

Institut(ter): FORCE Technology	Aktivitetsplan (titel): Industrialisering af stor-skala AM og kvalitetssikring af AM-produkter Idéforslags titel på bedreinnovation.dk: Industrialisering af stor-skala AM og kvalitetssikring af AM-produkter	Aktivitetsplan nr.: A13	Infrastruktur
1) Manchettekst (kort resumé)			
Aktiviteten understøtter industrialisering af stor-skala additiv fremstilling (AM) via industrielle democases. Teknologien, som er ny i Danmark, skal udrulles til industrien, og der skal skabes tryghed omkring egenskaber og industriel skalérbarhed.			
2) Aktiviteten kort (resumé)			
<p>Additive manufacturing, AM via 3D laser cladding af metaller, hvor metallag påføres lagvis, rummer et stort potentiale for integration i industrielle produktionssystemer og fremstilling af komponenter i stor-skala. Fordelene knytter sig til langt større produktionshastighed, mere kosteffektivt materialeforbrug, produktion i meter-skala fremfor cm-skala og mulighed for at kombinere forskellige materialer og egenskaber.</p> <p>Additive manufacturing (AM) eller 3D-print i metaller er udpeget som et af de bærende elementer i den fjerde industrielle revolution, Industri 4.0. Der findes efterhånden en række forskellige AM teknologier på det danske marked, men teknologien '3D laser cladding' er endnu kun at finde i udlandet og på et relativt umodent stadie. Aktivitetsplanen vil modne 3D laser cladding-teknologien i samarbejde med de udenlandske aktører og udrulle den på markedet i Danmark, således at dansk industri kan få gavn af de fordele, teknologien bringer med sig. Fordelene knytter sig bl.a. til langt større produktionshastighed, mere kosteffektivt materialeforbrug, produktion i meter-skala fremfor cm-skala (nuværende AM teknologier i DK fokuserer på cm-skala produktion) og mulighed for at kombinere forskellige materialer og egenskaber. Herudover rummer teknologien også et væsentligt økonomisk potentiale for industrien ifm. re-manufacturing, hvor defekte høj-værdi komponenter ikke kasseres, men repareres og ofte tilmed opnår forbedrede egenskaber. Omfattende industrielt optag af AM teknologierne (både de eksisterende og 3D laser cladding) fordrer dog en grundlæggende tiltro til produkterne og deres kvalitet. Aktivitetsplanen omfatter derfor et komplet projekt, som ikke blot dækker udrulning af 3D laser cladding-teknologien indenfor fremstilling og reparation, men også karakterisering, kvalitetssikring og efterbehandling af AM produkter generelt.</p> <p>De nye teknologiske serviceydelser vil således omfatte rådgivning ifm. anvendelse af 3D laser cladding-teknologien (herunder pilotproduktion), såvel som nye metoder til kvalitetssikring af AM producerede produkter mhp. at lette og fremme det industrielle optag. Målgruppen er bred, og omfatter alt fra kraftværker (renovering af aksler), transportsektoren (opbygning af blade på turboladere, renovering af bremseklodser på tog) over food- og farmakomponenter (varmevekslere til mejeriprodukter og plaststøbeværktøjer), til store komponenter til kemisk procesindustri, aerospace og vindenergi. Kort sagt har teknologien relevans for alle industrier, hvor der anvendes komponenter i metal (og hvor prisen på produktionen af disse har væsentlig betydning for den samlede økonomi for systemet, hvori komponenten indgår).</p>			

Aktivitetsplanens aktiviteter vil således bidrage til:

- Sikring af **markedsadgang** til de seneste i4.0-teknologier indenfor additiv fremstilling og 3D print
- **Forudsigelse af risici** via udvikling af knowhow indenfor kvalitetssikring, karakterisering og evaluering af additivt fremstillede komponenter
- Kortlægning og udvikling af **avancerede teknologiske** løsninger til ikke-destruktiv test og karakterisering af AM emner.

