

## A. Skema til ansøgning om resultatkontraktmidler

Indsatsområde (titel):	Additive fremstillingsteknologier - Innovativ værdiskabelse i dansk fremstillingsindustri	Evt. nr.:	MA2
<b>Indsatsområde kort (resumé)</b> Resumeet vil også blive brugt ved offentliggørelsen af forslaget på <a href="http://bedreinnovation.dk">bedreinnovation.dk</a>			
<p>Additive fremstillingsteknologier som 3D-print og Inkjet-printteknologier vil revolutionere produkter, værdikæder og forretningsmuligheder i den danske fremstillingsindustri. I indsatsområdet vil vi udvikle de nødvendige GTS-services, der faciliterer dette for især danske SMV'er, som efterspørger adgang til dyrt udstyr, viden og ikke mindst pilotproduktion for at kunne overvinde barriererne for industriel implementering af de forskellige additive fremstillingsteknologier.</p> <p>Dansk fremstillingsindustri er kendetegnet ved et stort SMV-segment med produktion i mindre serier, ofte i nicheområder. Fremstillingsindustrien i Danmark er i disse år midt i en digital omstilling. Additive teknologier er den naturlige produktionstekniske forlængelse heraf, og indsatsområdet skal således bidrage til, at produktivitet, agilitet og bæredygtighed fortsat kan matche efterspørgslen i det globale marked. Teknologisk Institut vil med dette indsatsområde arbejde for, at forskellige additive teknologier alene og i synergi med eksisterende produktionsplatforme muliggør det nødvendige paradigmeskift i dansk fremstillingsindustri. Danske virksomheder vil således fortsat kunne udvikle ny kosteffektiv, miljø- og ressourceoptimeret produktion af høj kvalitet inden for landets grænser. Derved sikres både arbejdspladser og CO<sub>2</sub>-reduktion samt en betydelig eksport af kvalitetsprodukter til det globale marked.</p>			
<b>1) Målsætninger, aktiviteter og indikatorer</b>			
<p>Det er Teknologisk Instituts <b>vision</b>, at additive teknologier opnår en betydende plads i dansk fremstillingsindustri, og at Danmark derigennem vil opbygge og ikke mindst sikre en kosteffektiv, fleksibel og agil, miljø- og ressourceoptimeret produktion af høj kvalitet inden for landets grænser. Med additive teknologier forstås i dette indsatsområde fremstillingsteknologier baseret på opbygning af produkter gennem tilførsel af materiale (3D-print) frem for traditionelle bearbejdningsteknologier, hvor materiale fjernes, indtil det færdige produkt står klar. Der arbejdes ikke kun med opbygning af 3D-komponenter baseret på pulverteknologier, men der vil også blive arbejdet med at tilføje 3D-komponenter helt nye egenskaber ved at pålægge tyndfilmsbelæggninger og sensorik ved hjælp af nye banebrydende vakuumbaserede teknikker og Inkjet-teknologier. Med dette indsatsområde vil vi hjælpe med til, at Danmark kan fastholde eksisterende arbejdspladser og ikke mindst skabe nye arbejdspladser, samt indbygge et nyt niveau af fleksibilitet, agilitet og robusthed i den danske fremstillingsindustri, der i tilfældet af en krisesituation kan opretholdes af nationale leverandørkæder. Den teknologiske udvikling har muliggjort en disruptiv omstilling af fremstillingsindustrien fra mere traditionel bearbejdning til nye digitale produktionsplatforme baseret på additive fremstillingsteknologier. Internationale konkurrenter implementerer i stigende omfang disse nye teknologier. For eksempel vurderer "Wohlers Report 2020", at additiv fremstilling vil fortsætte væksten<sup>1</sup>. I dag tegner additiv fremstilling sig for ca. 0,1 % af fremstillingsmarkedet, men det vurderes, at andelen vil øges til 5 %, hvilket vil betyde en omsætning på mere end 640 mia. USD på verdensplan.</p> <p>Analysen har vist<sup>2</sup>, at de største barrierer for industriel implementering af additive teknologier er adgang til viden og dyrt avanceret udstyr. Opbygning af dette kræver tid og kapital og dermed en forholdsvis stor risikovillighed. Især for danske SMV'er udgør dette en meget stor barriere. I Sverige, Tyskland, USA, UK m.fl. er der investeret flere hundrede millioner DKK fra enten offentlige eller private instanser til opbygning af stærke nationale kompetencecentre. I Danmark er der ikke rejst tilsvarende midler. Konsekvensen heraf er, at danske virksomheder ikke forbereder sig hurtigt nok på at implementere additive teknologier i den løbende</p>			

<sup>1</sup><https://wohlersassociates.com/>

<sup>2</sup><https://www.teknologisk.dk/ydelser/fremtidens-teknologier-i-danske-virksomheder/39711>

produktion, sammenlignet med internationale konkurrenter. Dermed opstår et væsentligt markedssvigt, som adresseres af dette indsatsområde.

