

<b>Institut(ter):</b> FORCE Technology	<b>Aktivitetsplan (titel):</b> Automatisk evaluering af komplekse sensordata  <b>Idéforslags titel på bedreinnovation.dk:</b> Automatisk evaluering af komplekse sensordata	<b>Aktivitetsplan nr.:</b> A21	FoU
---	---	--------------------------------	-----

### 1) Manchettekst (kort resumé)

Automatisk evaluering (AE) af komplekse sensordata reducerer behovet for manuel analyse. Computeren skal dog først 'fodres' med data om fx sensorer, materialer og fejltyper. AE tilpasses bl.a. kompositmaterialer, svejsninger og betonkonstruktioner.

### 2) Aktiviteten kort (resumé)

Store konstruktioner skal inspiceres for fejl både i produktionen (produktionskontrol), og når de har været i brug i en given tid (vedligeholdelsesarbejde). Det kan enten gøres med håndholdt eller automatiseret inspektionsudstyr. Efterfølgende foretager en specialist en manuel evaluering af de opsamlede data. Mængden af data er omfattende, og jo flere indikationer på fejl der findes, jo længere tid skal specialisten bruge på at analysere data.

Automatisk evaluering (AE) af komplekse sensordata vil gøre evalueringen mere objektiv og standardiseret samt reducere behovet for specialistvurderinger og dermed reducere analysetiden fra dage til minutter. *"I forbindelse med opsamling og behandling af store datamængder (fra vindmøllevinger), vil det altid være en klar fordel, hvis der kan indlægges en form for automatisk evaluering af data. Dels for at spare den manuelle evalueringsproces, men også for at sikre ensartede bedømmelser, hvor den menneskelige faktor elimineres i videst muligt omfang."*, **Per Nielsen, ingeniør hos Siemens Gamesa, Bedreinnovation.dk**

#### Teknologisk serviceydelse og relevans

Aktiviteten vil kort fortalt udvikle følgende:

- Metoder til automatisk evaluering af komplekse sensordata fra kompositmaterialer, svejsninger og betonkonstruktioner. Herunder lokalisering af fejl-indikationer i de opsamlede data med positionssystemer, der tilpasses et konkret miljø.

Udviklingen med fundament i tre cases, hvor vi vil anvende AE-metoder, der tilpasses og implementeres på tværs af brancher. For at AE-metoderne bliver brugbare, skal en computer 'fodres' med data, som tager afsæt i viden om sensorer, fejltyper, fejllubdelse, materialesammensætning, prøvningsteknologier og positionssystemer. Særligt positionssystemer er ikke kun en forudsætning for velfungerende AE, det er også vigtigt i udviklingen af automatiseret inspektion, da de "fortæller" robotten, hvor den skal køre og hvordan. De tre cases er kort beskrevet nedenfor.

#### Case 1: Automatisk evaluering af sensordata fra kompositmaterialer

Der er brug for AE i markedet, som **Lars Lilleheden, CTO i Fiberline Composites<sup>1</sup>**, skriver: *"I vores produktion af kompositmaterialer (som anvendes i vindmøllevinger, broer mv.) kunne det være ganske nyttigt at have mere avancerede analyseværktøjer til rådighed, der analyserer procesdata fra fremstillingsprocessen. Intelligent analyseværktøjer vil kunne anvendes til at optimere kvalitet og fremstillingseffektivitet."* Fiberline Composites startede i 1979 med fire ansatte og er nu en af verdens førende producenter af kompositmaterialer. Resultaterne fra denne case er relevante for vingeproducenter,

<sup>1</sup> <https://fiberline.dk/om-fiberline-composites>

underleverandører af kompositmaterialer til skibs-, tog- og flyindustrien, testcentre for kompositmaterialer samt inspektionsvirksomheder.

### **Case 2: Automatisk evaluering af sensordata fra svejsninger i bærende konstruktioner**

*”Dette projektforslag er meget interessant, da mange virksomheder laver manuelle vurderinger af komplicerede testresultater, med risiko for fejlvurderinger. Desuden tager mange af disse analyser også lang tid og kræver certificeret personale, som kan være svært at få.”*, **Tanya Sørensen, Director QSE hos Global Castings<sup>2</sup>**, der er en førende leverandør af støbte emner til vindmølleindustrien. Resultaterne fra denne case er relevante for producenter af vindmølletårne og tanke, underleverandører af stål- og metalkomponenter, forsikringsselskaber samt inspektionsvirksomheder.