3) Markedsbehov, erhvervs- og samfundsmæssige potentialer

Teknologier til stor-skala AM i metaller er nået et stade, hvor akademisk proof-of-concept er opnået, og egentligt udrulning i virksomhederne, decideret *industrialisering* er det næste naturlige skridt. Men virksomhederne har brug for hjælp til et accelereret optag af den nye teknologi: Der er et behov for rådgivning, knowhow og implementering gennem demonstrations-cases i virkelige industrimiljøer.

Markedet¹ efterspørger services til udvikling og kvalifikation af nye AM-metoder til fremstilling og re-manufacturing, Services som typisk er videns- og investeringstunge, og derfor kun vanskeligt vil penetrere markedet. Et benspænd, som er særligt udtalt for SMV'erne, for hvem ressourcerne er begrænsede, og som derfor ikke på egen hånd kan investere i dedikeret udstyr, vidensopbygning og kvalificering indenfor AM, og derfor på egen hånd kun i begrænset omfang vil kunne høste frugterne af teknologien.

3D laser cladding: Additiv fremstilling (AM) er af BCG² udpeget som én af ni drivere for Industri 4.0. Teknologien er fleksibel og omstillingsvenlig og har en grøn profil: Udnyttelsen af materialer er høj i forhold til traditionel maskinbearbejdning. Eksempler fra aerospace/space industrien anfører reduktioner i produktionstid på 30 % og i -omkostninger på 40 %. Den teknologiske og digitale udvikling skaber store udfordringer og muligheder for industrien, påpeger Uddannelses- og Forskningsministeriet i FORSK2025³, som specifikt peger på *ibrugtagning af ny teknologi* indenfor "*Nye produktionsteknologier og -processer og produkter*" som forskningsområder af strategisk betydning. Rapporten fremhæver behovet for at bringe teknologiområdet tættere på industriel produktion, for udvikling af metoder til kvalitetssikring (s. 40), og den særlige GTS-rolle i at brede den nye viden ud blandt de mange SMVer (s. 42). AM-markedet vokser også internationalt: Sidste år blev der solgt og installeret ca. 1.000 maskiner til 3D print i metal, et tal der de seneste tre år er vokset med ca. 15 % årligt. Tilsvarende er den globale omsætning på pulvermateriale til metal AM-maskiner steget med 44 % fra 2015 til 2016.

3D laser cladding rummer et stort potentiale i forhold til integration i industrielle produktionssystemer og fremstilling af komponenter i stor-skala sammenlignet med fx den mere velkendte powder-bed AM teknologi. Sammenlignet med andre metoder muliggøres 10-100 gange større produktionshastighed, og markant mindre materialeforbrug (typisk 30-60 %). Hertil kommer den helt åbenlyse fordel i at kunne udføre produktion i meter-skala fremfor cm-skala, og muligheden for at drage nytte af 3D laser cladding-AM's fordele i helt nye brancher som fx vindmøller og produktion af store stålkonstruktioner indenfor byggeri, hvor Danmark har mange arbejdspladser.

Råvarepriserne på visse metaller er siden 01-2016 steget med op mod 50 % pr. ton⁴. Samtidigt spares miljøet for 940 kg CO₂ ved genanvendelse af et ton jern⁵. **Re-manufacturing** baseret på AM vil åbne op

¹ Baseret på direkte kundefterspørgsel og ca. 50 kommentarer på bedreinnovation.dk fra såvel SMVer (ca. 20) som store nationale virksomheder i såvel den primære fremstillingsindustri.

² Boston Consulting Group for InnovationsFonden: "Winning the Industry 4.0 Race", December 2016.

³ FORSK2025, Fremtidens løfterige forskningsområder. Undervisnings- og Forskningsministeriet, Juni 2017.

⁴ Manner Metal

⁵ Analysesamfund.dk

for at reparere på defekte og ofte store eller kostbare emner, minimere antallet af kasserede emner og skrot, ved at muliggøre reparation på emner, som er fejlbearbejdede ifm. produktion, lokalt nedslidte i brug eller ved ønske om levetidsforlængelse. Resultatet vil være en forbedret konkurrencekraft igennem et formindsket ressourcetab og et potentielt teknologisk forbedret produkt.