**Slutmålet** for indsatsområdet er opbygning af en fagligt stærk og udstyrstung Test-, Demonstrations- og Udviklingsfacilitet (TDU) for industrielt anvendte additive fremstillingsteknologier. TDU'en vil komme til at dække et bredt udvalg af additive produktionsteknologier, som vil blive stillet til rådighed for især danske SMV'er. Samtidig vil TDU'en lukke et identificeret hul i markedet (markedssvigt) ved at bygge ovenpå mere end 10 års udviklingsaktiviteter, mere end 30 FoU-projekter, solid markedsindsigt og ikke mindst mere end 100 mio. DKK, som Teknologisk Institut har investeret i strategisk udvalgte state-of-the-art additive teknologier. Denne knowhow og dette udstyr vil danne fundamentet i TDU'en. Med det nye indsatsområde vil de eksisterende aktiviteter kunne blive løftet til et nyt niveau ved at fokusere på industriel implementering og nye synergier mellem de udvalgte additive teknologier. Hvor de additive fremstillingsteknologier tidligere primært har været anvendt inden for produktion af højværdi-komponenter til fx bil-, fly-, og rumfartsindustrien, vil vi med indsatsområdet bane vejen for det industrielle gennembrud i fremstillingsindustrien. Den forventede fremdrift i opbygningen af TDU'en afspejles i 5 aktiviteter og 14 konkrete delaktiviteter. Heraf forventes 6 delmål at blive afsluttet inden for det første år, mens der vil blive arbejdet videre med de resterende i hele perioden, ligesom der løbende vil blive igangsat nye aktiviteter. Konkrete delmål for år 2 vil blive defineret sidst på år 1. Herigennem sikres både agilitet og kontinuitet samt et fortsat fokus på nye områder, der er relevante for dansk industri.

Den opbyggede TDU kommer til at servicere hele værdikæden fra design, udvikling, pilotproduktion, produktion, kvalitetskontrol til dokumentation og vidensspredning. Den faglige afgrænsning er relateret til følgende additive teknologiområder og deres indbyrdes synergier:

- Industriel 3D-print baseret på powderbed-teknologier
- Tyndfilmsbelægninger baseret på PVD- og acceleratorteknologier
- Inkjet-printteknologier og sensordesign baseret på nye nanomaterialer.

#### **Samfundsmæssige effekter relateret til produktion og eksport:**

Effekter af denne nye TDU vil kunne vurderes på nedenstående industrielle tendenser:

- >30 % af danske fremstillingsvirksomheder anvender additive fremstillingsteknologier i 2024 til produktion af produkter eller i deres procesudstyr. Udgangspunkt: Det er estimeret, at der i 2020 er 25 % af de danske fremstillingsvirksomheder, der kun anvender additive teknologier til fremstilling af relativt simple prototyper<sup>3</sup> (måles via spørgeskemaundersøgelse eller via reference til uvildig undersøgelse).
- Dansk produktionsindustri anvender additive teknologier i produkter og processer, der udgør en salgsværdi >1 mia. DKK/år i 2024 (måles via interviews, spørgeskema eller via reference til uvildig undersøgelse).
- Eksport af produkter, hvor der indgår additivt fremstillede parter >300 mio. DKK i 2024 (måles via spørgeskemaundersøgelse eller via reference til en uvildig undersøgelse).
- Der er opbygget en stærk viden om additive teknologier på tværs af, en stærkt voksende målgruppe, således at >60% af de danske fremstillingsvirksomheder har fået et godt kendskab til mulighederne med additive fremstillingsteknologier i 2024. I 2020 vurderede >50% af de danske fremstillingsvirksomheder, at deres største udfordring med additiv fremstilling er manglende viden<sup>4</sup> (udviklingen måles via spørgeskemaundersøgelse, interviews eller via reference til uvildig undersøgelse).
- Nye kvalitetsvurderingsprincipper for additivt fremstillede parter har i 2024 opnået bred anerkendelse i målgruppen, således at additive parter kan vurderes på lige fod med principperne for kvalitet i traditionelt fremstillede produkter (måles via interviews).
- Større fleksibilitet og robusthed, samt hurtigere time-to-market er opnået i produktionsindustrien via integration og sammenkobling af additive processer til effektive proceskæder, der giver reduceret sårbarhed for internationalt svigt i leverandørkæderne (måles via spørgeskemaundersøgelse).

<sup>3</sup> Dansk AM Rapport 2020: [https://am-hub.dk/wp-content/uploads/2020/01/AM\\_Hub\\_katalog\\_2020\\_enkelt sider-1.pdf](https://am-hub.dk/wp-content/uploads/2020/01/AM_Hub_katalog_2020_enkelt sider-1.pdf)

<sup>4</sup> <https://www.made.dk/nyheder/ny-tendens-3d-print-er-attraktivt-for-flere-og-flere-i-fremstillingsindustrien/>

Fremdriften mod indsatsområdets slutmål (opbygningen og drift af en stærk TDU) vil kunne måles på nedenstående to grupper af indikatorer:

#### **Indikatorer relateret til teknisk udvikling og implementering i markedet:**

- 10 % flere virksomheder pr. år anvender TDU'en. Der er i 2020 ca. 150 kunder og/eller samarbejdspartnere (måles i antal virksomheder).
- TDU'en anvendes af >50 SMV'er i projektperioden (målt på antal virksomheder).
- Den kommercielle omsætning, hvor de nyudviklede services indgår, stiger løbende fra 0 kr. i 2020 og når >5 mio. kr./år i 2024 (målt på omsætning).
- Der igangsættes løbende internationale FoU-projekter, der involverer danske virksomheder. Det samlede antal >10 stk. i perioden (målt på antal indsendte ansøgninger).

#### **Indikatorer relateret til viden- og kompetenceopbygning:**

- Effektiv opkvalificering er opnået i et samlet og udvidet additiv-aktørlandskab med adgang til underleverandører og kompetent arbejdskraft (>1000 personer har deltaget i arrangementer om 3D-teknikker).
- Videnformidlingen er altid ajourført med den hastige, internationale, teknologiske udvikling relateret til de udvalgte additive teknologier (løbende samarbejde med >10 RTO'er og universiteter).
- Målet er at opnå en gearing på 2,5 via FoU-midler fra både danske og udenlandske bevillingsgivere. Gearingen for indsatsområdet var på 1,9 i 2019.

Indsatsområdets vision, delmål og slutmål fordrer, at der opbygges ny viden om additive teknologier på tværs af en stærkt voksende målgruppe, samt at viden altid er ajourført i forhold til den nyeste internationale udvikling inden for relevante additive teknologier. Dette opnås gennem 1) forskning og udvikling, 2) test, validering og standardisering og 3) vidensspredning og samarbejde som beskrevet nedenfor.

