

Indsatsområde (titel):	Længe leve produkter og materialer	Evt. nr.:	FORCE 06
-------------------------------	------------------------------------	------------------	----------

Indsatsområde kort (resumé)

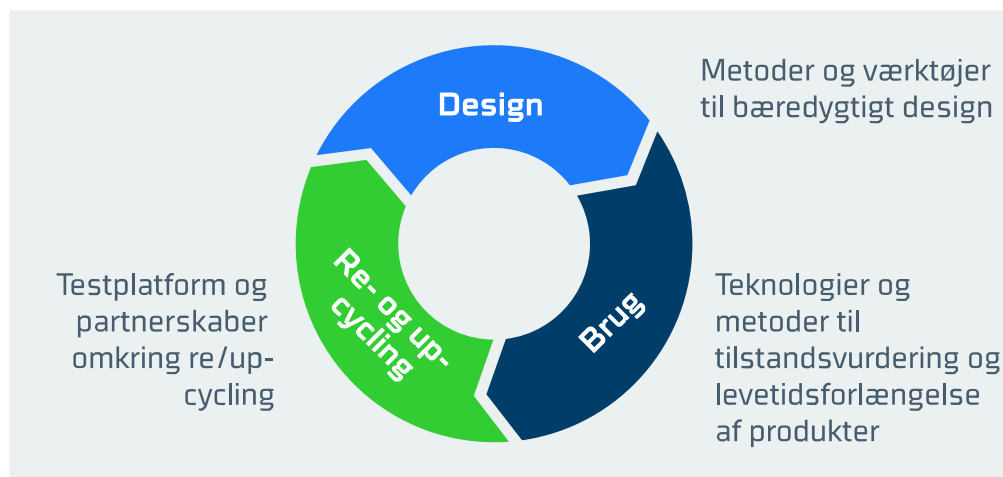
Indsatsområdet vil understøtte klimalovens krav om 70 % reduktion i udledning af drivhusgasser i 2030 og klimaneutralitet i Danmark og EU ved at tage afsæt i anbefalingerne fra bl.a. Klimapartnerskabet for Affald, Vand og Cirkulær Økonomi samt nuværende og kommende europæisk og national regulering for bl.a. genanvendelse, særligt med fokus på elektronik- og maskinindustrien.

Indsatsområdet vil udvikle teknologiske services indenfor bæredygtigt design af produkter, muligheder for optimering af produkters levetid i brugsfasen samt muligheder for at konvertere materialer til nye råvarer via re/up-cycling. Det skal bidrage til, at industrien kan imødekomme fremtidens krav til design af bæredygtige produkter og støtte dansk elektronik- og maskinindustri i en omstillingsproces, der har fokus på at optimere ressourceforbrug og udnytte mulighederne i cirkulære løsninger.

1) Målsætninger, aktiviteter og indikatorer

Produkter og materialer skal leve længere, hvis vi skal reducere klimabelastningen og minimere forbruget af nye ressourcer. Det er et af de grundlæggende principper i den cirkulære økonomi, der står højt på den politiske dagsorden i EU såvel som i Danmark¹, og som et stigende antal virksomheder ventes at tage til sig. Omstillingen til en mere cirkulær økonomi er en ambitiøs udfordring, der kræver både tekniske, systemiske, juridiske og adfærdsmæssige ændringer, men det er også en unik mulighed som, hvis den håndteres rigtigt, kan reducere ressource- og CO₂-forbruget og skabe vækst og arbejdspladser². Beregninger har samlet set estimeret, at omlægningen til en cirkulær økonomi i 2035 kan reducere udledning af CO₂ med 3-7 %, øge nettoeksporten med 3-6 % og Danmarks BNP med 0,8-1,4 %³.

Visionen med indsatsområdet er at udvikle værktøjer, processer og metoder, der kan give virksomheder indenfor elektronik og maskinindustrien et signifikant løft i forhold til målsætningen om en mere cirkulær økonomi.



Med indsatsområdet vil FORCE Technology omsætte CØ-visioner til konkrete indsatser med fokus på **bæredygtigt design** af produkter, muligheder for optimering af produkters levetid i **brugsfasen** samt muligheder for at konvertere brugte materialer til nye råvarer via **re/up-cycling**.

Udvikling, test og demonstration af teknologier og metoder til at opnå dette er en helt central ambition med indsatsområdet.

Effekterne knytter sig til den CO₂-reduktion og ressourceeffektivitet, der opnås igennem bæredygtigt design, lang levetid, genanvendelse af materialer og re/upcycling af affald. Råvarer og forarbejdede

¹ 'Den Europæiske Grønne Aftale' COM (2019) 640; 'Circular Economy Action Plan', EU 2020; 'Erhvervsfremme i Danmark 2020-2023', Danmarks Erhvervsfremmebestyrelse, 2019; 'Strategi for Cirkulær Økonomi', Regeringen 2018; Klimapartnerskab for Produktionsvirksomhed (2020), Klimapartnerskab for Affald, vand og cirkulær økonomi (2020)

² 'Towards a sustainable Europe by 2030', EU COM(2019)22

³ 'Potential for Denmark as a circular economy', Ellen MacArthur Foundation, juni 2015

materialer udgør over 50 % af produktionsomkostningerne i danske industrivirksomheder⁴, og en større materialeeffektivitet vil derfor slå positivt igennem både ift. ressourceforbrug, klimabelastning og økonomi. Hvis levetiden på forbrugerelektronikprodukter som vaskemaskiner, støvsugere, bærbare computere og smartphones i EU kan forlænges med blot et år vil besparelsen være 4 mio. ton CO₂ årligt i 2030⁵. Levetidsforlængelse har en betydelig effekt ift. at reducere det klimaaftryk, der er forbundet med produkternes produktion, distribution og bortskaffelse.