Kvalitetssikring af AM produkter: Som produktionsvirksomhed er det afgørende, aktivt at imødegå fejl og variationer, der kan forhindres, fx ved intelligent processtyring samt at kunne bedømme og om nødvendigt neutralisere effekten af de fejl, som ikke kan undgås, ved efterbehandling, inspektion og test.

Et givent, færdigt metal AM-produkt vil, som det også er tilfældet med konventionelt producerede produkter, altid indeholde et antal materialefejl. Med ydelserne i denne aktivitetsplan kan disse fejl identificeres og bedømmes ud fra deres reelle konsekvenser. Udover at minimere produktionsspild vil denne viden om de fremstillede produkters faktiske kvalitet gøre metal AM relevant for en række af de mere konservative og sikkerhedsorienterede brancher, såsom offshore, medico og Aerospace.

Målgruppens omfang og betydning i Danmark: Den primære målgruppe for ydelserne er de danske aktører i metalfremstillingsindustrien, som allerede har påbegyndt eller ønsker at integrere produktion eller produkter fremstillet vha. AM. Det drejer sig om alt fra de helt små SMV'er, i form af startups, hvis berettigelse ligger i et nyt, 3D-print-baseret koncept, såvel som de store, etablerede spillere fra danske styrkepositioner som vindindustrien og den maritime industri med mange nationale arbejdspladser, som kan høste fordele af re-manufacturing på store, kostbare komponenter.

Dertil kommer virksomheder i den sekundære målgruppe, som tæller hele den danske fremstillingsindustri, i alt ca. 7.700 virksomheder med en omsætning på ca. 230 mia. kr.⁶, herunder fx Medicoindustrien, som ifm. sprøjttestøbning af plast kan høste fordele af nye, AM-fremstillede sprøjteværktøjsdesigns i metal, eller den kemiske industri, som vil kunne additivt fremstille avancerede dysedesigns i kostbare legeringer med signifikante tids-, materiale- og omkostningsbesparelser.

Den primære målgruppe for ydelserne og udgangspunktet for aktivitetsplanens demo-cases er udvalgt blandt de mere end 4.100 relevante produktionsvirksomheder i Danmark, som er fremkommet gennem en intern interview- og spørgeskemabaseret markedsanalyse, som peger på interesse fra segmenter som metalfremstillingsindustrien, den maritime sektor, kemisk procesindustri, energi- og transportsektorerne såvel som rådgiverbranchen og flere videnmiljøer. Mere end et halvt hundrede interessenter, herunder ca. 20 producerende SMV'er, har tilkendegivet deres positive interesse i forslaget, og flere har direkte efterspurgt de serviceydelser, som aktiviteten vil tilvejebringe.

Blandt de adspurgte i markedsanalysen, forventede 77 % at ville implementere AM-komponenter i deres fremtidige produktion, mens 27 % allerede i et eller andet omfang havde implementeret aspekter af teknologien. Respondenterne efterspurgt i særlig grad viden om *Processer* (77 %), *Karakterisering* (68 %) og *Materialer* (68 %).

Indenfor fem år efter projektstart forventes de udviklede services indenfor 3D laser cladding, karakterisering og relaterede testmetoder at efterspørges af mindst 200 virksomheder, herunder ca. halvdelen SMV'er.

⁶ "Den danske fremstillingsindustri – Vejen til succes i det næste årti", The Tuborg Research Centre For Globalisation and Firms and McKinsey & Company 2016

4) Videnspredning og inddragelse

Aktiviteten vil tage udgangspunkt i et antal democases, som udføres i samarbejde med toneangivende danske virksomheder med relevante interessefelter. Democases udvælges på baggrund af kommentarer fra bedreinnovation.dk og vægtes således, at de danner input til aktivitetsplanens aspekter med særligt fokus på SMV-engagement i democases. Der etableres en følgegruppe, som kan bidrage til aktivitetens industrielle vinkel. Aktivitetens fremdrift og resultater udbredes til interessenter bl.a. via årsmøder i fx Dansk Metallurgisk Selskab med 30-40 interessenter, LinkedIn, nyhedsbreve o.a. Det estimeres, at den direkte berøringsflade for aktivitetens videnspredning indenfor perioden er ca. 500 interessenter, fordelt på fremstillingsindustrien generelt. Hertil kommer kontakter via medier, som fx LinkedIn og fagblade som fx Jern & Maskinindustrien og Metal Supply, som tilsammen har mere end 60.000⁷ læsere.