### **Case 3: Automatisk evaluering af sensordata ifm. on-site tilstandsvurdering af betonkonstruktioner**

*”Storebælt er allerede i fuld gang med at udføre inspektioner ved hjælp af droner/robotter på nogle af de store konstruktionsdele, og til brug for at analysere de mange tusinde fotos, der genereres, har vi etableret en gruppe der arbejder med automatisk billedgenkendelse. Vores håb er at finde skader ved hjælp af Machine Learning”*, **Svend Gjerding, driftsleder hos A/S Storebælt, Bedreinnovation.dk**. Resultaterne fra denne case er relevante for ejere af broer og tunneller, rådgivende virksomheder og inspektionsvirksomheder.

### **Væsentlige delaktiviteter i aktivitetsperioden**

I aktivitetsperioden vil der være to altoverskyggende delaktiviteter, som er afgørende for om aktiviteten bliver en succes eller ej.

### **Tilpasning og test af AE-metoder**

I aktivitetsperioden skal der tilpasses tre AE-metoder; en for hver case. Det er ikke muligt kun at udvikle én AE-metode, der kan benyttes på alle tre cases, da det drejer sig om forskellige sensordata, materialer, miljøer, positionssystemer, fejltypen samt godkendelseskrav og standarder. Udviklingen vil ske i samarbejde med DTU Compute<sup>3</sup>. Derefter skal metoderne testes ude hos aktivitetspartnere.

### **Udvikling af koncepter til reduktion af store datamængder og cloud-løsninger**

Den anden store delaktivitet er at få reduceret de enorme datamængder til nogle filstørrelser, der hurtigt og problemfrit kan komme ´op i skyen´. Derfor skal der også udvikles en sikker cloud-løsning, der kan håndtere datafilerne nemt og sikkert. Denne udvikling vil ske i et samarbejde mellem FORCE og DTU Compute. Derudover vil vi sammen med Alexandra Institutet bygge bro til SMV’er, der ønsker en bedre forståelse for anvendelsen af komplekse sensordata.

AE-metoderne vil både blive brugt i forbindelse med FORCEs datadrevne serviceydelser og i vores produkter samt solgt på licens til virksomheder.

## **3) Markedsbehov, erhvervs- og samfundsmæssige potentialer**

Automatisk evaluering, Machine Learning og Artificiel Intelligence er begreber og metoder, som mange produktions- og inspektionsvirksomheder gerne ser implementeret i deres forretning, da begge dele vil reducere tidsforbruget ifm. kvalitetssikring i produktionen eller inspektionsopgaver ude i felten.

Manuel evaluering er meget tidskrævende og skaber en flaskehals i produktionen. AE-metoderne vil være et værktøj til at fjerne disse flaskehalse og optimere fx vindmøllevingers eller sammensvejste konstruktioners gennemløbstid i en produktion.

<sup>2</sup> <https://www.globalcastings.com/site/da/about-us-2/>

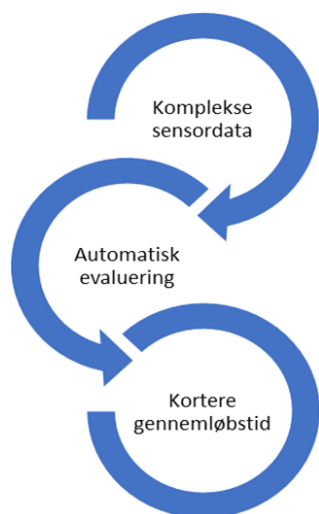
<sup>3</sup> <http://www.compute.dtu.dk/>

”Evaluering af komplekse sensordata - især billeddata - er ofte en flaskehals, som kan tage 10-100 gange så lang tid som selve dataopsamlingen”<sup>4</sup>, **Professor og head of section ved DTU Compute, Anders Bjorholm Dahl**. Og **Lennart Kuhlmeier fra SMV’en Finetune**<sup>5</sup> tilføjer: ”... på lidt længere sigt er skaleringen af de inspektioner, der kan foregå også meget interessant. Med AE vil der åbnes for muligheder for inspektion og kontrol i et meget større omfang end i dag når flaskehalsen for evaluering af data fjernes.”<sup>6</sup>