Som eksempel på effekter af levetidsforlængelse indenfor maskinindustrien kan nævnes et stempel i en skibsmotor, der iht. producentens anvisninger har en gennemsnitlig levetid på ca. 35.000 timer. Et skib har typisk op til 20 stempler, der udskiftes 2 gange i motorens levetid (ca. 100.000 timer), hvorefter stemplet kasseres. Hvis levetiden på stemplet kan forlænges med 50 %, kan både omkostninger og ressourceforbrug isoleret set reduceres med en tredjedel. Udover en bedre materialeudnyttelse, vil der også være besparelser på vedligeholdelsesomkostninger, da udskiftnings- og inspektionsintervaller kan reduceres.

Resultaterne af de teknologier, løsninger og metoder, der udvikles, vurderes i forhold til bæredygtighed ud fra en livscyklustankegang baseret på beregninger af relevante indikatorer som fx. CO₂, hvor ressourceeffektivitet, øget levetid, genanvendelsespotentiale m.m. dermed reflekteres i beregningerne.

Væsentligste aktiviteter og forventet årlig fremdrift

Følgende forsknings- og udviklingsaktiviteter gennemføres:

- **Metoder og værktøjer til bæredygtigt design af produkter** under hensyntagen til kommende krav, branchespecifikke standarder og industriens ønsker om udvikling af nye produkter med en bæredygtig profil.
- **Teknologier og løsninger til tilstandsvurdering af produkter** i brugsfasen med henblik på tidlig forebyggelse af spild ved præventiv udskiftning, skader og nedbrud samt muligheder for reparation.
- **Teknologier og metoder til levetidsforlængelse af produkter**, herunder metoder til genopretning af materialers styrke og robusthed, opdatering af produkter via software og/eller firmware m.v.
- **Opbygning af testplatform og partnerskaber omkring recycling af forskellige typer af materialer med fokus på kemisk recycling.** I denne aktivitet vil der ligeledes indgå elementer fra 'bæredygtigt design' med henblik på mulighed for logistisk separering af materialer.

Alle aktiviteter vil indeholde demonstrationsspor og blive gennemført med inddragelse af industrien. En løbende formidlingsindsats i samarbejde med de kommende klynger og igennem klubber, netværk, artikler, workshops m.v. samt en årlig konference vil bidrage til at sikre, at vi kommer bredt ud til målgrupper og værdikæder.

For aktiviteterne under indsatsområdet er den overordnede plan at fokusere indsatsen i det første år på etablering af partnerskaber med universiteter og følgegruppe samt opstart og afgrænsning af aktiviteter. Det første år vil omfatte identifikation af komponenter, der er levetidsbegrænsende, kortlægning af komponenter med potentiale for levetidsforlængelse og afdækning af muligheden for design af integrerede komponenter til tilstandsmonitorering og -tracking. Den planlagte tidlige involvering skal medvirke til at kunne accelerere implementeringen af metoderne i dansk industri og derigennem foregribe klimamål og regulatoriske krav. De efterfølgende år to og tre målrettes udviklingen teknologier, metoder og værktøjer indenfor de listede aktiviteter ovenfor, der efterfølgende testes, optimeres og valideres i år fire, således at serviceydelse er tilgængelige i forlængelse af kontrakten.

Samlet for perioden vil indsatsområdet have følgende indikatorer for værdi og succes:

- 20 samarbejdspartnere. Indsatsområdet vil etablere og løbende udvide økosystemet med samarbejdsrelationer til danske og internationale videncenter og organisationer.
- 8 mio. kr. FoU-omsætning ansøgt. Indsatsområdet vil, for at styrke økosystemet og samarbejdsrelationerne, sikre en øget FoU-indsats gennem ansøgning af min. fire FoU-projekter i partnerskaber omkring indsatsområdet. Budgettet angiver FORCE Technologys andel heraf.
- 600 aktive virksomhedsrelationer. Indsatsen vil, baseret på en samlet vidensspredningsplatform, have et højt ambitionsniveau for aktiv deltagelse fra erhvervslivet (fx følgegrupper, demonstrationsprojekter, deltagelse i arrangementer, webinarer m.m.). Dertil kommer en omfattende øvrig vidensspredning (artikler, webtrafik, SoMe m.m.)

⁴ 'Sammen skaber vi vækst' DI's 2030 plan, 2019

⁵ 'Cool Products don't cost the earth', European Environmental Bureau, sept. 2019.

2) Indsatsens relevans og potentiale

Der er potentialer i omlægningen til en cirkulær økonomi generelt for industri og samfund, og specifikt for elektronik- og maskinindustrien, der er blandt Danmarks stærkeste erhvervsområder målt på evne til at skabe værdi⁶. Det er to eksporttunge brancher med stort potentiale for at udnytte mulighederne i en omstilling til en mere cirkulær økonomi⁷. De producerer typisk produkter, hvor sikkerhed og pålidelighed har afgørende betydning. Produkterne skal som udgangspunkt holde længe og vil derudover i mange tilfælde være mere komplekse produkter sammensat af forskellige typer af materialer, herunder materialer af høj værdi. Samtidigt er det brancher, der leverer dele ind til de fleste andre danske industrier, og derfor har betydning for implementeringen af elementer indenfor cirkulær økonomi og for industriens samlede klimaafttryk.

Målgruppen omfatter virksomheder og værdikæder indenfor:

- **Elektronikindustri** inkl. IT og medical devices. Branchen har 4.985 virksomheder og omsætter årligt for 74 mia. kr.⁸. Den helt overvejende andel af virksomheder (4.950 virksomheder) er SMV'er med færre end 250 ansatte⁹.
- **Maskinindustrien**. Avanceret maskinfremstilling er et bredt erhvervsområde, der omfatter værdikæder fra fremstilling af råmaterialer til færdige maskiner og produktionsudstyr. Med ca. 7.500 virksomheder og 4,9 % af beskæftigelsen er maskinindustrien det næststørste erhvervsområde i Danmark.