**Forskning og udvikling:** Der vil i RK-perioden blive arbejdet med optimering af 3D-print i metal og plast, udvikling og afprøvning af nye 3D-printteknologier, samt igangsættelse af FoU-projekter fokuseret på 3D-print i nye materialer, der vurderes at kunne få stor relevans for målgruppen. Nye teknologier/materialer vil blive optimeret og testet, så de indfrier industriens stigende krav. Synergimulighederne mellem forskellige additive fremstillingsmetoder og de tilhørende kvalitetskrav og kvalitetskontrolmetoder vil få særligt fokus. Inden for PVD- og acceleratorteknologier vil der blive arbejdet på at udvikle nye tyndfilmsbelægninger, der imødekommer fremstillingsindustriens behov for øget produktivitet og funktionalitet til markedsfølsomme vigtige industrielle segmenter som fx fødevarerbranchen, plastsprøjtetøbningsindustrien, medicindustrien, overfladeteknologier til grøn energi, herunder især funktionelle overflader, der muliggør bedre effektivitet af fx brintkompressorer, forøget levetid af termoelektriske materialer, overflader til katalyse m.m.

Innovationshøjden inden for 3D-Inkjet-printning vil især være udvikling af blækalternativer via nye nanomaterialer baseret på nanopartikler til fx sensordesign, som er både billigere og mere bæredygtige. Hertil kommer digitale inkjet-processer, som kan erstatte de nuværende analoge produktionslinjer baseret på traditionelt silketryk. Dette vil muliggøre ekstrem hurtig produktionsomstilling samt brug af mindre, billigere og mere bæredygtige materialer. Desuden vil der i indsatsområdet blive arbejdet med at kombinere de forskellige additive teknologier, således at der kan skabes unikke kombinationer og helt nye og banebrydende konkurrencedygtige produkter.

#### **Test, validering og standardisering:**

Der vil blive udviklet nye services, som understøtter fremstillingsindustriens behov for test, validering og standardisering på både råvarer og komponentniveau. Herunder videreudvikling af nye avancerede metoder og processer med særlig fokus på udvikling af: 1) Metallurgiske metoder, der kvalitetssikrer 3D-print i metal, 2) Residual Stress Management til optimering af proces, materialeindkøb og havarianalyser. Der vil blive arbejdet med nye laboratorieservices og rådgivning i relation til regulatoriske, sikkerhedsmæssige aspekter og standardiseringsprocedurer ved anvendelse af nye materialer i særlige segmenter som fx medico.

### **Vidensspredning og samarbejde:**

Formidling af democases er en central aktivitet i indsatsområdet og beskrevet detaljeret under aktivitet 5. Overordnet planlægges der et tæt samarbejde med forskellige aktører, fx Erhvervshusene, MADE Digital, MADE Materialer, de nye netværk fx Food & Bio Cluster Denmark, CLEAN, national klynge for life science og velfærdsteknologi, Medicon Valley Alliance (MVA), Center for industri, m.fl. Instituttet er allerede en central spiller på området dels i forbindelse med at hente ny viden til Danmark gennem internationale FoU-aktiviteter og konferencer, dels gennem etablerede netværk og strategisk samarbejde med udenlandske universiteter og RTO'er. Det forventes, at mere end 300 danske virksomheder (hovedsageligt SMV'er) vil blive inddraget i fokusering og udvikling ved at anvende de nyudviklede additive services gennem virksomhedscases, ERFA-grupper og temadage. Det forventes, at mindst 200 virksomheder gennem indsatsområdet vil have været direkte involveret i test og validering af de udviklede serviceydelser.

Opbygningen af en stærk TDU vil blive operationaliseret gennem fem aktiviteter:

#### **Aktivitet 1: Nye materialer og teknologier til additiv fremstilling (forskning og udvikling):**

Der vil blive opbygget TDU-teknologier, som ligger umiddelbart foran industriel opskalering, og som må forventes at blive efterspurgt af målgruppen både inden for 3D-print og inden for Inkjet-printteknologier. Herved får industrien en signifikant øget opmærksomhed på de muligheder, som additiv fremstilling giver, og vejen banes for en øget anvendelse af additive teknologier i deres produkter og/eller deres produktion. Slutmål: Nye materialer og teknologier til additiv fremstilling er udviklet og afprøvet i samarbejde med danske virksomheder.

Delmål 1.1 (år 1-4): Nye teknologier er testet i tæt samarbejde med målgruppen for indsatsområdet.

Delmål 1.2 (år 1): Demonstrator er færdigudviklet baseret på nyt nanomateriale, der kan anvendes til Inkjet-printet-elektronik (fx baseret på carbon eller nanotråd).

#### **Aktivitet 2: Additive funktionaliseringsteknologier/overfladeforædling (forskning og udvikling):**

Industrielt efterspurgte overfladefunktionaliteter vil blive identificeret, udviklet og afprøvet. Additive coatingteknologiske tilgange som PVD- og accelerator-teknologier m.fl. vil blive anvendt til at opnå specialiserede overfladefunktioner, der imødekommer industriens behov og krav. Aktiviteten inkluderer også udvikling og dokumentation af blæk/pastaløsninger baseret på solvotermisk/superkritisk syntese af funktionelle nanopartikler til fx printet elektronik, sensorik og medicoudstyr.

Slutmål: Der er gennemført identifikation, udvikling og afprøvning af nye teknologier til efterbehandling/funktionalisering af additivt fremstillede emner, der med fordel kan tilbydes som add-on services til dansk industri.

Delmål 2.1 (år 1): Ny slidstærk PVD-belægningen til bearbejdningsindustrien er udviklet.