Rekruttering til følgegruppen vil inddrage interessenter fra alle relevante segmenter, inkl. videnmiljøer og netværk, således at hele værdikæden repræsenteres, og observationer fra bedreinnovation.dk inddrages. Nedenstående bruttoliste danner udgangspunkt for den foreløbige følgegruppes sammensætning:

1. Netværk og sammenslutninger:
 - DAMRC,
 - AM-HUB
2. SMV
 - Alexiou & Tryde
 - Addifab
 - 3D-Opt
 - Simto
 - Space Inventor
 - Kjul & Co.
 - Alucast
 - Weartec
 - Enerdry
 - Vestergaard Marine Service
 - Technicon
3. Større virksomheder
 - Haldor Topsøe
 - 3Shape
 - Gomspace
 - TERMA
 - Ørsted
4. Videnmiljøer
 - Teknologisk Institut
 - DTU Mekanik

Videnspredning vil ske i forbindelse med indlæg på nationale og internationale netværk, i tæt samarbejde med MADE ifm. deres specifikke konferencer og temadage og med relevante innovationsnetværk, fx DMN⁸, ATV-SEMAPP, Dansk Metallurgisk Selskab, CenSec og naturligvis den danske AM-HUB, samt deltagelse i det nyligt nedsatte S-858 standardiseringsudvalg for 3D print under Dansk Standard, som vil

⁷ FORCE Technology på LinkedIn: 12.032 pr. 17.8.2018. Jern & Maskinindustrien: 30k læsere. Metal Supply: 19.848 abonnenter.

⁸ Dansk Materiale Netværk

sikre tæt kontakt til målgruppen. Endvidere vil den udviklede viden blive inkluderet i etablerede kursusforløb fx i eksisterende kurser som IWS/T/E⁹, og på produktionsteknologiuddannelsen på KEA.

5) Konkrete aktiviteter

Aktivitetsplanen bygger på FORCE Technologys egenudvikling indenfor laser cladding og kvalitetssikring af produkter gennem de sidste 15-20 år med erfaring fra industrielle opgaver. FORCEs stor-skala AM-facilitet, som er bevilliget og planlagt til installation på FORCEs Lindø-site, vil være omdrejningspunkt for 3D laser cladding-aktiviteterne. Aktiviteterne står på skuldrene af Resultatkontrakt 2016-2018: Fundamentet er FORCEs rolle siden 1980'erne som Skandinaviens førende kompetencecenter for bl.a. lasersvejsning, overfladeteknologi og avanceret karakterisering.

Efter fremstilling vil målrettede testprogrammer af styrke- og korrosionsegenskaber kunne fange designsvagheder og produktionsfejl, inden de når ud til slutkunden.

Der vil blive udviklet ikke-destruktive testmetoder med et mål om at kunne måle og karakterisere de indre geometrier og fejltypen. Data fra sådanne metoder vil, med kombination af brudmekaniske beregninger, kunne give validerede oplysninger om eventuelle konsekvenser af faktiske produktionsfejl.

WP 1: Definition af industrinære demoprojekter

Der vil blive defineret et antal applikationsrettede democases, som udspringer af en industriel partners behov. Aktivitetsplanen vil industrialisere og implementere processer til 3D laser cladding og re-manufacturing via en række industrielt forankrede democases.

Der skal produceres industrirelevante komponenter, og der skal skabes tryghed omkring deres egenskaber og den industrielle skalérbarhed, så teknologien kan vinde almindelig industriel udbredelse. Disse projekter vil typisk involvere re-design, fremstilling og test af en industriel komponent. Denne arbejdsplan koordinerer virksomhedens kontakt med de andre arbejdsplaner.