AE er også et vigtigt værktøj, der kan hjælpe til, at Danmark beholder sin førende internationale position indenfor vindenergi. Fremstilling af vindmøllevinger og -tårne er en kernekompetence i dansk industri og større og fejlfrie vindmøller vil være med til at reducere Danmarks udledning af CO<sub>2</sub><sup>7</sup> og reducere sundhedsmkostningerne pga. luftforurening<sup>8</sup>. Derudover vil AE være med til at fastholde kompetencer og arbejdspladser i Danmark<sup>9</sup> både blandt vindmøllevirksomheder (underleverandører såvel som producenter) og inspektionsvirksomheder. I 2017 satte den danske vindmølleindustri omsætningsrekord<sup>10</sup> og voksede på et år med 13.7 %. Derfor skal AE-metoderne være en del af en fremtidig satsning.

### Et stigende behov for automatisk dataevaluering på tværs af brancher

For at AE-metoderne kan anvendes, er det nødvendigt at ’fodre’ computeren bag med data og viden om konstruktionen (materiale, tykkelse, længde), der skal undersøges, og de mulige fejl (typer, godkendelseskrav). AE-metoderne bliver endnu mere anvendelige, når de også optimeres med viden om fx det anvendte dataopsamlingsudstyr og de akustiske, optiske eller mekaniske sensorer, der benyttes. Hertil kommer, at præcis positionering af fejl-indikationer i de opsamlede data er en forudsætning for AE-metodernes anvendelighed. Data bliver derved til ’komplekse sensordata’, som vist i figuren nedenfor.



Det er omfattende arbejde for producerende virksomheder på tværs af brancher at evaluere data; det er enorme mængder og det skal gøres af en specialist. Det er dyrt og tidskrævende.

AE vil forkorte produkternes gennemløbstid, altså effektivisere analysetiden og dermed produktionstiden. **Svend Egenfeldt, innovator hos Egenfeldt Innovation ApS**<sup>11</sup>, ser samme udfordring:

”Oftentimes er evaluerings- og rapporteringsarbejdet langt den største opgave tidsmæssigt i forbindelse med inspektion, og en automatisering af denne proces vil være kærkommen for de fleste. Både af økonomiske årsager... men også fordi evalueringen af data vil blive mere ensartet og sammenlignelig med tidligere undersøgelser af samme komponent eller med andre komponenter af samme type.”<sup>12</sup>

<sup>4</sup> <https://bedreinnovation.dk/automatisk-evaluering-af-komplekse-sensordata>

<sup>5</sup> <http://finetune.dk/>

<sup>6</sup> <https://bedreinnovation.dk/automatisk-evaluering-af-komplekse-sensordata>

<sup>7</sup> <http://dkvind.dk/html/planlagning/planlagning.html>

<sup>8</sup> [http://dkvind.dk/html/okonomi/samfund\\_skjulte.html](http://dkvind.dk/html/okonomi/samfund_skjulte.html)

<sup>9</sup> <https://finans.dk/erhverv/ECE10007652/rapport-robotter-kan-skabe-flere-job-end-de-tager/?ctxref=ext>

<sup>10</sup>

[http://www.windpower.org/da/aktuelt/aktuelt\\_i\\_vindmoelleindustrien/news\\_q2\\_2018/2017\\_gav\\_omsaetningsrekord\\_i\\_den\\_danske\\_vindmoelleindustri.html](http://www.windpower.org/da/aktuelt/aktuelt_i_vindmoelleindustrien/news_q2_2018/2017_gav_omsaetningsrekord_i_den_danske_vindmoelleindustri.html)

<sup>11</sup> <https://egenfeldt.com/>

<sup>12</sup> <https://bedreinnovation.dk/automatisk-evaluering-af-komplekse-sensordata>

Fordele ved anvendelse af AE-metoderne:

- Producenter kan øge deres produktionskapacitet og indtjening.
- Inspektionsvirksomheder kan tilbyde en hurtigere og højteknologisk service.
- Ejere kan reducere den tid produktionen eller vedligeholdelsesarbejdet ligger stille ifm. planlagte servicetjeks.