Delmål 2.2 (år 1): Ny dekorativ HiPIMS-belægning til high-end-markedet er udviklet.

Delmål 2.3 (år 1): Ny accelerator/PVD-baseret belægning er udviklet.

Delmål 2.4 (år 1): Inkjet-printet demonstratorkomponent er udviklet.

#### **Aktivitet 3: Industrialisering og sammenkobling af fremstillingskæder med additive teknologier (forskning og udvikling + test, validering og standardisering):**

Der vil blive arbejdet med at sikre en bedre sammenkobling af elementerne omkring additive teknologier i fremstillingskæden – fra design og optimering, hen over fremstilling, efterbehandling og funktionalisering, til kvalitetskontrol og applikationstest.

Slutmål: En konkurrencedygtig industriel produktion med additive teknologier er demonstreret. Herunder indarbejdelse af produktspecifikationer og kvalitetskontrol (kvalitetskontrol udvikles i Aktivitet 4), som kan anerkendes bredt i målgruppen, og som objektivt kan belyse risici og derved bane vejen for skalering af additive processer og services i industrielle sammenhænge.

Delmål 3.1 (år 1): 3D-metalprintet serieproduktion er demonstreret og gjort tilgængelig for målgruppen.

Delmål 3.2 (år 1-4): Industriel produktion ved sammenkoblede additive teknologier er gjort tilgængelig som service.

#### **Aktivitet 4: Test, validering, dokumentations- og kontrolsystemer for additivt fremstillede produkter (test, validering og standardisering):**

Der vil blive arbejdet med nye laboratorieservices og rådgivning i relation til regulatoriske og sikkerhedsmæssige aspekter ved anvendelse af nye materialer i særlige regulatoriske segmenter som fx medicoområdet. En forudsætning for industriel anvendelse er valideret performance og en veldokumenteret ensartet produktkvalitet. Derfor er det altafgørende, at der etableres nye services, som understøtter fremstillingsindustriens behov for test og validering på både råvarer og komponentniveau.

Slutmål: Der er opnået anerkendelse af kvalitetsvurderingsprincipper, som objektivt kan belyse ”kvalitet” og derved bane vejen for indkøb og anvendelse af additive produkter og services i industrielle sammenhænge.

Delmål 4.1 (år 1-4): Kvalitetsvurderingsværktøjer til metalprint er udviklet og koordineret med internationalt standardiseringsarbejde.

Delmål 4.2 (år 1-4): Kvalitetsvurderingsværktøjer til klassificering af additiv overfladefunktionalisering er udviklet og koordineret med internationalt standardiseringsarbejde.

Delmål 4.3 (år 1-4): Testprotokol til validering og holdbarhedstest af Inkjet-printteknologier er udviklet.

#### **Aktivitet 5: National uddannelse og internationalt samarbejde (videnspredning og samarbejde)**

Aktiviteten vil beskæftige sig med opbygning af uddannelsesforløb, som kan sikre tilstrækkelig opkvalificering af fremstillingsindustriens arbejdsstyrke og viden, så det bliver naturligt at anvende 3D-printteknologier og overfladebelægninger. Samtidigt vil der blive fokuseret på aktiviteter, som samler internationale erfaringer og viden, der efterfølgende tilpasses danske forhold og dansk industri.

Slutmål: Stærkt netværk er opbygget og viden er delt med relevante nationale, såvel som internationale aktører inden for additive fremstillingsteknologier.

Delmål 5.1 (år 1-4): Vidnehjemtagning og formidling er gennemført inden for 3D-print.

Delmål 5.2 (år 1-4): Vidnehjemtagning og formidling er gennemført inden for belægninger og Inkjet-print.

Delmål 5.3 (år 1-4): Det er etableret et stærkt netværk inden for de udvalgte additive teknologier.

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

Additiv fremstillingsteknologi har i de seneste få år gennemgået en global markedsmodning fra forskningsidé til industrielt anvendelig og skalérbar teknologi/produktionsplatform. Kombinationer af de nye additive produktionsteknologier med funktionsoptimerede overfladebelægninger og printet elektronik vil åbne for helt nye landvindinger og konkurrenceforbedrende produkter og produktionsværktøjer i forhold til dansk fremstillingsindustri.

Flere store danske virksomheder arbejder på at integrere additive fremstillingsteknologier, men implementeringen mangler, især i SMV-segmentet, hvor viden og investeringer er store barrierer for implementering af de nye teknologier. Specielt her er det nødvendigt med let adgang til teknologi, viden og uddannelse. I dag er tilbuddene fragmenterede, og der er behov for en samlet indsats, som ikke blot favner 3D-print i gængs forstand, men flere additive teknologier, som er relevante for fremstillingsindustrien.

Teknologisk Institut er i løbende kontakt og dialog med målgruppen. Dels igennem de længerevarende og dybe relationer, der er opbygget i FoU-projekter og dels igennem de mere end 1000 kommercielt drevne kundeopgaver, som løses hvert år, og som har faglige relationer til de kompetencer og services, der udvikles i dette indsatsområde.

Målgruppen for indsatsen er danske virksomheder, som fremstiller komponenter og produkter. Det kan fx være sensorer, wearables og elektronisk hardware, men også produkter og produktionsudstyr inden for medico- og velfærdsteknologi, miljø- og energiteknologi samt fødevarerbranchen. Det er også virksomheder inden for underleverandørbranchen, såsom maskinfabriker og komponentleverandører. Samlet set vurderes det, at mindst 2.500 danske virksomheder, primært i SMV-segmentet, vil kunne drage direkte nytte af indsatsen og derigennem facilitere udvikling af nye konkurrencedygtige produkter og produktionsprocesser.