Der vil være særlig fokus på klassiske danske styrkepositioner indenfor måle- og styreelektronik samt produkter og udstyr indenfor farma, biotek & medico, IT, grøn energi- & miljøteknologi, avanceret maskinfremstilling og den maritime sektor. Målgruppen er producenter til de fleste af Danmarks Erhvervsfremmebestyrelses udpegede styrkepositioner og deraf instrumentel for omstilling.

Derudover omfatter målgruppen den del af **affalds- og ressourceindustrien**, der er involveret i indsamling, sortering og oparbejdning af produkter og ressourcer.

Elektronik- og apparatindustrien står, med introduktionen af nye harmoniserede EU-standarder for cirkulær økonomi, overfor øgede krav om design af produkter med lang levetid samt bedre muligheder for reparation, opgradering, vedligeholdelse, genbrug og genanvendelse.

Danmark er et af de lande i verden, der smider mest elektronikaffald ud, i alt knap 40 mio. kg om året. En ny rapport fra FN viser, at mængden af elektronikaffald globalt stiger med et par mio. tons om året med en forventning om, at mængderne globalt vil stige til 74 mio. tons i 2030¹⁰. De stigende mængder forklares med højere efterspørgsel på elektronik, kortere levetid på elektroniske produkter og manglende mulighed for at få repareret sine ting. Derfor skal nye internationale og horisontale krav til måling af holdbarhed, muligheder for genbrug, reparation og genanvendelse samt tilstedeværelsen af kritiske stoffer i elektroniske produkter i de kommende år implementeres både i en lang række eksisterende og nye produktspecifikke standarder¹¹. Det skal bidrage til at sikre, at bæredygtighed går hånd i hånd med robusthed, sikkerhed og pålidelighed. Øgede krav og nye standarder betyder også øgede muligheder. Danmark er kendetegnet ved primært at producere kvalitetselektronik, uanset om det er til forbrugere eller professionelle, og derfor vil fokus på udvikling af elektronik designet med lang levetid og mulighed for 'repairable by design' give konkurrencemæssige fordele ift. de producenter, der primært laver billigt og udskifteligt udstyr.

Analyser peger ligeledes på, at **maskinindustrien** har et stort uudnyttet potentiale ift. omstillingen til en mere cirkulær økonomi. Maskinindustrien har i perioden 2006-2016 haft den største relative stigning i omsætningen i dansk erhvervsliv¹² og er samtidig en af de brancher, der har det højeste forbrug af stål og andre metaller¹³. Hvor stort set al stål, som er den vigtigste råvare i industrien, i dag genanvendes, er der

⁶ 'Erhvervsmæssige styrkeområder', Udarbejdet for Erhvervsstyrelsen, IRIS 2019, juni 2019 – Kortlægning af erhvervsstyrker i dansk erhvervsliv

⁷ 'Potential for Denmark as a circular economy', Ellen MacArthur Foundation, June 2015

⁸ 'Strategi for cirkulær økonomi', Miljø- og Fødevarerministeriet og Erhvervsministeriet, september 2018

⁹ 'DI Digital branchestatistik 2017 dækkende fremstilling af computere og kommunikationsudstyr, fremstilling af andet elektronisk udstyr og telekommunikation'

¹⁰ Analyse baseret på NACE og JP branchedata fra Experian Business Insights samt FORCEs kundedata fra perioden 2015 – 2017

¹¹ UN 'The Global E-waste Monitor 2020 Quantities, flows, and the circular economy potential'

¹² 'Rapport om gennemførelse af handlingsplan for den cirkulære økonomi', COM (2019) 190

¹³ 'Erhvervslivets sektorer', Statistisk årbog 2017, Danmarks Statistik

¹⁴ 'Ressourceproduktivitet i dansk industri', DAMVAD A/S (2013)

store uudnyttede potentialer indenfor både 'remanufacturing' (genfremstilling) og 'refurbishment' (genopretning), hvor det estimeres, at værdiskabelsen kan øges med helt op til 1,9 mia. kr. årligt i 2030, hvis man formår at udvikle de rette kompetencer, forretningsmodeller og teknologier og foretage de nødvendige omstillinger¹⁴. Andre analyser har ligeledes peget på, at der er væsentlige besparelser at hente igennem monitorering og tilstandsvurdering kombineret med forbyggende vedligehold, der kan reducere maskiners nedetid med 30-50 % og øge levetiden med 20-40 %¹⁵. Effekter og potentialer der også er påpeget inden for elektronikindustrien (jf. pkt 1.)

Indsatsområdet vil være en løftestang for de reduktionspotentialer, der skitseres i klimapartnerskaberne og for realiseringen af de vækstmuligheder, der knytter sig til udvikling og anvendelse af grønne og bæredygtige produkter og løsninger¹, samt til FN's verdensmål nr. 12: 'Responsible Consumption and Production'.

Aktiviteterne i indsatsområdet er designet konkret til at imødekomme 6 af 14 anbefalinger fra Klimapartnerskabet for Affald, Vand og Cirkulær Økonomi: "1. Længere produktlevetider og øget genbrug; 2. Øget brug af genanvendte materialer; 3. Cirkulære forretningsmodeller; 4. Skift til nye materialer; 5. Mindsket spild; 10. Øget og bedre genanvendelse af affald"¹⁶.

Relevans og værdiskabelse

Målgruppens behov er afdækket igennem analyser og dialog med producenter og kunder til elektronik- og maskinindustrien ifm. den igangværende Resultatkontraktperiode, herunder Advisory Boards, igennem FORCE Technologys klubaktiviteter samt afholdelse af workshops. Dertil kommer 73 unikke, positive og konstruktive kommentarer på Bedreinnovation.dk.