### Målgruppe

Aktiviteten fokuserer på tilpasning af AE-metoder til kompositmaterialer, svejsninger og betonkonstruktioner. Målgruppen er virksomheder i produktions-, service- og byggeindustrierne, der arbejder med inspektion og kvalitetskontrol af vindmøller og vedligehold af store infrastrukturer som fx broer. Vi anslår, at målgruppen består af 50-75 virksomheder, heriblandt 30-40 små- og mellemstore virksomheder (SMV'er). På baggrund af kommentarerne givet af virksomheder på Bedreinnovation.dk, forventer vi, at over 20-30 danske virksomheder, SMV'er og andre, vil have efterspurgt ydelsen indenfor fem år af aktivitetens begyndelse.

Målgruppen opdeles i fire grupper:

- SMV'er, der arbejder med serviceydelser indenfor inspektion, tilstandskontrol og kvalitetskontrol, ca. 20-25 virksomheder
- SMV'er, der arbejder med højteknologisk og specialiseret viden inden for produktion af komponenter til kompositmaterialer, svejsninger og betonkonstruktioner, ca. 15-20 virksomheder
- Virksomheder, der er leverandører eller producenter af højteknologiske komponenter, ca. 10-15 virksomheder
- Vindmølleejere, producenter og statslige institutioner, ca. 5-10 virksomheder.

Den primære målgruppe er blevet analyseret gennem interviews med specialister, tilbagemeldinger på konferencer, diskussioner i innovationsnetværk og på temadage. Aktiviteten udføres desuden i synergi med innovationsnetværker, klynger og EUDP-projekter, hvor en væsentlig del af medlemmerne vil komme i direkte eller indirekte berøring med aktivitetens resultater. Derudover vil vi også forsøge at introducere ydelsen internationalt. Dog er målgruppen her endnu ikke kvantificeret.

### Fundament findes i tidligere projekter

Aktiviteten bygger videre på viden og resultater fra andre projekter; *Styrbar suge-crawler-robot til inspektion af ikke-magnetiske overflader*<sup>13</sup> i regi af Innovationsnetværket RoboCluster<sup>14</sup>, et Ph.d.-projekt vedrørende maskinlæring i regi af MADE Digital<sup>15</sup>, hvor også Alexandra Instituttet deltager samt et kommende EUDP-projekt<sup>16</sup> med akronymet RELIABLADE.

Aktiviteten er i tråd med FORSK2025-kataloget<sup>17</sup>, hvor temaet 'Danmark som digitalt foregangsland' bl.a. lægger vægt på udviklingen og implementering af AE-metoder i virksomheder som en løsning, der vil "flytte arbejdstid fra administration til kernefaglighed" (side 27). Dette forslag imødekommer dette fokus ved at udvikle en teknologi, der gør, at inspektører og eksperter får frigjort tid til at gå i dybden med data, der kan være tvivl om. Dermed øges virksomhedernes produktivitet og konkurrenceevne.

<sup>13</sup> <https://robocluster.dk/projekter/styrbar-suge-crawler-robot-til-inspektion-af-ikke-magnetiske-overflader.aspx>

<sup>14</sup> <https://robocluster.dk/om-robocluster.aspx>

<sup>15</sup> <http://www.made.dk/digital/sensor-technology-and-production-data/>

<sup>16</sup> <https://ens.dk/ansvarsomraader/forskning-udvikling/eudp#accordion1-option6>

<sup>17</sup> <https://ufm.dk/publikationer/2017/filer/FORSK2025-1.pdf>

#### 4) Videnspredning og inddragelse

##### Målgruppens inddragelse i aktiviteten

Repræsentanter fra målgrupperne deltager som partnere i aktiviteten. Deres rolle er at komme med input og sparring i forhold til deres behov og ønsker, men også at stille konstruktioner og faciliteter til rådighed, så ydelsen kan blive testet og demonstreret. På den måde sikres det, at aktiviteten ender ud i et produkt og/eller en ydelse, der er brugbar i den virkelige verden.

