektiv visualisering og analyse af de store datasæt, som målingerne genererer. Teknologisk Institut bidrager desuden med ekspertise i neutron- og synkrotronteknikker samt metoder til dataanalyse. Ved at gå sammen i en fælles indsats, er det muligt at nå bredt ud til produktionsvirksomhederne. Også erhvervsklyngerne vil blive brugt aktivt til engagement med virksomheder på de danske styrkepositioner.

Indsatsen kræver et tæt samarbejde med forskere og specialister på de danske universiteter. Her er partnerne aktive i mange nationale og internationale samarbejder, som beskrevet i afsnit 7. Teknologisk Institut har etableret samarbejder og projekter med fyrtårnene SMART og SOLID og skal i SOLID fx stå for at koble industrien på de forskningsfaglige resultater. Det forventes at tilføre ny viden og kompetencer samt åbner for at inddrage flere virksomheder i projektsamarbejder fremover til gearing af indsatsen.

GTS-indsatsen indgår desuden i et tæt samarbejde med industriportalen LINX, som knytter de danske universiteters indsats på området sammen. Både Teknologisk Institut og FORCE Technology er medlemmer af LINX, som har til formål at øge kendskabet til industrielle anvendelser af neutron- og

synkrotrontechnikker. GTS-LINX outreach aktiviteter rettet mod virksomhederne integreres og koordineres løbende i fx fælles events og virksomhedsbesøg. Desuden samarbejdes om case-studier og pilotforsøg på nye anvendelsesmuligheder, som efterfølgende kan kommerialiseres som services af GTS. GTS-institutternes mediatorrolle skal fremover koordineres endnu tættere med aktiviteterne i LINX, således at der fremstår en samlet model for danske virksomheders adgang til røntgen og neutronfaciliteterne, på linje med den danske ESS-strategi.

Tætte samarbejder med neutron- og synkrotronfaciliteterne vil være vigtige for at opnå optimale aftaler om adgang til måletid samt indgå i samarbejder om industrirelevante instrumenter og måleopsætninger. Derfor vil deltagelse i projekter der rækker på tværs af faciliteterne også være nyttige som fx det aktuelle EU-projekt ENRIITC⁶, hvor Teknologisk Institut deltager i en kortlægning og strategi for vekselvirkning mellem virksomheder og store forskningsfaciliteter. Det forventes at yderligere danske og internationale projekter vil blive ansøgt og brugt til at positionere de danske GTS-institutter som internationale aktører ift. industrielle neutron- og synkrotronanvendelser.

7) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer

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. GTS-institutterne har – qua deres brede kontakt til danske virksomheder, koblet med teknisk kompetence og erfaring – en vigtig rolle som mediator i at få teknikkerne bredt ud til industrien.

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. En del af disse aktiviteter forventes gearret med FoU-bevillinger fra EU Horizon Europe og danske fonde, som fx Innovationsfonden. I indsatsperioden vil der være fokus på gearing af aktiviteterne vha. eksterne projektbevillinger.

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 synkrotrontechnikkerne. 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, vil Teknologisk Institut opbygge en position som førende viden- og testinstitut i Nordeuropa.
- FORCE Technology og Teknologisk Institut har siden 2019 været medlemmer af LINX-foreningen. Teknologisk Institut er desuden gået med i ESS-fyrtårnene SMART og SOLID.
- Neutron- og synkrotronanvendelser er tænkt ind i andre indsatsområder fra partnerne, fx ”Power-to-X som driver for grøn omstilling og vækst” (FORCE Technology), ”Bæredygtige materialer” (Teknologisk Institut), ”Additive Fremstillingsteknologier” (Teknologisk Institut) og ”Digitale teknologier til grøn, datadrevet vækst” (Alexandra Institutet). Teknologisk Institut har desuden tæt samarbejde med storskalafaciliteterne via indsatsområdet ”BigScience.dk” rettet mod danske leverandørvirksomheder.

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 storskalafaciliteternes vekselvirkning med industrien. Teknologisk Institut leder arbejds pakken, der skal udarbejde den europæiske strategi på området.

⁶ European Network of Research Infrastructure-Industry Collaboration, <https://www.enriitc.eu>

8) Konkrete aktiviteter

Indsatsens aktiviteter ligger inden for fire områder, som igangsættes parallelt. Koordineringen på tværs af GTS varetages af Teknologisk Institut, der organiserer fælles møder og besøgsture for partnerne samt indsamler og deler erfaringer fra følgegrupperne. Nedenfor præsenteres for hvert aktivitetsområde de typer af aktiviteter, de dækker over, og det specificeres, hvilke aktiviteter der påbegyndes i 2021.

1. Styrkelse af kendskab og tillid til neutron- og synkrotrontechnikker (videnspredning)

Dette aktivitetsområde dækker over kommunikation rettet mod virksomheder i målgruppen gennem 1:1-møder, seminarer/webinarer, artikler i fagblade, film, podcasts, opslag på SoMe m.m. Målet er, at der skal opnås et bredt kendskab til teknikkerne og deres værdiskabelse.