De allerede gennemførte interviews og forprojekter med relevante virksomheder har vist, at mange virksomheder i dag står på tærsklen til at skulle gennemføre omfattende ændringer eller implementeringer i retning af en mere cirkulær økonomi. Men især mange SMV'er savner viden, erfaringsopbygning og udvikling af metoder, der kan rykke virksomhederne målbart videre og støtte virksomhederne i en omstillingsproces. Som det udtrykkes af **Rasmus Banke, Banke ApS**: "*Vi er kisteglade for at FORCE har valgt cirkulær økonomi, som afsæt for deres satsning...*".

Samstemmende fra alle interviewede personer og kommentarer på Bedreinnovation.dk lyder det, at initiativet til indsatsområdet passer godt med virksomhedernes strategi for fremtiden. Det gælder både i store virksomheder som Siemens Gamesa, der fremhæver at "*bæredygtighed, og herunder resource-effektivitet [er] et centralt aspekt, når vi designer og fremstiller fremtidens vedvarende energikilder*", **Jonas Pagh Jensen, Siemens Gamesa Renewable Energy**, og i mindre virksomheder som Nørsgaard Engineering ApS: "*Bæredygtighed, genanvendelighed og levetid er afgørende i morgendagens apparater, for at minimere klimaaftrykket*", **Jakob K. Nørsgaard, CTO, Nørsgaard Engineering ApS**

Især fremhæves **det helhedsorienterede perspektiv, der ligger i cirkulær økonomi**, hvor design (hardware og software), anvendelse, skrotning og genopbygning bliver afdækket.

- "*Der er et kæmpe potentiale i at sammentænke reliability, safety, expected service life med refurbishment og maintenance strategier. Men det kræver udvikling af praktiske, pragmatiske og simple værktøjer der kan anvendes igennem udviklingsprocessen.*", **Claus Rømer Andersen, Rømer Consulting ApS**
- "*Det er en ædel kunst at designe og fremstille et produkt således at: Funktion – Levetid – materialeforbrug – Recycling går op i en højere enhed. Derfor er alle tiltag til bedre innovation – integreret design – og ikke mindst realistiske levetidstest meget vigtige parametre.*", **Arne Riis, RIISCON**

Muligheder for **lang levetid og levetidsforlængelse** er i fokus i mange af kommentarerne (30 ud af 73) på Bedreinnovation.dk. Det gælder ift. design af pålidelige produkter med lang levetid:

- "*Der er et presserende behov for at udvikle metoder som kan hjælpe virksomheder i alle størrelser til at udvikle holdbare og pålidelige produkter, som kan tjene kunderne så længe som de ønsker*", **Thomas Young Olesen, Grundfos**

¹⁴ 'Potential for Denmark as a circular economy', Ellen MacArthur Foundation, June 2015

¹⁵ 'Industry 4.0 – an opportunity to realize sustainable manufacturing and its potential for a circular economy', E. Blunck & H. Werthmann, 2017

¹⁶ 'Klimapartnerskabet for affald og vand, cirkulær økonomi', Regeringens klimapartnerskaber, marts 2020

- *"Lang levetid er en af grundstenene i bæredygtighed. Derfor er det vigtigt med gode designværktøjer og metoder til at f.eks. identificere og forstå f.eks. udslidningsmekanismer"*, **Lasse Larsen, Bitzer Electronics**
- *"...netop værktøjer, der er med til at sikre pålidelighed, og dermed lang levetid for de enkelte komponenter (herunder elektronikken), er centrale i vores udviklingsproces helt fra starten .."*, **Nicholaj Ager Hansen, Living Energy International**

Det gælder også ift. udvikling af metoder til levetidsforlængelse, hvor produktsikkerhed er et helt centralt krav:

- *"Vi er interesserede i at udnytte den fulde levetid af komponenter i stedet for at købe nyt hver gang vi dokker eller overhaler vores skibe. Men vi vil helst gøre det med en sikkerhed for, at vi ikke får havari."*, **Steen Lykke Pedersen, Mærsk Supply Service**
- *"Hvis [vi] kan forbedre levetiden og pålideligheden gennem monitorering og test, og måske samtidig skubbe til grænserne for hvad der kan rekonditioneres er det [projektet] et spændende område"*, **Jacob Handberg, M.Sc. Mech. Eng., IWE, MAN-Energy Solutions**

Behovet for **løsninger til genanvendelse** er et andet stort tema blandt kommentarerne, hvor både udviklingen af nye teknologier og det at kunne følge produkterne fremhæves:

- *"Fiberline Composites fremstiller profiler af fiberarmeret plastkomposit. Vi har gennem mere end 20 år engageret os i at finde løsninger på genanvendelse af disse materialer, og ser fortsat et stort behov for projekter, der kan drive denne udvikling videre"*, **Benedikte Jørgensen, Supply Chain Manager, Fiberline Composites**
- *"... livscyklus tracking og tilstandsmonitorering af produkter [vil] ofte være centrale forudsætninger for at kunne genbruge, refurbishe eller gensælge produkter/komponenter."*, **Brian Vejrum Waehrens, Ålborg Universitet**

Flere virksomheder udtrykker ønske om, at indsatsområdet ikke blot vil betyde en tiltrængt forskel på den tekniske formåen ift. design og genanvendelse, men at der også bliver skabt et fundament eller en 'hub' for en **praktisk og pragmatisk implementering af metoderne i industrien**.

3) Markedssvigt og konkurrencesituation

Omstillingen til en mere cirkulær økonomi foregår i et tæt samspil mellem en række aktører, herunder producenter og aftagere af produkter i hele værdikæden, produkt- og affaldsregulering, standarder og godkendelser m.v. Omstillingen til cirkulær økonomi kræver forandringer i flere led af værdikæden, der ligger udenfor den enkelte virksomheds kontrol. Som uvildigt GTS-institut kan FORCE Technology bidrage med en helhedsorienteret tværfaglig tilgang i spændingsfeltet mellem udvikling, implementering og godkendelse/standardisering. En opgave, der kan være svær at løfte for individuelle aktører på markedet. Det gælder særligt SMV'er, der indgår i værdikæder og typisk ikke har ressourcer og kompetencer til at løfte og udnytte de muligheder, der knytter sig til den grønne omstilling¹⁷.