Indsatsområdet er rettet bredt mod den danske fremstillingsindustri og dækker således en lang række forskellige brancher inden for komponent- og udstyrsfremstilling, bearbejdningsindustrien, plastbranchen, medicobranschen og behovet for samspil mellem hygiejne, mikrobiologi og medicinsk udstyr. Industrien har en samlet omsætning på 240 mia. DKK. årligt<sup>5</sup>.

Additiv fremstilling ligger højt på strategidagsordenen i en række lande og internationale sammenslutninger. F.eks. har både CECIMO<sup>6</sup> (European Association of the Machine Tool Industries and related Manufacturing Industries) og Manufuture<sup>7</sup> identificeret additiv fremstilling som en teknologi, der kan sikre Europa en styrkeposition inden for fremstillingsprocesser og industrielt udstyr.

En analyse fra 2018 baseret på interview af 526 fremstillingsvirksomheder i Danmark med 10 til 1000 ansatte viser, at 71 % har brug for dokumenterede materialeegenskaber samt at 52 % af virksomhederne vurderede prisen som den vigtigste parameter for succesfuld implementering af nye produktionsmetoder. Målgruppen tilkendegiver også dette behov i flere af kommentarerne på [bedrennovation.dk](http://bedrennovation.dk) – fx skriver Senior Director, Business Transformation, Terma A/S:

*"For at sikre at Terma fortsat er verdensførende på især radar og flysystem området, er der til stadighed brug for adgang til nye materialer, nye overfladebelægninger, samt ekspertviden på et højt materialeteknologisk niveau leveret af Teknologisk Institut".*

Endvidere har en nylig rapport<sup>8</sup> (August 2020) baseret på en bigdata-analyse af forsknings- og patentaktiviteter inden for teknologiområder identificeret avancerede materialer som et strategisk vigtigt område for Danmark. Nærværende indsatsområde matcher dermed et stort og anerkendt behov for at understøtte danske virksomheder med stærke materiale- og produktionsteknologiske tiltag.

### 3) Markedssvigt og konkurrencesituation

Industriell implementering af additive teknologier kræver adgang til viden, udstyr og produkter, som er udviklet og designet med henblik på at udnytte de additive teknologiers fordele. Opbygning af dette kræver tid og kapital og dermed risikovillighed, som især for danske SMV'er udgør en meget stor barriere. Som nævnt i afsnit 1 er der i Sverige, Tyskland, USA, UK m.fl., hvor erhvervsstrukturen er en anden, enten investeret flere 100 mio. DKK af offentlige midler i større nationale kompetencecentre (UK<sup>9</sup>+USA<sup>10</sup>) eller multinationale virksomheder har i fællesskab investeret flere 100 mio. DKK i at opbygge egne kompetencecentre (D<sup>11</sup>+S<sup>12</sup>).

I Danmark er der ikke blevet rejst tilsvarende midler, hverken private eller offentlige. Konsekvensen er, at de danske virksomheder ikke forbereder sig hurtigt nok på at implementere additive teknologier i den løbende produktion, sammenlignet med vores internationale konkurrenter. Der er derfor brug for centraliserede tiltag. Dette understøttes bl.a. af flere tilbagemeldinger på [bedrennovation.dk](http://bedrennovation.dk):

3D Innovation: *"AM er dyrt, ens investering er forældet i løbet af et år og kræver ressourcer at holde kørende ... Så den store udfordring er at få industrien til at tænke anderledes ..."*. Der er derfor brug for at hjælpe industrien med at overkomme viden- og investeringsbarrierer, som markedet ikke selv løser.

#### Konkurrencesituationen

Danske virksomheder har længe haft adgang til kommercielle services, der tilbyder 3D-print i polymermaterialer, primært til prototyper og i stigende grad til små serieproduktioner, dels via danske servicebureauer som fx Damvig og Davinci 3D og dels via stærke konkurrenter i UK, S, D, NL m.fl.

Danske virksomheder er generelt gode til at gribe nye ideer og fx anvende 3D-print i plast til udvikling og småserieproduktion. Det ses ved, at der er god vækst hos virksomheder, der tilbyder disse mere eller mindre

<sup>5</sup> <http://www.dst.dk/pukora/epub/upload/17956/11erh.pdf>

<sup>6</sup> <https://www.cecimo.eu/machine-tools/additive/>

<sup>7</sup> [http://www.manufuture.org/wp-content/uploads/ManuFUTURE\\_SRIA\\_2030\\_Vfinal.pdf](http://www.manufuture.org/wp-content/uploads/ManuFUTURE_SRIA_2030_Vfinal.pdf)

<sup>8</sup> Verdens førende tech-regioner. Danmarks styrkepositioner i et globalt perspektiv (ATV Aug. 2020, ISBN87-7836-103-6)

<sup>9</sup> <http://www.the-mtc.org/>

<sup>10</sup> <https://www.americamakes.us/>

<sup>11</sup> <https://dmrc.uni-paderborn.de/>

<sup>12</sup> <https://amexci.com/>

standardiserede services. 3D-print i plast udgør dog kun en begrænset markedsmulighed for danske virksomheder. Derfor fokuserer indsatsområdet på at modne de næste teknologier og teknologikombinationer som fx metalprint, elektronikprint og avancerede acceleratorprocesser. Samarbejdet med de eksisterende kommercielle plast 3D-print leverandører er således vigtigt for næste bølge af innovative additive teknologier, der er foran markedet og derved ikke konkurrenceforvridende.

Der er ikke nogen danske virksomheder, som udvikler nye materialer eller foretager procesudvikling, test eller validering af printede elektroniske komponenter på prototypeniveau, som der findes i mange andre europæiske lande som S, UK, NL, D m.fl.