Derudover inddrages Offshoreenergy.dk<sup>18</sup> og innovationsnetværkerne InfiNIT<sup>19</sup> og RoboCluster, da de har kontakt til en bred vifte af virksomheder, hvilket gør os i stand til at komme ud til nye markeder. Det vil vi gøre ved at arrangere og invitere til en fælles temadag, workshop eller gå-hjem-møde. På [bedreinnovation.dk](http://bedreinnovation.dk) har **Henrik Böhmer, Project Manager, Offshoreenergy.dk**, skrevet: *"Specielt case 1 og 2 har stor relevans for offshore branchen og kan bidrage med rimelig omkostningsbesparelse. Igen opfordres til samarbejde og sparring med slutbrugere for at ramme de mest relevante behov."*<sup>20</sup>

##### Formidling af viden og resultater

Demonstration af de opnåede resultater vil ske i tæt samarbejde med aktivitetens deltagere. Vi vil i slutningen af år 2 (2020) arrangere en temadag/gå-hjem-møde, hvor resultaterne fra alle cases bliver præsenteret. Det er vores mål at samle repræsentanter fra 25-50 danske virksomheder, både repræsentanter fra vores primære målgrupper fx beton- og kompositproducenter, inspektionsvirksomheder, rådgivende virksomheder, universiteter samt ejere af broer og vindmøller. Men vi vil også invitere virksomheder fra fx jernbanesektoren og ansatte fra kraftværker og olie- og gasanlæg.

Derudover vil formidlingen ske gennem:

- Årlige opdateringer på [forcetechnology.dk](http://forcetechnology.dk) samt vores LinkedIn-profil. Vi vil blandt andet bede aktivitetens deltagere samt Offshoreenergy.dk og RoboCluster om at dele disse opdateringer.
- Indlæg i fagmedier, konferencepapers og lignende - minimum 3 ved projektets afslutning. Da projektet er ambitiøst og resultater først forventes at foreligge i slutningen af aktiviteten kan antallet af publikationer blive meget højere.

#### 5) Konkrete aktiviteter

Aktiviteten vil med baggrund i tre cases anvende AE-metoder, som tager afsæt i viden om sensorer, fejltyper og -udbredelse, materialesammensætning samt prøvningsteknologier. De tre cases forklares nærmere i nedenstående.

##### Case 1: Automatisk evaluering af sensordata fra kompositmaterialer

Vi vil teste og tilpasse en metode specifikt til AE af sensordata fra polymerbaserede kompositmaterialer. Da kompositmaterialer er en blanding af to eller flere materialer, som tilsammen skaber et produkt med unikke egenskaber, kræver det en stor viden om sensorer, materialer og fejltyper at tilpasse en metode til AE af kompositmaterialer.

##### Case 2: Automatisk evaluering af sensordata fra svejsninger i bærende konstruktioner

Målet med denne case er at tilpasse en AE-metode til data fra inspektion af svejsninger i bærende konstruktioner. Med AE reduceres behovet for certificeret personale til dataanalyse, hvilket reducerer SMV'ernes udgifter forbundet hermed.

<sup>18</sup> <https://offshoreenergy.dk/>

<sup>19</sup> <http://www.infinet.dk/#&panel1-4>

<sup>20</sup> <https://bedreinnovation.dk/automatisk-evaluering-af-komplekse-sensordata>

### **Case 3: Automatisk evaluering af sensordata ifm. on-site tilstandsvurdering af betonkonstruktioner**

AE-metoder baseret på fotos er så småt ved at blive implementeret ifm. on-site tilstandsvurdering af fx broer. Selvom citatet ovenfor af Svend Gjerding, A/S Storebælt, handler om automatisk billedgenkendelse, så er det kun én metode, hvor der arbejdes på at udvikle automatisk evaluering. FORCE vil udvikle et supplement, som går på AE af kontaktbaseret sensordata.

I en nuværende Resultatkontraktaktivitet *Kvalitetssikring af hybridmaterialer*<sup>21</sup> fra FORCE er der arbejdet med at udvikle kontaktbaserede ikke-destruktive metoder, hvor en inspektionsrobot kan 'se' dybere ind i betonkonstruktioner. I aktiviteten benyttes ultralyd og/eller radar (GPR) til at evaluere dybereliggende skader. Det nye i denne aktivitet er at anvende AE-metoder på data fra sensorer, der kan 'se' dybere ind i betonkonstruktioner og lokalisere fejl-indikationer i de opsamlede data med positionssystemer, der tilpasses et konkret miljø.