Med indsatsområdet har FORCE Technology rettet fokus mod to industrier, der rent teknisk er tæt forbundet med instituttets kompetenceområder og faciliteter opbygget igennem en lang årrække. Det giver mulighed for at give virksomheder indenfor elektronik og maskinindustrien et løft ift. målsætninger om ressourceoptimering og cirkulær økonomi med afsæt i en bred og dyb faglighed og materialeteknisk viden, der både vil have betydning for virksomhederne selv og deres brug af underleverandører, rådgivere og udviklingspartnere. Dialog og samarbejde med virksomheder inden for recycling industrien skal ligeledes bidrage til at øge viden og udforske metoder til nedbrydning og genanvendelse af udtjente produkter og materialer. Dermed kan FORCE Technology bidrage til det økosystem, der beskæftiger sig med mere generiske elementer af cirkulær økonomi både med en fagteknisk vinkel og faciliteter, der ikke leveres af andre på markedet. Indsatsen vil sikre, at virksomheder igennem omstilling kommer til at øge efterspørgslen efter markedsmodne ydelser, nye materialer og rådgivning.

Aktiviteterne under indsatsområdet vil blive gennemført i samarbejde med universiteter, klynger og andre aktører inden for økosystemet (jf. pkt. 6). Ydelserne vil blive leveret til slutbrugerne i målgruppen samt virksomheder indenfor rådgiversegmentet. En løbende dialog med industrien, både ifm. aktiviteter knyttet

¹⁷ Jf. 'Markant satsning på grøn og cirkulær omstilling i SMV'er skal styrke dansk erhvervslivs konkurrencekraft' Erhvervsstyrelsen, 2019

til involvering og videnspredning og igennem følgegruppen (jf. pkt. 4), skal bidrage til at sikre, at de udviklede ydelser er i tråd med, og ikke i konkurrence med, industriens og markedets behov.

4) Videnspredning og inddragelse i indsatsområdet

Indsatsrådets aktiviteter udvikles i løbende dialog med repræsentanter for målgruppen igennem bl.a. følgegruppen, SPM¹⁸ (knap 60 virksomheder fra målgrupperne), EMC¹⁹-klubben (ca. 100 virksomheder), relevante deltagere i MADE (Manufacturing Academy Denmark) samt i de kommende klynger. Det gælder primært Energy Cluster Denmark, klyngen for Avanceret Produktion og Danmarks Miljøteknologiske Klynge, men viden fra indsatsområdet vil også være relevant for mange af de øvrige klynger, som FORCE Technology har et tæt samarbejde med. Inden for indsatsrådets temaer forventes igangsat nye erfa-grupper.

Danske virksomheder fra målgruppen, herunder de virksomheder, der har tilkendegivet interesse for at deltage i indsatsområdet, vil blive inddraget i **demonstrationsprojekter** ifm. udvikling og demonstration af nye teknologier, metoder og værktøjer. En større gruppe af rederier har allerede givet tilsagn om at stille skibsmotorer til rådighed for felttest af reconditionerede stempler. Erfaringsmæssigt er demonstrationsprojekter meget effektive værktøjer i forhold til udvikling, test og afprøvning af nye værktøjer og metoder i umodne anvendelser og med til at bane vejen for den praktiske anvendelighed, der er afgørende for en bredere implementering.

Der vil blive udarbejdet en årlig **kommunikations- og formidlingsplan** for indsatsområdet, som vil udmønte de konkrete formidlingsaktiviteter for året. Indsatsrådets resultater formidles gennem min. to årlige workshops for relevante deltagere fra elektronik- og maskinindustrien og andre interesserede samt en årlig 'cirkulær økonomi' konference, hvor udvalgte elementer fra hele projektet præsenteres. Konferencen afholdes i samarbejde med klyngerne og andre relevante aktører og forventes at tiltrække op til 100 deltagere fra elektronik- og maskinindustrien samt relevante dele af fremstillingsindustrien. Derudover afholdes fem-ti indlæg for i alt 200-300 deltagere om året i forbindelse med eksternt arrangerede konferencer, seminarer og kurser, og en serie af webinarer vil også blive udbudt.

Aktiviteterne vil desuden blive gennemført i samarbejde med **brancheorganisationer**, fx Dansk Industri, WindDenmark, CenSec og Danish Cloud Community og de kommende klynger indenfor energi, avanceret produktion og miljøteknologi for at nå bredt ud til virksomheder indenfor elektronik- og maskinindustrien med særlig interesse for indsatsområdet. Derudover vil vi samarbejde med andre relevante aktører, herunder nationale og internationale netværk, fx SPM Management, Confederation of European Environmental Engineering Societies m.fl. samt relevante myndigheder indenfor regulering og affaldshåndtering.

Indsatsrådets resultater vil også blive formidlet via artikler i tidsskrifter og nyhedsbreve m.v., og samlet set forventer FORCE Technology med indsatsområdet at nå ud til ca. 3.000 danske virksomheder årligt.

I forbindelse med indsatsområdet er der på forhånd etableret en bredt sammensat **følgegruppe**. Deltagerne vil løbende bidrage til at afstemme behov og retning for de teknologiske services og bidrage til videnspredning. Der er tale om centrale personer i virksomheder, der har en særlig interesse i indsatsområdet og kan bidrage med forskellige kompetencer og vinkler. I sin opstart vil gruppen have følgende medlemmer: Managing director Rasmus Banke, Banke ApS.; Professor Frede Blaabjerg, AAU Energiteknik; Jørgen Kejlberg, Nordic Firefly; Senior Manager Thomas Young Olesen, Global Technology Services, Grundfos; CEO Lars Juhl Frandsen, Nordic Computer (repræsenterer Nordic Cloud Community), M.Sc. Mech. Eng. Jacob Handberg, IWE, MAN-ES; Professor Erik Gydesen Søgaard, AAU; Mechanical Engineer Svenning K. Grønbæk, Maersk Drilling.

