



## A. Indledende oplysninger:

- Indsatsområde: Additive fremstillingsteknologier - Innovativ værdiskabelse i dansk fremstillingsindustri
- Institut: Teknologisk Institut
- Titel (som dækker indholdet af aktiviteterne): Additive fremstillingsteknologier - Innovativ værdiskabelse i dansk fremstillingsindustri
- Nummerering (af aktivitetsbeskrivelsen): MA2-1
- Version: 4
- Periode (forventet start- og sluttidspunkt): 01.01.2024 – 31.12.2024
- Kontaktperson: Mikkel Agerbæk

## B. Ændringer (evt.):

Angiv her hvis en planlagt aktivitet er ændret i forhold til en tidligere offentliggjort version. Hvis det er første gang aktiviteten beskrives på [bedreinnovation.dk](https://bedreinnovation.dk), kan dette punkt udelades

Aktiviteten fortsætter som planlagt, og nærværende beskrivelse uddyber hvilke aktiviteter, der vil blive gennemført i 2024.

## C. Beskrivelse (overskrifter):

**Mål:** *Hvorfor?* Hvad er målet for aktiviteterne? Hvordan bidrager de til det overordnede mål for aktivitetsområdet?

Den teknologiske udvikling har muliggjort en disruptiv omstilling af fremstillingsindustrien fra mere traditionel bearbejdning til nye digitale produktionsplatforme baseret på additive fremstillingsteknologier som 3D-print og Inkjet-printteknologier. Disse teknologier har potentiale til at revolutionere produkter, værdikæder og forretningsmuligheder i den danske fremstillingsindustri. I indsatsområdet vil der blive arbejdet med at udvikle de nødvendige GTS-services, der faciliterer dette for især danske SMV'er, som efterspørger adgang til dyrt udstyr, viden og ikke mindst pilotproduktionskapacitet for at kunne overvinde barriererne for industriel implementering af de nye additive fremstillingsteknologier.

**Indhold:** *Hvad skal der ske?* Hvilke(n) konkret(e) aktiviteter udføres

Der har i 2023 været god fremdrift på alle aktiviteterne. Af væsentlige resultater kan nævnes:

- 
- Udvikling og indkøring af 4 nye parametersæt til metal 3D-print (440C, genbrugs-titan, 316L-90um og CuCr1Zr-90um).
- Udvikling og indkøring af CO2e beregner for 3D-print
- Demonstration af 3D-print design optimering vha. avancerede værktøjer/software
- Integration af bæredygtige materialer i membrane switch produktion demonstreret
- Printet elektronik demonstreret til trykt varmelement på tekstil
- Kortlægning foretaget af områder hvor PFAS skal udfases, samt vurdering af hvilke områder PVD-belægninger kan være en mulig substitution
- Simulering udført af PVD-processer til vurdering af optimale geometrier under coating-processen, egnetheden af PVD-coating mv.
- Vidnehjemtagning samt videnspredning ved messer/konferencer/workshops gennemført

Færdiggjorte aktiviteter

- Delmål 2.1 (år 3): Energireducerende lav-friktions PVD-belægninger til produktionsindustrien.
- Delmål 2.2 (år 3): Specialiserede high-end overfladeløsninger med nye funktionaliteter til high-tech industrien.
- Delmål 2.3 (år 3): Reduceret ressourceforbrug til produktion af PVD-belægninger.



- Delmål 2.4 (år 3): Udvikle løsninger til optimering og effektivisering af plastsprøjteprocesser med fokus på en grøn omstilling.
- Delmål 2.5 (år 3): Udvikling af industrirelevante printet elektronik demonstratorkomponenter

I 2024 bygger vi videre på 2023 aktiviteterne samt igangsætter en række nye.

### **Aktivitet 1: Nye materialer og teknologier til additiv fremstilling**

Den internationale udvikling inden for 3D-print i metal følges tæt. Nye teknologier og nye materialer, som vurderes relevante for målgruppen vil blive hjemtaget og testet i en dansk kontekst. Udvælgelse og test vil blive gjort i tæt samarbejde med målgruppen:

- Specifikke teknologier som "Cold Spray", "Directed Energy Deposition" og "Binder Jetting" der giver anledning til hurtigere og billigere 3D-print vil være i fokus.
- Indenfor 3D-print materialer vil vi primært have fokus på materialer til termiske og elektriske applikationer, da vi ser stor efterspørgsel på dette til brug indenfor den bæredygtige omstilling. Specifikt vil der blive lavet undersøgelser på kobber- og aluminiumlegeringer.
- Indenfor printede sensorer og elektronik vil der blive udviklet nye materialer baseret på fx kobber, kulstof eller nanotråd, da disse kan øge performance og bæredygtigheden af de printede komponenter.