Aktiviteter påbegyndt i 2021:

- Samarbejde med LINX om model for fremtidig finansiering af danske industriportaler
- 1:1 møder med målgruppevirksomheder særligt rettet mod felterne beskrevet i afsnit 2
- Indlæg på brancherettede møder og temadage med præsentation af neutron- og synkrotrontechnikker rettet mod virksomheder inden for metal, plast, kompositter, energikonvertering, coatings og farma
- Artikler i brancherettede tidsskrifter eller hjemmesider med præsentation af neutron- og synkrotrontechnikker, rettet mod virksomheder inden for fx sværindustri, kompositter, farma og fødevarer
- Brancherettede seminarer/webinarer inden for farma- og fødevarerindustrien
- Etablering af showroom til at vise kobling mellem rest-spændingsmåling i lab og på faciliteter (medfinansieres af EASI-STRESS H2020 projekt)
- Præsentation af virksomhedscases gennem trykt materiale, podcast og film
- Opslag på sociale medier, særligt med fokus på democases

2. Ydelsesudvikling (udvikling)

For at teknikkerne skal kunne indgå som brugbare værktøjer i virksomhedernes arbejde, skal de i samarbejde med virksomheder fra målgruppen udvikles til effektive ydelser på GTS. Til dette formål gennemføres aktiviteter inden for udvikling af procedurer for adgang til faciliteterne, protokoller for målinger, opbygning af software til dataanalyse og pilotmålinger. En ydelse forventes at kunne udvikles over 6-12 måneder.

Aktiviteter påbegyndt i 2021:

Udvikling af protokoller samt pilotmålinger for følgende ydelser:

- Tomografi af brintinduceret revne på komplekse industriemner
- Identifikation af minimal plastisk deformation på bolte
- Imaging og tomografi af elektrolysestacks til brintfremstilling
- Analyse af rå-, del og slutprodukter gennem kemisk nedbrydning af kompositter
- Metoder til at undersøge funktionelle medicinske plastre
- Undersøgelse af stabilitet af peptidformuleringer, især med henblik på fibrillering
- Standardiserede målinger af restspændinger i metaller med diffraktionsteknikker (medfinansieres af EASI-STRESS H2020 projekt)
- Detektion af sporstoffer og urenheder med neutronaktivering, analysesoftware
- Analyse af kolloid stabilitet i fødevarer.

Ydelsesudvikling og kundeopgaver for følgende ydelser:

- Tomografi til kvalitetssikring i elektronikindustrien med fokus på reproducerbarhed og sporbar dokumentation med udgangspunkt i mikro-CT og imaging/tomografi på storskalafaciliteter
- Analyse af mikro- og nanomaterialer i energisektoren med fx. røntgenspektroskopi, neutron-/synkrotron- tomografi og neutron-/synkrotron-diffraktion (totalspredning).

Udvikling af software for følgende ydelser:

- Tomografi til understøttelse af mikro-CT scanner inkl. for store datasæt fra storskalafaciliteter
- Testberegninger og optimering af måle-setup, protokoller og software.

3. Etablering af måleopsætninger (udvikling)

For at kunne udføre målinger under særlige relevante forhold som temperatur, tryk, flow m.m. eller på særligt store industrielle emner, vil det være nødvendigt at opbygge nye måleopsætninger ved faciliteterne. Derfor gennemføres aktiviteter ift. markedsanalyse, design, opbygning og test af disse opsætninger. Den samlede udvikling af en ny opsætning vil typisk strække sig over 18-24 måneder.

Aktiviteter påbegyndt i 2021:

Etablering af virksomhedssamarbejder, koncept og design for måleopsætninger til følgende opgaver:

- Imaging af store eller geometrisk komplicerede industrielle komponenter
- Målinger af *in situ* eksponering af overfladebehandling og funktionelle overflader
- *In situ* målinger af kemisk nedbrydning af kompositter
- Måling af plast under processering, fx sprøjttestøbning eller ekstrudering
- *In situ* målinger af kemiske reaktioner i væsker med SAXS/WAXS på storskalafaciliteter eller i laboratoriet, kombineret med fx spektroskopi (Raman/IR)
- Karakterisering af lægemiddelformuleringer under fordøjelse ved etablering af in-line opstilling ved både bench-top og synkrotron SAXS
- Måling på flow af væsker i fx motorer eller varmevekslere.

4. Integration af nye ydelser i den teknologiske GTS-infrastruktur (udvikling)

Det er vigtigt at sikre, at ydelser baseret på neutron- og synkrotrontechnikker ikke står alene men er integreret med komplementære teknikker, som ofte er mere velkendte og gennemprøvede. Dette aktivitetsområde dækker derfor over aktiviteter såsom benchmarkundersøgelser af teknikkerne, integration af de nye ydelser i problemløsningen udført ved komplementære laboratorier samt fælles SOP'er på tværs.

Aktiviteter påbegyndt i 2021:

- Kortlægning af komplementaritet mellem teknikker, benchmarkstudier og integration i fælles ydelser/problemløsning inden for karakterisering af:
 - Brintskørhed og plastisk deformation i metal
 - Restspændinger i metal
 - Funktionelle overflader
 - Nano- og mikrostruktur
 - Urenheder og sporstoffer
 - Stabilitet af kolloider
- Importmodul og metoder til samlende analyse af data fra laboratoriebaserede målinger og data fra storskalafaciliteter
- Etablering af 'standard operating procedure' (SOP) for karakteriseringsservice på tværs af GTS, universiteter og storskalafaciliteter
- Etablering af ny flise på www.gts-net.dk om analyser på storskalafaciliteter

9) Finansiering

RK-finansiering af indsatsområdet:

27.380.817 kr.
- heraf:
Teknologisk Institut 16.980.817 kr.
FORCE 6.000.000 kr.
Bioneer 2.400.000 kr.
Alexandra 2.000.000 kr.