Følgegruppen vil løbende blive suppleret og udskiftet i takt med udviklingen og behovet, fx med myndigheder og affaldsorganisationer, når industrimedlemmerne har igangsat følgegruppens fokus.

5) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

¹⁸ Sammenslutningen for Pålidelighed og Miljøteknik/Reliability Management

¹⁹ ElectroMagnetic Compatibility

Med de seneste års politiske visioner, strategier og handlingsplaner er der for alvor sat tempo på omstillingen i virksomheder og samfund i retning af en mere cirkulær økonomi. Vi er stadig i en tidlig fase af cirkulær økonomi, hvor strategier og intentioner skal omsættes til konkrete indsatser. Som det fremhæves i Danmarks Erhvervsfremmebestyrelses strategi, kræver omstillingen ny viden, nye kompetencer og nye samarbejder på tværs. Det er en udfordring, særligt for Danmarks mange SMV'er²⁰. Ift. bæredygtigt design og levetidsforlængelse af produkter er der mange hensyn, der skal afbalanceres, og det er en kompleks optimeringsudfordring ift. at opfylde virksomhedernes behov ifm. udvikling af bæredygtige produkter. Det kræver ofte valg, der indebærer inddragelse af mange eksterne aktører i værdikæden, hvilket både kan være en væsentlig barriere men også nødvendigt for at realisere netop en cirkulær effekt.

Indsatsområdet tager afsæt i universiteternes nyeste forskning indenfor området og sigter på at skabe praktiske anvendelige løsninger og værktøjer målrettet målgruppen. Desuden udvikles der nye teknologier og processer til nedbrydning og genanvendelse af hidtil problematiske restfraktioner.

I forbindelse med **designfasen** af produkter er det ambitiøse mål at udvikle praktiske metoder og værktøjer til bæredygtig design af produkter indenfor elektronik- og maskinindustrien målrettet nye kombinationer af lang levetid og muligheden for reparation, opgradering, vedligeholdelse, genbrug og genanvendelse under hensyntagen til kommende krav og nye branchespecifikke standarder.

Indsatsområdets aktiviteter omkring levetidsforlængelse vil, som noget nyt, dels arbejde med udvikling af metoder til identifikation og levetidsmodellering af komponenter med begrænset levetid i elektronikindustrien. Desuden udvikles metoder til levetidsforlængelse ved at udnytte integrerede dele af det elektroniske kredsløb som en slags 'sensorer', der kan indgå i en kontinuert overvågning af elektronikken. Det vil give viden om tilstanden af elektronikken samt nødvendigheden af reparation eller egentlig 'refurbishment'.

Muligheder for levetidsforlængelse via softwareopdateringer er et andet område, som industrien i stigende grad er optaget af. Der er en række sikkerhedsaspekter forbundet hermed, herunder særligt behov for udvikling af et fundament, der sikrer, at det er den rigtige software, der kommer fra den rigtige kilde (og ikke bliver inficeret undervejs ved hacking eller ved uheld). Endelig skal der udvikles metoder til livscyklus tracking og tilstandsmonitorering af produkter samt generelle metoder til at sikre, at levetidsforlængelse, særligt ift. elektronik, som indgår i styring og monitorering af infrastruktur (fx jernbane, kraftvarmeværker, offshore energi og skibsfart) ikke går ud over funktionalitet, sikkerhed og opfyldelse af myndighedskrav.

Rekonditionering af udtjente komponenter, der på nuværende tidspunkt bliver kasseret og erstattet af nye komponenter, er et centralt område indenfor maskinindustrien. Indenfor visse mekaniske og elektromekaniske komponenter er det ikke en ny tankegang, fx ifm. genopbygning af elektrisk, roterende udstyr, men på mange områder, hvor de anvendte materialer nedbrydes af slid, korrosion eller indre strukturmæssige skader, arbejdes der pt. ikke med genanvendelse. Der er derfor et stort potentiale i genopbygning og dermed en betydelig gevinst i form af levetidsforlængelse, særligt for store, dyre komponenter, men også for mindre komponenter i stort antal. Der arbejdes pt. i mindre projekter på at demonstrere, at genanvendelse af specifikke komponenter, der normalt er kassable, kan oparbejdes/rekonditioneres gennem varmebehandling eller anden bearbejdning til nær ny tilstand. I andre tilfælde, hvor forebyggende vedligehold er planlagt, bliver komponenter udskiftet periodisk for at imødegå uventede driftsstop. Det betyder, at mange komponenter ikke har nået den forventede levetid ved udskiftning. En synergieffekt ved at opbygge viden om nedbrydnings- og genopbygningsmodellerne er, at der også vil være mulighed for at arbejde med avancerede ikke-destruktive metoder som fx akustiske emissioner til at afsløre status i levetidscyklus under drift. Det giver bedre muligheder for at udnytte hele komponentens levetid.

Det ambitiøse mål er gennem tæt kontakt til industrivirksomheder at skabe overblik over komponenter, der er rekonditionsrentable, demonstrere på udvalgte komponenter, at det er teknisk muligt at bringe dem tilbage til nær ny tilstand, afdække om det er muligt at anvende ikke-destruktive metoder til at give advarsel om strukturel levetid samt at etablere en forretningsmodel for beregning af cost/benefit samt LCA-potentiale.