WP 2: Udvikling af metoder til karakterisering af AM-råmateriale og af færdigt AM-materiale

For de danske produktionsvirksomheder er det afgørende aktivt at imødegå fejl og variationer, der kan forhindre, for eksempel ved intelligent processtyring samt at kunne bedømme og om nødvendigt neutralisere effekten af de fejl, som ikke kan undgås, ved efterbehandling, inspektion og test. Der er især behov for kvalitetssikring af råmateriale i form af metalpulver, hvor de eksisterende branchemetoder har vist sig ikke at kunne forklare meget forskellig opførsel af, på papiret, identisk råmateriale. Der findes et antal metoder til grundig undersøgelse af pulver, og FORCE vil kunne assistere med identifikation og udførelse af den rette til metode til opgaven. Råmateriale fra en række leverandører skal karakteriseres med passende metoder og det færdige AM-materiale skal undersøges destruktivt for at forstå den fysiske årsag til de realiserede egenskaber, herunder udmattelsesstyrke og revnefølsomhed. Visse AM-produkter skal korrosionstestes. Nogle af disse laboratorietests vil skulle udvikles specifikt til en given applikation og branche, mens andre vil kunne bruges generisk. Disse aktiviteter vil kræve indkøb og indkøring af nyt udstyr for estimeret 100-200 kr., som forventes egenfinansieret af FORCE.

WP 3: Udvikling af metoder til Re-manufacturing af defekte emner

Der udvikles processer til re-manufacturing ved 3D laser cladding, inkl. parameteroptimering, gas- og pulverflow, materialer, lagtykkelser, hastigheder, temperaturkontrol. Desuden udvikles og dokumenteres

⁹ Internationale svejse- og materialeuddannelser, https://www.ewf.be/exemples2/listagem/welding_coordination.aspx

egnede metoder til re-manufacturing af typiske fejltypen og de udførte reparationers egenskaber mhp. evaluering af restlevetid.

WP 4: Udvikling af metoder til stor-skala 3D laser cladding

Designmulighederne med free-form 3D laser cladding kortlægges, og designrummet udforskes i form af fx geometrier, vinkler, godstykkelser, materialer, sandwich, 'indbygning af skjulte detaljer' og styrkeberegninger. Arbejdsplanen udføres som demo-case-forløb i samarbejde med en eller flere virksomheder.

WP 5: Kortlægning af behov og muligheder for efterbearbejdning af AM-emner

Efterbehandling af additivt fremstillede emner er ofte en nødvendighed for at opnå de ønskede geometriske og fysiske egenskaber. Denne arbejdsplan undersøger behovet og egnede metoder for videre bearbejdning, varmebehandling (fx HIP) og eventuel inklusion med andre emner via sammenføjning.

WP 6: Udvikling af metoder til ikke-destruktiv prøvning af AM-emner

Når AM produktet er fremstillet, er der et behov for at finde og dokumentere eventuelle produktionsfejl. Den mest attraktive type af en sådan kontrol er den 'ikke-destruktive', som altså tillader 100 % kontrol af alle produkter. En af de meget anvendte tekniske metoder til dette indenfor AM er CT scanning, hvor emnets form og indre dokumenteres af en røntgenscanner. Denne metode er dog ikke egnet til emner, der er større eller tykkere end en kaffekop. Desuden er der almindelige AM fejltypen som CT scanning ikke kan detektere. I erkendelse af at CT scanning er uegnet til kvalitetssikring af større emner, er der behov for udvikling af alternative metoder. Målet med denne arbejdsplan er at udvikle nye teknikker, baseret på bl.a. højenergetiske digitale røntgenbaserede opstillinger. Software, der kan kombinere og behandle information optaget fra flere vinkler og evt. flere detektorkilder, skal udvikles. Data fra sådanne metoder vil, med kombination af brudmekanisk viden om et givent emnes materialetype og applikation, kunne give validerede oplysninger om eventuelle konsekvenser af faktiske produktionsfejl.