Der er p.t. ingen private aktører, som tilbyder acceleratorteknologier, 3D-print i metal, forskningsbaseret PVD-udvikling, digital printet elektronik og/eller services, der kan dokumentere, at kvaliteten følger industrielle standarder. Hertil kommer, at der derfor heller ikke er aktører i Danmark, der kombinerer de forskellige teknologier for derigennem at udvikle nye, innovative og banebrydende produkter.

Teknologisk Institut samarbejder tæt med store virksomheder (Danfoss, Grundfos, Novo m.fl.) og en lang række SMV'er, som geografisk er placeret i alle egne af Danmark. Via input herfra, suppleret med input fra Grand Solution, Horizon 2020 og Eurostars-projekter m.fl., følger Institutet den internationale udvikling tæt. Institutet afsøger dermed løbende nye niches og muligheder, hvor det giver faglig og økonomisk mening med en fælles international RTO-involvering. Alle nye satsningsområder og tilhørende investeringer kommer derved til at ligge foran markedet. Som eksempel herpå kan nævnes det nyligt bevilligede H2020-projekt "EUR3KA", som har til formål at udnytte additive fremstillingsteknologier til at skabe mere robuste leverancekæder i forbindelse med produktion af medicoudstyr.

De udviklede ydelser og services indgår løbende i de normale leverancekanaler for Teknologiske Institut: Udvikling af nye ydelser, der ligger foran markedet, opbygges med støtte fra offentlige midler igennem projekter m.m. De udviklede ydelser overgår herefter til Teknologisk Instituts kommercielle forretning og tilbydes på nye markeder, som endnu ikke er modne til at tage imod de nyudviklede services. Når de mest succesfulde ydelser med tiden bliver commodities, overtages den kommercielle omsætning af andre aktører i markedet. Tidsperspektivet herfor er 3-5 år efter de udviklede services alt afhængig af servicens kompleksitet. Som det fremgår af kommentarerne på [bedreinnovation.dk](http://bedreinnovation.dk) (>150) er der fortsat et stort behov for at støtte især SMV'erne med at implementere og kombinere additive teknologier i nye produkter, processer og løsninger. Hermed indikeres et klart markedsbegreb og en bekræftelse af behovet for en GTS-drevet indsats som beskrevet i dette indsatsområde.

Udvalgte citater fra [bedreinnovation.dk](http://bedreinnovation.dk):

- Elplatek: *"Vi er utroligt glade for det samarbejde vi har med Teknologisk, det har strakt sig over snart 10 år, og det har i den grad været med til at udvikle vores virksomhed. Det er altid kompetente folk, og deres udstyr-/apparatpark kan løse stort set alle opgaver"*.
- V. Bech & Co A/S: *"Som SMV er det vigtigt at have adgang til de nyeste udviklingstiltag inden for materialer, 3D-print og ikke mindst nye og forbedrede tyndfilmsbelægninger baseret på PVD-processer. Dette er altafgørende for, at vi kan øge produktiviteten og bibeholde arbejdspladser i Danmark"*
- Cortex: *"For en højteknologisk SMV som Cortex, er det afgørende, at der er adgang til den seneste knowhow, kompetencer og faciliteter for at sikre effektiv og konkurrencedygtig udvikling af vores produkter og dermed forretning"*.
- Thürmer Tools: *"Hos Thürmer Tools har vi til stadighed brug for adgang til den nyeste viden om avancerede materialer, nye overfladebelægninger og 3D-print! Det er særlig vigtigt, at vi følger med i den rivende udvikling, der er inden for feltet – derfor finder vi især denne aktivitet yderst relevant og ser meget gerne at den igangsættes"*.
- Adimant: *"Danske virksomheder har ikke i samme grad som i f.eks. D, UK og F taget teknologien til sig, selvom en del kunne opnå gode gevinster ved det. For at få flere med er det afgørende at have et stærkt videnscenter i DK, en funktion som Teknologisk Institut gennem mange år har varetaget. Det er vigtigt at instituttet også fremadrettet kan være med helt fremme i udviklingen, f.eks. via projekter som dette"*.

#### 4) Vidensspredning og inddragelse i indsatsområdet

Teknologisk Institut har et løbende samarbejde med et bredt udsnit af særligt den danske fremstillingsindustri, dels igennem kommercielle opgaver og dels via konferencer, OpenLabs, artikler, sociale medier m.v. Indsatsområdet sikres derved en løbende og solid vidensspredning i flere retninger inden for alle aktiviteterne. Dette finder typisk sted i samarbejde med fx MADE, Samfundspartnerskaberne (på sigt de nye nationale klynger), brancheforeninger m.v.

Gennem en bred formidling (fx Metal Supply, Teknovation, GTS-nettet, Jern & Maskinindustrien, Plastpanorama, TI's hjemmeside, LinkedIn m.m.) er det målet at nå ud til mere end 200.000 personer i relevante målgrupper. Det forventes, at arbejdet vil resultere i mindst fire peer review-artikler og mere end 10 indlæg eller posters på konferencer og mere end 40 artikler/nyhedsbreve i danske fagblade. Det sidste vil præsentere nye muligheder og vellykkede cases til relevante virksomheder.

Hertil kommer, at de medfinansierede, langvarige FoU-projekter typisk også har indbygget formidlingsforpligtelser, som ligger ud over den faglige afgrænsning af dette indsatsområde.

##### **Følgegruppe**

Målgruppen vil blive inddraget i indsatsområdets aktiviteter i forbindelse med udvikling af nye services og opgaver. Nye teknikker inden for additive teknologier vil blive afprøvet i markedsnære cases. Den primære inddragelse, hvor der vil kunne udvikles nye teknikker og services, vil forekomme igennem R&D-projekter, som aktiviteten medfinansierer, og hvor der bred deltagelse fra virksomheder og andre aktører i markedet.