Muligheder for genanvendelse af produkter, hvor levetiden er opbrugt, afhænger af en række faktorer, herunder særligt produkternes design og materialesammensætning, tilgængelige egnede genanvendelsesteknologier samt logistikkæder og markeder for genanvendte komponenter/materialer. Over de sidste par år er der i Danmark og udlandet etableret projekter og virksomheder, der arbejder med at

²⁰ 'Erhvervsfremme i Danmark 2020-2023', Danmarks Erhvervsfremmebestyrelsen, 2019

genanvende eller nedbryde særligt vanskelige fraktioner som fx kompositmaterialer til brugbare bestanddele fx brændstof, konstruktionsmaterialer eller støjskærme. Under indsatsområdet vil FORCE Technology arbejde med nye kemiske konverteringsteknologier baseret på pyrolyse, katalyse, solvolyse og superkritisk CO₂ samt kombinationer heraf, der kan omdanne fx kompositmateriale, men også andre materialer, til råvarer, der kan indgå i genanvendescirklen. Affaldsprodukterne vil igennem en række forskellige processer blive nedbrudt til et niveau, hvor restprodukterne primært kommer til at bestå af de oprindelige grundbestanddele. Teknologien vil blive testet på kompositmaterialer, men også på fx elektronik og batterier med henblik på at afdække, om genanvendelsesgraden af de levetidsopbrugte komponenter kan blive større ved at anvende denne metode sammenlignet med andre metoder.

Udfordringer, risici og barrierer

"Hvor brugt er egentlig 'brugt'?" [det spørgsmål] SKAL kunne besvares kvantitativt for X produkt før man kan afgøre genanvendelighed... om det så er på komponentplan eller blot materialerne i sig selv", Jacob Becker-Christensen, CEO, LINX Association

Spørgsmålet, som er rejst på Bedreinnovation.dk, illustrerer, at der er udfordringer forbundet med udviklingen af løsninger indenfor cirkulær økonomi. Komplekse produkter med mange dele og materialer gør cirkulær økonomi ekstra relevant men også særligt komplekst og vanskeligt. Det gælder både ift. den tekniske udvikling af værktøjer og metoder, fx til vurdering af den optimale levetid for specifikke produkter, men det gælder i lige så høj grad de forretningsmæssige potentialer, der skal bane vejen for nye løsninger. Det skal give mening ud fra både et bæredygtigheds- og forretningsmæssigt perspektiv, og der er derfor også risici knyttet til, at de udviklede metoder ikke viser den cost/benefit, der er nødvendig for at implementere dem. Beregninger og vurderinger kombineret med inddragelse og dialog med virksomheder og andre interessenter undervejs i projektet, skal bidrage til at reducere risici og sikre det størst mulige udbytte.

Der er også en mere konkret risiko forbundet med virksomhedernes engagementet i de demonstrationsprojekter, der skal danne grundlag for udviklingen af nye løsninger. Mulighed for at afsætte den nødvendige tid og ressourcer, timing ift. virksomhedernes egne aktiviteter, opgør med veletablerede drifts- og vedligeholdelsesplaner, tillid til nye metoder m.m. Dialog og nøje udvælgelse af virksomheder til demonstrationsprojekter skal være med til at reducere disse risici.

Tidshorisont for serviceydelse

Serviceydelser indenfor både design og metoder til levetidsforlængelse forventes at blive udviklet, testet og afprøvet i løbet af de første tre år, således at udvalgte delydelser kan stilles til rådighed for markedet i løbet af kontraktens fjerde år, mens der ifm. andre ydelser vil være fokus på validering i år fire. Mht. udvikling af metoder til kemisk recycling, vil fokus i kontrakten være 'proof of process/technology' ud fra en samlet bæredygtighedsvurdering, da implementeringen af nye metoder indenfor dette område er forbundet med en langt større systemisk kompleksitet.

6) Indsatsområdets kobling til videns- og innovationssystemet

For at etablere et stærkt økosystem og videnbroaktiviteter har indsatsområdet som udgangspunkt etableret samarbejde med en række centrale videncenter på området. **Der vil under indsatsområdet være samarbejde med følgende universiteter, der besidder stærke kompetencer indenfor de listede områder:**

- AAU Energiteknik omkring design af lang levetid og levetidsvurderinger af effektelektronik samt i mindre grad energioptimering.
- DTU Mekanik ifm. maskinkomponenter.
- AAU Institut for Kemi og Biovidenskab omkring teknologier til nedbrydning af kompositmaterialer.
- DTU Energi omkring batterier. Samarbejdet bidrager til at udnytte kompetencer og testfaciliteter samt samler og nyttiggør viden på området, så den kan komme industrien til gavn.

Indsatsområdet vil desuden blive gennemført i samarbejde med **brancheorganisationer**, fx WindDenmark, Maskinindustrien, DI m.fl. og i tæt samarbejde med de kommende **klynger** indenfor energi (Energy Cluster Denmark), Avanceret Produktion og Danmarks Miljøteknologiske Klynge for at nå bredt ud. Derudover vil vi samarbejde med andre relevante aktører, herunder **nationale og internationale netværk**, fx SPM Management, Confederation of European Environmental Engineering Societies m.fl. samt relevante

myndigheder indenfor fx regulering og affaldshåndtering. Det nye samarbejde med Erhvervshusene vil skabe adgang regionalt til målgruppen, der er geografisk spredt.

Viden fra deltagelse i relevante standardiseringsgrupper under indsatsområdet 'Værdi igennem standarder og måleteknisk infrastruktur' vil blive nyttiggjort ifm. arbejdet med udvikling af metoder til bæredygtigt design af produkter. FORCE Technology vil både åbne egne faciliteter for relevante projekter, der kan understøtte den overordnede vision samt udnytte faciliteter på bl.a. universiteterne. I løbet af perioden vil indsatsområdet løbende udvide sit økosystem med flere videnmiljøer i ind- og udland som angivet i målsætningen for indsatsen.

7) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer

Indsatsområdet understøtter ambitionen for GTS-systemet og strategien for FORCE Technology om at indtage en strategisk og central position i den danske forsknings- og innovationsstruktur, her indenfor cirkulær økonomi og genanvendelse i elektronik- og maskinindustriene, der er centrale danske styrkepositioner og kernemålgrupper for FORCE Technology. Indsatsen medvirker til at realisere strategien om et øget antal samarbejdsrelationer, øget FoU-indsats og nå ud til flere virksomheder, hyppigere og dybere. Indsatsens fokusering på grøn omstilling og digitalisering i et komplekst og tværfagligt miljø for cirkulær økonomi og genanvendelse, sikrer FORCE Technology et øget teknologisk lederskab og deraf højere placering i værdikæden.

FORCE Technology har i årtier samarbejdet med elektronik- og maskinindustrien ifm. test og dokumentation og godkendelse af industriens produkter. Indsatsen er et naturligt led i udviklingen af teknologiske services, der kan understøtte elektronik- og maskinindustrien og senere andre i omstillingen til mere bæredygtige produkter og cirkulære løsninger. Med et solidt afsæt i testfaciliteter og dybe faglige kompetencer indenfor pålidelighed, elektronik, IoT og materialeområdet, har FORCE Technology et unikt udgangspunkt for at hjælpe industrien med udvikling af de tekniske rammer og muligheder, der skal bidrage til realiseringen af en cirkulær økonomi, der både er drevet af regulatoriske, økonomiske og forbrugerkrav. Dertil kommer stærke kompetencer indenfor miljøvurdering, der skal sikre, at udviklede produkter og løsninger er bæredygtige ud fra et helhedsperspektiv.

8) Konkrete aktiviteter

Vi planlægger at starte indsatsområdet med følgende aktiviteter og forventer at påbegynde disse i løbet af 2021:

Udvikling af metoder og værktøjer til bæredygtigt design

- Identifikation af metoder til design af pålidelige og robuste produkter med lang levetid igennem udvikling af metoder til fx identifikation af levetidsbegrænsende elektriske komponenter og udvikling af metoder for elektroniske produkter til at modstå miljøpåvirkninger (temperatur, fugt, vand, vibration og elektriske påvirkninger m.v.)
- Udvikling af bedre softwarearkitektur til understøttelse af softwareopdateringer af elektronikprodukter.
- Identifikation af praktiske, pragmatiske og simple værktøjer, der skal udvikles for at designe elektroniske produkter til at blive 'refurbished', herunder hvordan enkeltdele kan udskiftes og samtidig sikre et højt niveau af pålidelighed, sikkerhed og levetid.

Teknologier og metoder til tilstandsvurdering og levetidsforlængelse af produkter

- Feasibility study af metode til kontinuert overvågning af tilstanden af produkter i brug (fx printfugtighed i elektronikprodukter) og i kombination med levetidsmodel vurdering af risici.
- Mulighed for udvikling af et fundament for softwareopdatering af elektronik undersøges i form af metoder til konfigurationsstyring for SMV'er med henblik på langtidshåndtering af software samt infrastruktur til håndtering af softwareopdateringer.
- Identifikation af nødvendige målinger af fx vibrationsniveauer til brug for accelerationsmodeller, der skal bruges ifm. tilstandsvurdering af elektronik og andre komponenter i brug.
- Fastlæggelse af kriterier for udvikling af metoder til at sikre, at levetidsforlængelse af elektronik, som indgår i styring og monitorering af infrastruktur fx jernbane, kraftvarmeværker, offshore-energi og skibsfart, ikke går ud over funktionalitet, sikkerhed og opfyldelse af myndighedskrav.
- Kortlægning af et bredt udvalg af maskinprodukter, der er relevante ift. genopretning/

rekonditionering i sammenhæng med de tilknyttede anvendelsesbrancher og udvikling af metoder til vurdering af komponenters genanvendelsespotentialer.

- Konkrete forsøg udføres på levetidsopbrugte komponenter i samarbejde med udvalgte virksomheder. For nogle komponenter vil det kræve adgang til stort udstyr, fx ovne, der kan håndtere store geometrier. For udmattelsespåvirkede komponenter gennemføres rekonditioneringsforsøg med forskellige produktgeometrier, der bliver varmebehandlede forskelligt, og efterfølgende metallurgiske undersøgelser skal klarlægge den teknisk set mest effektive metode.
- Kortlægning af overfladebehandlingsteknologier af metalliske komponenter som levetidsforlængende behandling – med særlig fokus på udskiftning og genbehandling.
- Test af muligheder for at afdække levetidsstadiet af komponenter ved hjælp af ikke-destruktive metoder. Paradigme for udvikling af specifikt, kommercielt udstyr beskrives. Akustisk emission undersøges, da den strukturelle nedbrydning forventes at påvirke materialets akustiske feedback.

Testplatform og partnerskaber omkring up/recycling

- Udvikling af metoder til nedbrydning af affaldsprodukter. Nedbrydningen vil tage udgangspunkt i pyrolyse, katalyse, solvolyse og superkritisk CO₂-ekstraktion og i kombinationer heraf. Specialtestlaboratorie til særligt udfordrende tests (FACT Lab) har den nødvendige sikkerhed og udstyr til gennemførelse af test. Der vil blive sigtet efter at skabe en procesrække, der giver nedbrydningsprodukter, der kan formidles direkte videre til genanvendelse.
- Igennem LCA-studie tilegnes viden om nuværende status for miljøbelastning for udvalgte produkter.

Styring efter bæredygtighed

Anvendelse af anerkendte metoder til vurdering af teknologier, værktøjer, metoder m.m. ift. deres potentiale for grøn omstilling. Aktiviteten skal sikre, at projektet medvirker til reel bæredygtighed, hvor hele livscyklus er taget i betragtning og uheldige trade-offs undgås. Anvendelsen af metoder til miljøvurdering balanceres ift. behovet for fleksibilitet på den ene side og en tilstrækkelig detaljegrad og dokumentation på den anden.

Endeligt vil følgegruppen have opstart i første kvartal 2021, hvorefter der lægges en plan for møderække, de ovennævnte kortlægninger og studier samt årets vidensspredningsplan.