WP 7: Videnopsamling, networking og arbejde på standarder

I denne arbejdsplan vil et antal FORCE-medarbejdere besøge internationale partnere, evt. i en periode, for at opsamle viden om generelt anvendte QA/QC metoder, fx FDA ansøgningsforløb samt materialegenskaber af metal AM-materialer. Der vil ligeledes blive søgt deltagelse i udformningen af relevante internationale standarder, herunder ved deltagelse i ISO/TC 261 (Dette er ikke en del af FORCEs samlede ansøgning om tilskud til arbejde med standarder m.v., A27).

6) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

Mere end et halvt hundrede interessenter, herunder flere SMV'er, har direkte og via bedreinnovation.dk efterspurgt serviceydelser i relation til re-conditioning og funktionsoptimering af emner, såvel som stor-skala 3D print – der er således tale om ydelser, som virksomhederne allerede efterspørger. Nye AM-teknologier ruller indover industrien, og byder sig til med avancerede designmuligheder og potentiale for besparelser i såvel tid og ressourcer som økonomisk. Men selv på internationalt plan erkender man behovet for en industriel modning. Viden om skalérbarhed, robusthed og kvalitet findes ikke kommercielt tilgængelig i markedet i dag, men ligger i naturlig forlængelse af FORCEs nuværende ydelser, hvor højt specialiserede ydelser udbydes i rollen som rådgivernes rådgiver, i form af uvildig rådgivning og prøvning.

Additiv fremstillingsteknologi har nået proof-of-concept stadiet, men industrialisering og skalering af teknologien hæmmes af manglende knowhow omkring processer, kvalitet og skalérbarhed. Viden som ikke findes kommercielt tilgængelig i markedet i dag. Det er således en oplagt GTS-rolle, at sikre at de

efterspurgte teknologier udrulles til industrien, og der skabes tryghed omkring komponenters egenskaber og industrielle skalérbarhed, så teknologien kan vinde almindelig industriel udbredelse. De serviceydelser, som udvikles, er videns- og investeringstunge og dækker et 'hul i markedet'. Særligt for SMV'erne, som ikke selv vil have økonomisk mulighed for at indkøbe udstyr og opdyrke tilstrækkelig knowhow til at kvalitetssikre deres produkter på effektiv og tilstrækkelig vis.

Teknologier og knowhow indenfor AM og kvalitetssikring er allerede stærkt repræsenteret i FORCE, som vil kunne udbyde de udviklede ydelser på GTS-vilkår umiddelbart i forlængelse af aktiviteten.

De nye, markedsmodne ydelser, som udvikles, tæller bl.a.:

- Uvildig, SMV-rettet rådgivning om internationalt tilgængelige metal AM-metoder og efterbehandlinger
- Reparationsmetoder til re-manufacturing af stor-skala emner vha. AM
- 3D free-form produktionsmetoder til print af stor-skala emner vha. AM
- Udformning og kvalificering af metal AM-kvalitetsprogrammer
- Brudmekaniske test af og beregninger på eventuelle konsekvenser af fejl i AM-emner
- Skræddersyede kurser om korrosionsbestandighed, varmebehandling, overfladefinish og styrke af AM-emner
- Avanceret ikke-destruktiv prøvning af AM-produkter
- Mekanisk prøvning og korrosionstest af AM-produkter

7) Vidensamarbejde og -hjemtagning

Aktivitetsplanen bidrager til at komplettere det danske AM-miljø, som allerede tæller adskillige plast-baserede 3D print-huse og knowhow baseret på powder-bed 3D print i metal forankret hos TI. FORCE samarbejder allerede med AM-HUB i AM Generator projektet¹⁰, og nærværende aktivitetsplan tilføjer viden om stor-skala AM, og om kvalitetssikring af alle relevante AM-teknologier og vil bidrage med nye, optimerede metoder til kvalitetssikring og kontrol af printede emner.

Aktiviteterne koordineres løbende med Teknologisk Institut, som råder over powder bed metal AM-maskiner (egne til emner i cm-skala med høj nøjagtighed), der komplementerer 3D laser cladding udstyr hos FORCE (egnet til produktion af emner i m-skala med høj hastighed). Til kvalitetssikring har FORCE bl.a. avancerede røntgenfaciliteter til store emner, mens TI råder over CT-scanner og metrologiudstyr til opmåling af små emner. FORCE og TI bidrager dermed fra hvert sit udgangspunkt med viden til en fælles dansk industriplatform for AM.