Teknologisk Institut vil tilknytte 6-10 beslutningstagere i en følgegruppe. Gruppen sammensættes således, at der er mindst to medlemmer, der har indsigt i både tekniske udfordringer og markedsviden i hvert af de additive teknologiområder, der arbejdes med.

Indsatsområdets bredde gør, at der arrangeres individuelle møder med følgegruppe-interessenter 1-3 gange pr. år med det formål at præsentere planer og resultater, at modtage konstruktive input til justering af indsatsen og det fremtidige fokus samt at undgå konkurrenceforvridning. Møderne kan foregå fysisk i forbindelse med andre arrangementer, ved besøg eller virtuelt.

Som nævnt i afsnit 6 vil nationale såvel som internationale spillere i viden- og innovationssystemet blive inddraget i udviklings- og formidlingsarbejdet.

#### 5) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

Indsatsområdet bygger videre på opbygget viden og resultater fra tidligere resultatkontrakter og over 100 mio. DKK-investeringer i allerede installeret state-of-the-art udstyr og teknologier. Teknologisk Institut har haft strategiske aktiviteter inden for additive teknologier i mere end 30 år og har til stadighed udviklet nye services, der ligger foran markedet. Additive teknologier er dermed ikke et nyt område for Institutet, men ligger i et område med stort udviklingspotentiale både på det fundamentale område og i særdeleshed på det markedspotentialer, hvor der til stadighed udvikles nye løsninger for at matche den voksende industrielle efterspørgsel. Omend kun i begrænset omfang er flere og flere additive teknologier industrielt implementeret i Danmark. At opnå industriel skalering fordrer ”trial and error” forsøg, som kan afdække muligheder, praktiske problemer (barrierer) og behov for kvalitetskontrol m.m. Der vil derfor blive igangsat FoU-aktiviteter med fokus på at udvikle nye services, som markedet forventes at efterspørge inden for 1-3 år. Aktiviteterne vil derfor i særlig grad blive gearret med FoU-projekter, hvor banebrydende resultater vil blive genereret i samarbejde med førende internationale forskningsgrupper.

##### **De væsentligste barrierer for succesfuld implementering:**

1. At danske virksomheder, især SMV'er, ikke ser fordelene og dermed ikke ønsker at allokere tilstrækkelige ressourcer til at komme i gang med additive teknologier.
2. At prisen på fremstilling vha. additive teknologier ikke kan bringes til at matche cost versus benefit.
3. For langsom opskalering af uddannelsesprogrammerne for relevante medarbejdere i industrien.



4. At kvaliteten af emner fremstillet vha. additive teknologier ikke lever op til industriens krav og specifikationer.
5. At standardisering af de additive teknologier ikke når til et niveau, hvor krævende markedssegmenter ønsker at bruge teknologierne.
6. At TDU'en bliver overhalet, og dermed overflødiggjort, af disruptive teknologier og/eller banebrydende aktiviteter fra internationale virksomheder/videninstitutioner.

#### **Tiltag der adresserer barriererne for succesfuld implementering:**

- 1) - 2) Adresseres ved, at der arbejdes tæt sammen med følgegruppen og andre kerneinteressenter, således at der løbende kan igangsættes aktiviteter, som matcher industriens krav til kvalitet, pris, standardisering m.m.
- 3) Adresseres ved, at der udvikles og tilpasses formidlingsservices, der bliver let tilgængelige for danske virksomheder, fx gennem uddannelse, online træning og forløb med udvalgte pilotvirksomheder, der efterfølgende formidles som succescases.
- 4) - 5) Adresseres ved løbende at udvikle kvalitetsparadigmer på baggrund af stigende krav fra industrien, og at dette gøres i tæt samarbejde med Dansk Standard og internationale standardiseringsorganisationer.
- 6) Adresseres ved løbende at gennemføre "Teknologi Scouting" og deltage i internationale samarbejder, der giver adgang til den nyeste viden og de nyeste aktiviteter på det internationale state-of-the-art-niveau.

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

Aktiviteterne vil løbende blive justeret og afstemt med fremstillingsindustriens materialeteknologiske udfordringer og behov bl.a. gennem AM-LINE, MADE FAST og MADE Materials Fast Track aktiviteterne<sup>13</sup>. Derudover vil samarbejdet med flere af nedenstående nationale, såvel som internationale videninstitutioner og universiteter blive intensiveret gennem bl.a. fælles FoU-projekter.

Samarbejdet vil dels foregå i langvarige Innovationsfond-støttede GS-projekter, Eurostars- og H2020-projekter, der søges medfinansieret i dette indsatsområde og dels i kortvarige, nationale og industrinære projektaktiviteter, som gennemføres uden medfinansiering, men som alligevel støtter op omkring indsatsområdet.

Nationale videninstitutioner (Primært GS og H2020): Aarhus Universitet, Aalborg Universitet, Syddansk Universitet, Danmarks Tekniske Universitet, Københavns Universitet.

Internationale universiteter og RTO'er (Primært GS og H2020): Fraunhofer (D), TNO (NL), CPI(UK), CEA List (FR), Itene (ES), Linköping Universitet (S), Polytechnic University of Turin (IT), CANOE (F), VTT (Fin), Sintef (N), RISE (S), Tekniker (ES), AIMEN (ES), Tecnia (ES), m.fl.

Nationale netværk (primært kortvarige, nationale og industrinære projekter): MADE, DAMRC, Plastgruppe 77, Dansk Metallurgisk Selskab, Dansk Keramisk Selskab, ATV-SEMAPP, AM-HUB, m.fl.

Klynger: Energiteknologi, Avanceret Produktion, Miljøteknologi, Life Science og Velfærdsteknologi.

GTS-institutter: Indsatsområdets aktiviteter er koordineret og klart afgrænset efter aftale med Force Technology, der har valgt at fokusere på fremstilling og kvalitetskontrol relateret til "store" additivt fremstillede metal komponenter produceret med laser-cladding teknologi.