#### **Delaktiviteter – fundamentet for de tre cases**

I afsnit 2, Aktiviteten kort (resumé), nævnes kort de to delaktiviteter, som vi skal arbejde med før og løbende under vores egentlige case-arbejde. Gennemførelsen af delaktiviteterne skal sikre, vi i sidste ende står med flere datadrevne serviceydelser. De to delaktiviteter er som følger:

- Tilpasning og test af AE-metoder
- Udvikling af koncepter til reduktion af store datamængder og cloud-løsninger

#### **Tilpasning og test af AE-metoder**

I aktivitetsperioden skal der tilpasses tre AE-metoder, en til hver af de tre ovenstående cases. Det er ikke muligt kun at udvikle én AE-metode, der kan benyttes på alle tre cases, da det drejer sig om forskellige sensordata, materialer, miljøer, fejltyper samt godkendelseskrav og standarder. Og for hver AE-metode skal vi gennemføre flere konceptstudier og forsøg i vores egne og DTU Computes<sup>22</sup> testfaciliteter.

Positionssystemer spiller her en vigtig rolle i udviklingen af AE-metoderne, da data derfra sikrer, at det er muligt at finde eventuelle fejlindikationer igen. Ved at kende indikationernes præcise placering effektiviseres inspektionen yderligere. Dog skal positionssystemet være tilpasset det miljø som inspektionen finder sted i fx kan GPS ikke bruges i indendørs produktionshaller og i udendørsmiljøer skal positionssystemet også kombineres med data om emnets geometri.

Det leder os videre til etableringen af reference- og træningsdata, så 'vores' AE-metoder har noget at sammenligne ny-opsamlet data med. Når referencedata er på plads, kan vi tage de sidste skridt på vejen mod at tilpasse og anvende vores AE-metoder i de tre udvalgte cases.

#### **Udvikling af koncepter til reduktion af store datamængder og cloud-løsninger**

Den anden delaktivitet går ud på at udvikle den bedste løsning til reduktion af filstørrelser og sikker opbevaring af de opsamlede data. Det er vigtigt for brugeren af data, at det hurtigt og sikkert kan komme op og ned fra 'skyen', samt at opbevaringen er sikker.

Udviklingen af en tilhørende, sikker cloud-løsning samt koncepter til reduktion af store datafiler, vil også ske i samarbejde med DTU Compute. Derudover vil vi i samarbejde med Alexandra Instituttet bygge bro til SMV'er, der ønsker en bedre forståelse for anvendelsen af komplekse sensordata og cloud-løsninger.

<sup>21</sup> <https://bedreinnovation.dk/kvalitetssikring-af-hybridmaterialer-0>

<sup>22</sup> <http://www.compute.dtu.dk/>



### Mulige risici og udfordringer

Umiddelbart vurderes aktiviteten at være teknisk svær og ambitiøs. De væsentligste barrierer, uvisheder og risici i forbindelse med aktivitetens gennemførelse og succes er følgende:

- Etablering af referencedata og/eller træningssæt i alle 3 cases. Et utilstrækkeligt antal verificerede referencedata vil påvirke kvaliteten af analysemetoderne negativt.
- Færdigudvikling af robotter til inspektion af kompositmaterialer og broer. En evt. forsinkelse eller tekniske udfordringer vil påvirke aktiviteten. Da case 1 samtidig forventes at blive den mest udfordrende delaktivitet vil hovedindsatsen i aktiviteten blive lagt på automatisk evaluering af sensordata fra kompositmaterialer.
- Udformning af samarbejdsaftaler med universiteter og virksomheder.

### 6) Nyhedsværdi og ambitionsniveau

#### Ny teknologisk serviceydelse, kompetence og teknologi

Aktiviteten har en høj nyhedsværdi, da vi ender op med en datadreven serviceydelse, der kombinerer billeder med viden om placering, størrelse og type af skader og defekter på en sikker og ensartet måde. Sagt på en anden måde, ydelsen her kombinerer data og billeder fra kontaktbaseret inspektion. For eksempel har vi i case 3, på det private rådgivermarked, kun kendskab til COWIs arbejde med billedgenkendelse af fotos taget fra en drone. Inspektion med en drone er det, der hedder visuel inspektion, hvor man 'kun' får billeder af overflader, og på den baggrund skal vurdere konstruktionens tilstand.