Kvalitetssikring af materialer er historisk set en central aktivitet for FORCE, og da metoder til kvalitetssikring i vid udstrækning er anvendelige for begge AM-produktionsmetoder, vil tæt samarbejde og koordineret vidensspredning ifm. fx fælles temadage og konferencer give stor værdi.

DAMRC vil bistå med udvikling af færdigbearbejdning af emner. Eventuelle forsøg med eksperimentel CT eller neutronstrålegennemlysning vil finde sted i samarbejde med LINX-foreningen. Avancerede tests med nye systemer og metoder koordineres med projektet *Industriel mediator til neutron- og røntgenanalyser på Big Science faciliteter*, som ligeledes tænkes i Resultatkontraktregi.

¹⁰ <https://am-hub.dk/am-generator/>

FORCE har allerede qua to eksisterende Resultatkontraktprojekter^{[1][2]} kendskab og kontakt til flere internationale aktører bl.a. gennem MX3D Smart Bridge-projektet¹¹, og arbejdet i denne aktivitetsplan vil udvide branchekendskabet yderligere, således at danske virksomheder kan få uvildig rådgivning om den rette produktionsteknologi og kvalitetssikringsstrategi for netop deres produkt samt få produktet fremstillet.

FORCE har et aktivt samarbejde med bl.a. IK4Tekniker, Spanien, og DNV GL, hvilket har resulteret i en Horizon2020 ansøgning, og med ydelserne i denne aktivitetsplan vil FORCE kunne dokumentere den samme sikkerhed for metal AM-produkter, som den, der kendes for konventionel produktionsteknologi.

Øvrig direkte adgang til internationale ressourcer specifikt vedr. fremstilling og NDT af AM-emner købes i samarbejde med Lucideon, UK, og integreres i de udbudte serviceydelser. Lucideon er et internationalt test-og materialelaboratorium, som er veletableret indenfor AM-teknologier, hvilket giver FORCE adgang til ekspertviden og nicheproduktionsmetoder, som ellers er utilgængelige eller langsommelige at få i stand.

Videnhjemtagning fra det internationale videncmiljø forventes ifm. deltagelse og eventuelt ved nationale og internationale symposier og konferencer, eksempelvis:

- 11th International Laser Symposium & International Symposium »Tailored Joining« 2020
- 3D printing Live, Scandinavia
- Additive International, The International Conference on Additive Manufacturing & 3D Printing (Nottingham, UK)
- MAMC – Metal Additive Manufacturing Conference (Østrig)
- 3D Printing Europe, 10-11th April 2019, Berlin
- AM PM 2019, Phoenix, AR (USA)
- ASTM E08, fatigue & Fracture Symposium, Denver, CO (USA)

8) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer

Aktiviteten vil bidrage til FORCEs mission om at levere peace of mind til industrien, igennem:

- Sikring af **markedsadgang** til de seneste i4.0-teknologier indenfor additiv fremstilling og 3D print
- **Forudsigelse af risici** via udvikling af knowhow indenfor kvalitetssikring, karakterisering og evaluering af additivt fremstillede komponenter
- Kortlægning og udvikling af **avancerede teknologiske** løsninger til ikke-destruktiv test og karakterisering af AM emner.

FORCEs investering på 5 mio. kr. i en stor-skala AM-facilitet på Lindø er en understregning af synergien mellem husets generelle strategi på området og aktivitetsplanens indhold.

Den genererede viden forankres som et tillæg til de serviceydelser, som instituttet allerede udbyder indenfor karakterisering, materialeviden og laser- og overfladeteknologi i allerede etablerede videncmiljøer på instituttet, i den nye AM-facilitet på Lindø samt i form af nye, tilpassede ydelser indenfor avanceret prøvning.