### **Aktivitet 2: Additive funktionaliseringsteknologier/overfladeforædling**

Der arbejdes med udvikling af nye lav-friktionsbelægninger til produktionsindustrien baseret på fx diamant-lignende kulstofbelægninger samt nye specialiserede high-end overfladeløsninger til bl.a. high-tech markeder. Fokus er på unikke nye egenskaber der kan opnås vha. overfladefunktionalisering (PVD, ion-implantering etc.).

For at sikre konkurrencedygtige PVD-belægninger med mindst mulig miljøbelastning vil der fokuseres på at reducere ressourceforbruget i PVD-processerne, såsom energi og materialer. Der udvikles overfladeløsninger, der understøtter den grønne omstilling indenfor plastsprøjteindustrien. Dette kan fx opnås gennem forbedrede slipegenskaber eller øget genanvendelse. Hertil kommer udvikling af industrirelevante demonstratorkomponenter baseret på print-teknologi, fx printede sensorer integreret i tekstiler og bandagematerialer.

Nye 2024 delmål:

- Delmål 2.1 (år 4): Udvikling af PVD-baserede overflade-løsninger, der kan løse kritiske problemstillinger for dansk industri
- Delmål 2.2 (år 4): Reduceret energiforbrug til produktion af PVD-belægninger.
- Delmål 2.3 (år 4): Videreudvikling af overflader med slip-egenskaber til plastsprøjtestøbning via optimering af ionimplanteringsprocesser.
- Delmål 2.4 (år 4): Udvikling af industrirelevante e-tekstil demonstratorer ved hjælp af printprocesser.

Vi vil:

- Udvikle forbedrede carbon-baserede belægninger med bl.a. øget slidstyrke til industrien
- Afklare muligheder for at udbyde og udvikle PVD-coatings til PFAS-substitution
- Udvikle avanceret simulering af tyndfilmsvækst og PVD-processer
- Reducere energiforbrug til produktion af PVD-belægninger
- Udvikle PVD overflade-løsninger til særlige high-tech applikationer indenfor fx medico/life science, kvanteteknologi, energi, overfladeløsninger inde i rør mv.



- Udvikle ny overflade-funktionalisering vha. ionimplantering af PVD-coatings til plastsprøjttestøbeværktøjer med forbedret processtabilitet: Udføre tests med iltimplantering i CrN med fx N<sub>2</sub>O eller andre kilder.
- Demonstrere EEG e-Tekstile sensorer med dansk virksomhed
- Demonstrere e-Tekstile varme element med dansk virksomhed
- Demonstrere biometriske sensor(er) med dansk virksomhed

### **Aktivitet 3: Industrialisering og sammenkobling af fremstillingskæder med additive teknologier**

3D-metalprint serieproduktion vil blive demonstreret, og pilotproduktionskapaciteten gøres tilgængelig for målgruppen. Der vil her blive arbejdet med at udvikle kosteffektiv industriel produktion vha. sammenkobling af teknologier på langs af produktionskæden.

Nye 2024 delmål:

- Delmål 3.1 (år 4): 3D-metalprintet serieproduktion er demonstreret og gjort tilgængelig for målgruppen

Der vil blive udviklet modeller for en bedre sammenkobling af hele værdikæden med 3D-print (teknologi-screening, designoptimering, materialeindkøring, print, post-processering og kvalitetssikring) således at de tekniske aspekter bedre kan kobles til den forventede effekt, virksomhederne kan opnå ved implementering af 3D-print i form af forbedret økonomi, resiliens og bæredygtighed.

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

Der udvikles kvalitetsvurderingsværktøjer til metalprint. Arbejdet koordineres med internationalt standardiseringsarbejde.

- Vi vil undersøge overensstemmelse mellem nye designmetoder som nTopology cellestrukturer samt topologioptimering og de materialeegenskaber, såvel statiske som dynamiske, disse giver anledning til. Desuden vil der være en række aktiviteter indenfor temaet "Digital Fremstilling og Digital Certificering", da vi oplever markant øget interesse indenfor reduktion af mekaniske tests, som potentielt kan suppleres/erstatte af "digitale tests" baseret på data fra maskinerne.

Der vil blive udviklet kvalitetsvurderingsværktøjer til klassificering af additiv overfladefunktionalisering som koordineres med internationalt standardiseringsarbejde.

- Vi vil udvikle PVD-belægninger samt testmetoder til elektrisk isolation/korrosionsbeskyttelse, inkl. udvikling af kombinationsbelægning med metaloxid- og PVD-coating.

Der vil blive udviklet nye testprotokoller til validering og holdbarhedstest af printede elektronikkomponenter, baseret på elektriske, miljømæssige og mekaniske tests.

- Specifikt vil vi benchmarke printet folie elektronik med standard flex-PCB teknologi samt samle og udvikle protokoller til tests af e-Tekstiler.