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

Teknologisk Institut står stærkt inden for en række forskellige additive teknologier og har investeret massivt i udstyr og faciliteter, som understøtter en produktionsplatform baseret på additive teknologier. Det omfatter 3D-print i et bredt spektrum af materialer, processer og efterbearbejdnings-teknologier til industrielle produkter, coatinglaboratorier, tyndfilmsudstyr og accelerorteknologier til funktionalisering af overflader samt udstyr og processer til udvikling/produktion af nanomaterialer og digital printning af elektroniske komponenter. Endvidere har Institutet en stor FoU-portefølje og et solidt netværk, der sikrer, at teknologierne løbende vil blive videreudviklet.

Det understøttes af test og verifikationsudstyr i hele proceskæden fra idé til valideret slutprodukt. Der er opbygget såvel en udstyrsplatform som en medarbejderstab med unikke kompetencer og internationalt netværk

<sup>13</sup> <http://www.made.dk>

i forhold til at understøtte industriens implementering af de nye teknologier. I dag har Teknologisk Institut en internationalt anerkendt styrkeposition som førende RTO- og kompetencecenter inden for både 3D-print, printet elektronik og funktionelle overfladebelægninger.

Udviklingen er båret af høj forskningsbaseret faglighed og tæt samarbejde med industrien kombineret med teknologisk infrastruktur i industriel skala samt samarbejde med videns- og uddannelsesinstitutionerne, nationalt, såvel som internationalt. Det har givet Teknologisk Institut en unik position og forudsætning for fortsat at løfte indsatsen. Danske virksomheder, specielt SMV'er har ikke på samme niveau adgang til netværk, kompetencer og udstyr, hvorfor dette indsatsområde kan tilføre dansk fremstillingsindustri et - set i det globale konkurrenceperspektiv - meget vigtigt produktionsteknologisk løft.

En nødvendig barriere at overvinde for at lykkes med initiativet er, at vi formår at skalere uddannelsen af relevante medarbejdere til industrien. Derfor sættes specielt fokus på aktiviteter, som øger samarbejdet med relevante uddannelsesinstitutioner, så de både motiveres og klædes på til opgaven.

## **8) Konkrete aktiviteter**

### **Aktivitet 1: Nye materialer og teknologier til additiv fremstilling (forskning og udvikling)**

Aktivitet 1.1: Den teknologiske udvikling for 3D-print følges tæt. Nye teknologier og nye materialer, som vurderes relevante for målgruppen, hjemtages og testes i en dansk kontekst. Udvælgelse og test vil blive gjort i tæt samarbejde med målgruppen.

Aktivitet 1.2: Baseret på en efterspurgt sensorik eller elektronisk anvendelse vil der blive arbejdet på at udvikle nye nanomaterialer, der kan anvendes til Inkjet-printning (fx baseret på carbon eller nanotråd).

### **Aktivitet 2: Additive funktionaliseringsteknologier/overfladeforædling (forskning og udvikling)**

Aktivitet 2.1: Forøget produktivitet i bearbejdningsindustrien søges opnået gennem udvikling af nye slidstærke belægninger.

Aktivitet 2.2: Nye design-features til high-end markedet (design, audio/video, etc.) udvikles på basis af en ny dekorativ HiPIMS (High Power Impulse Magnetron Sputtering)-belægning.

Aktivitet 2.3: Udvikling af mindst en ny funktionel belægning baseret på acceleratorteknologi fx til forbedret slip ved sprøjttestøbning.

Aktivitet 2.4: Udvikling af industrirelevante demonstratorkomponenter baseret på Inkjet-teknologier.

### **Aktivitet 3: Industrialisering og sammenkobling af fremstillingskæder med additive teknologier (forskning og udvikling + test, validering og standardisering)**

Aktivitet 3.1: 3D-metalprint serieproduktion på TDU demonstreres og pilotproduktionskapaciteten gøres tilgængelig for målgruppen.

Aktivitet 3.2: Der arbejdes på at udvikle kosteffektiv industriel produktion vha. sammenkoblede teknologier.

### **Aktivitet 4: Test, validering, dokumentations- og kontrolsystemer for additivt fremstillede produkter (test, validering og standardisering)**

Aktivitet 4.1: Der udvikles kvalitetsvurderingsværktøjer til metalprint. Arbejdet koordineres med internationalt standardiseringsarbejde, bl.a. relateret til hygiejne og rengøringsvenlighed.

Aktivitet 4.2: Der udvikles kvalitetsvurderingsværktøjer til klassificering af additiv overfladefunktionalisering som koordineres med internationalt standardiseringsarbejde relateret til fx antimikrobielle effekter.

Aktivitet 4.3: Der udvikles nye testprotokoller til validering og holdbarhedstest af printede elektronikkomponenter, baseret på elektriske, miljømæssige og mekaniske test.

### **Aktivitet 5: National uddannelse og internationalt netværkssamarbejde (videnspredning og samarbejde)**

Aktivitet 5.1: Der gennemføres videnhjemtagning og formidling af nye tiltag inden for 3D-print. Resultaterne gøres transparente og tilgængelige via en kursusportefølje, tekniske indlæg, artikler og OpenLabs.

Aktivitet 5.2: Der gennemføres vidnehjemtagning og formidling af nye tiltag inden for HiPIMS-belægninger, acceleratorteknologer, printet elektronik m.m.

Aktivitet 5.3: Der arbejdes på at opbygge et netværk, som er tilpasset behovene, dels fra de nuværende aktører i 3D-print landskabet, og dels nye behov, som må forventes at komme fra de mange nye industrivirksomheder, der i de kommende år vil begynde at anvende 3D-print.

## **9) Finansiering**

RK-finansiering af indsatsområdet:

**43.500.675 kr.**