Aktiviteten adresserer primært strategiplanens *Produktion & Implementeringsområde*, og relaterer til temaet *Målgrupper 2.0*, idet flere af aktivitetsplanens services i første instans vil udbredes til det opland af underleverandører, som sikrer at flere af virksomhederne med danske styrkepositioner, herunder i medico-,

[1] ”Forbrugerprodukter med avancerede materialer”

[2] ”Udnyttelse af rumsystemer til øget vækst”

¹¹ <http://mx3d.com/smart-bridge/>

maritim-, energi- og transportsektoren får tilgang til *nye produktionsteknologier, -processer og produkter*. Sekundært vil aktivitetsplanens stærke relationer til Teknologisk Institut, AM Hub og MADE spille ind i strategiplanens tanker under temaet *Teknologisk Service 2.0*, hvor det samlede nationale AM-landskab kortlægges og kompletteres.

Serviceydelserne som genereres i forbindelse med aktivitetsplanen vil styrke FORCEs position som førende indenfor avanceret materialeteknologi, fremstilling og kvalitetssikring, og indgå i naturlig forlængelse af instituttets ydelser indenfor teknologiens traditionelle grene.

9) Tidsplan og milepæle

År 1

Vidensamarbejde – hjemtag- og kompetenceopbygning

- 1.1 1 medarbejder har gennemført internationalt, hands-on kursus i AM-produktion med metaller.
- 1.2 1 medarbejder afsted på international metal AM-konference.
- 1.3 Erfaringsudveksling med forskningsgrupper på danske universiteter.

Udvikling af teknologisk service

- 1.4 Identificere nødvendigt udstyr til AM råmaterialekarakterisering.
- 1.5 Designe og bygge opstilling til densitetsmåling.
- 1.6 Identifikation af egnet NDT metode til kvalitetssikring af demonstrationsemne.
- 1.7 Designe og bygge opstilling til højenergi røntgenundersøgelse.
- 1.8 Udføre og tolke eksperimentelt arbejde inden for AM kvalitetssikring i samarbejde med virksomhed.
- 1.9 AM/re-manufacturing gevinstnøgle udarbejdet.
- 1.10 1 eller flere demonstrationsaktiviteter vedrørende re-manufacturing igangsat.
- 1.11 1 eller flere demonstrationsaktiviteter vedrørende 3D laser cladding igangsat.

Inddragelse og videnspredning

- 1.12 Minimum 20 virksomheder og interessenter rekrutteret mhp. etablering af følgegruppe.
- 1.14 Afholdelse af kickoff event med eksterne virksomheder.
- 1.15 Etablering af formidlingsportal f.eks. vha. LinkedIn eller lignende.
- 1.16 Deltagelse i minimum 1 relevant temadag el.lign. med præsentation af resultater/prognoser.
- 1.17 Mindst 1 artikel skrevet og udgivet i relevante fagmedier.
- 1.18 Etablering af følgegruppe og afholdelse af møde.

År 2

Vidensamarbejde – hjemtag- og kompetenceopbygning

- 2.1 1 eller flere medarbejdere deltaget på international metal AM-konference.

Udvikling af teknologisk service

- 2.2 Udmattelsesstyrke dokumenteret for 1 eller flere AM materialer.
- 2.3 Effekt af lokale fejl fundet i demonstrationsemne beskrevet.
- 2.4 2 eller flere demonstrationsaktiviteter vedrørende Re-manufacturing videre-/gennemført.
- 2.5 2 eller flere demonstrationsaktiviteter vedrørende 3D laser cladding videre-/gennemført.

Inddragelse og videnspredning

- 2.6 Præsentation af ydelser på messe.

- 2.7 1 indlæg på faglige netværksarrangementer.
- 2.8 1 artikel i fagmedie om aktivitetens resultater.
- 2.9 Afholdelse af Temadag med involvering af virksomhedsklynger.
- 2.11 Aktivitetssamarbejde med universiteter eller andre uddannelsesinstitutioner omkring projekter på bachelor/master niveau. 1 projekt gennemført.
- 2.12 Deltagelse i international konference.
- 2.13 Afholdelse af 1-2 møder i følgegruppen.