### **Aktivitet 5: National uddannelse og internationalt netværkssamarbejde**

Der gennemføres videnhjemtagning og formidling af de nye tiltag indenfor 3D-print. Resultaterne gøres transparente og tilgængelige via en kursusportefølje, tekniske indlæg, artikler og OpenLabs.

- Videnspredning og formidling forventer vi at afholde i samarbejde med centrale organisationer på 3D-print området samt klynger/netværk med interesserede medlemmer.



Fx forventes at holde sessioner i regi af Dansk AM Hub, CenSec og MADE hvor resultater formidles bredt

- Mht. videnhjemtagning vil dette primært foregå fra de store internationale messer og konferencer indenfor 3D-print – f.eks. FormNext og Metal Additive Manufacturing Conference

Der gennemføres videnhjemtagning og formidling af nye tiltag inden for HiPIMS-belægninger, acceleratorteknologier, printet elektronik m.m. Videnhjemtagning og -formidling foregår bl.a. via:

- Fortsat aktiv deltagelse i FunMat-konsortiet
- Konferencer (fx oplæg på ICMCTF-konferencen 2024)
- En-dagsseminar omkring tribologiske problemstillinger i dansk industri og academia på AU

Der bidrages til netværk, som er tilpasset behovene, dels fra de nuværende aktører i additiv manufacturing landskabet, og dels nye behov, som forventes at komme fra de mange nye industrivirksomheder, der vil begynde at anvende additiv manufacturing.

- Vi vil fortsætte de stærke netværk, vi har etableret indenfor "3D-print til MedTech" og "3D-print til Fødevarerindustrien". Herudover holdes tæt kontakt til andre interessenter – fx følgegrupperne i Dansk AM Hub samt MADE-initiativerne.

**Aktører:** Hvem udfører aktiviteterne? Hvilken afdeling af instituttet? Evt. hvilke eksterne parter er med? (Videninstitutioner, virksomheder, erhvervsorganisationer, myndigheder eller andre.)?

Aktiviteten bæres af divisionen "Materialer". Indsatsen vil løbende blive justeret og afstemt i forhold til fremstillingsindustriens materialeteknologiske udfordringer og behov, som indhentes gennem bl.a. MADE FAST og MADE Materiale-aktiviteterne. Derudover vil der blive samarbejdet med nedenstående videninstitutioner, universiteter og netværk:

**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, Plast-gruppe 77, Dansk Metallurgisk Selskab, Dansk Keramisk Selskab, ATV-SEMAPP, Dansk AMHub, m.fl.

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

**Sammenhæng med andre projekter** (evt.): Indgår aktiviteten i andre eksternt finansierede projekter?

Aktiviteten vekselvirker med F&U projekter og en række mindre projekter. De vigtigste heraf er:

Indenfor 3D-print området er der overlap med projekterne DILAPRO, ROLIAC, DISCMAM, AM2pC, DMS NEXTGEN, Valkyrie og Huginn, som bredt understøtter udviklingen af såvel designoptimering, automatisering og digital certificering indenfor printteknologi.

Indenfor Printet Elektronik området er der overlap med projekterne Sustain-a-Print, AVATAR, BIOMAC, EECONE, & SAFARI, der understøtter bl.a. udvikling af bæredygtige materialer til grøn printet elektronik samt reduktion af elektroniskrot.



**Følgegruppe:** Har følgegruppen forholdt sig til aktiviteten? I så fald hvordan? Hvis ikke, hvornår forventes følgegruppen at blive præsenteret for aktiviteten? (Dette sidste bør kun gælde under opstarten af indsatsområdet)

Følgegruppen for indsatsområdet er etableret og har minimum 2 møder pr. år. Projektleder har informeret følgegruppen om 2024 aktiviteter. Næste møde er datasat til 8/2-24 og her kan de give yderligere input i forhold til samarbejdsmuligheder og deres kendskab til markedets behov. Følgegruppen bliver løbende spurgt, om de vurderer risiko for konkurrenceforvridende aktiviteter og det har indtil videre ikke været tilfældet.

**Formidling af resultater (evt.):** Hvordan/hvor kan interesserede virksomheder og andre få viden om resultaterne af aktiviteterne? (Anføres/tilføjes hvis det ikke allerede fremgår af beskrivelsen ovenfor, f.eks. ved links til konferencer, hjemmeside, publikationer etc.)

De opnåede resultater vil blive formidlet via konferencer, OpenLabs, sociale medier (fx LinkedIn, Teknologisk Instituts hjemmeside), samt gennem en række artikler (fx Metal Supply, Teknovation, GTS-nettet, Jern & Maskinindustrien, Plastpanorama, Aktuel Elektronik m.fl.).

I hele projektperioden 2021-2024 vil der udkomme fire peer review-artikler og mere end 10 indlæg eller posters på konferencer og mere end 40 artikler/nyhedsbreve i danske fagblade.