AE kan benyttes til analyse af komplekse sensordata, der er opsamlet enten i produktionsforløbet eller on-site ude ved emnet. Maskinlæring og kunstig intelligens benytter matematiske algoritmer kombineret med statistisk analyse til at genkende mønstre ud fra eksempler og data, hvorefter der kan træffes intelligente valg. De matematiske metoder, der er *outcome* af denne aktivitet, er generelle og kan derfor tilpasses som en datadreven serviceydelse til analyse af billeder eller optiske, mekaniske og akustiske signaler.

AE af komplekse sensordata kan fungere som en selvstændig service, så længe computeren er blevet fodret med data om, hvordan fejlene ser ud, hvor store de må være, hvilket emne data kommer fra, hvor på emnet fejlen er (position) og meget andet. Når computeren ved det, kan den evaluere data, der er opsamlet ved inspektion. AE kan også integreres i en samlet inspektionsydelse, hvor en inspektør opsamler data, der derefter bliver evalueret automatisk. En specialist vil som sidste led i processen tjekke de data, som computeren ikke er helt sikker på.

Ved at integrere positionssystemer og AE lægger vi samtidig en fundamentet for udviklingen af automatiseret inspektion og muligheden for, at en inspektionsrobot kan 'slippes løs' og en ansat blot skal overvåge robot og data.

#### Mangel på ressourcer er årsag til manglende udvikling af ny teknologi

Grunden til, at markedet ikke selv udvikler metoden, er kort og godt fordi, de ikke kan eller har mulighed for at bruge de nødvendige ressourcer på den forskning og udvikling, som det vil kræve. Som GTS-institut ligger FORCE inde med netop den viden, der er nødvendig for udvikling af AE-teknologien. Dog har vi løbende brug for testemner både fra produktionen og fra driften, og der spiller markedet en vigtig rolle.

Vi udvikler robotter til inspektion. Vores specialister kender til materialerne, sensorerne og fejltyperne. Vi tilbyder cloud-løsninger, hvor vi som uvildig instans opsamler data og bidrager med fortolkning og ekspertviden. Derudover har vi testfaciliteter, hvor vi kan teste og kombinere inspektionsrobotter, sensorer og positioneringssystemer.

En anden fordel er vores tætte samarbejde med uddannelsesinstitutioner som Danmarks Tekniske Universitet (DTU). ” *FORCE Technology... kan naturligt overtage de nyeste udviklede analysemetoder fra billedanalyse inklusiv maskinlæringsmetoder, og bringe dem fra et forskningsstadium til værktøjer, som er anvendt i praksis... Vi vil typisk arbejde med udvikling af grundlæggende aspekter af metoder, baseret på matematik, statistik og datalogi, og derfor er FORCE Technology en rigtig god partner, som kan sikre en værdiskabelse af vores forskning,*” **Anders Bjorholm Dahl, Professor og Head of section på DTU Compute, Bedreinnovation.dk**

Aktiviteten skal sikre, at fundamentet er tilstede for SMV’erne til at benytte AE-metoderne til nuværende og nye forretningskoncepter og dermed sikre dem en konkurrencefordel, også internationalt. Vi forventer, at salget af en prototype vil starte i slutningen af aktiviteten, og at salget af færdige ydelser vil starte et til tre år efter aktiviteten slutter.

## 7) Vidensamarbejde og -hjemtagning

Aktiviteten vil arbejde tæt sammen med flere institutter på Danmarks Tekniske Universitet (DTU). Helt specifikt drejer det sig om DTU Compute (primær), DTU Elektro og DTU Vindenergi<sup>23</sup>. DTU Compute besidder helt unik viden indenfor analysemetoder og datalogi, der er relevante for aktiviteten. Til denne aktivitet har vi også aftaler om inddragelse af Masterstuderende og en forsker (postdoc) fra DTU Compute. DTU Elektro og DTU Vindenergi har omfattende viden om hhv. positioneringssystemer og kompositmaterialer, som er relevant i de udvalgte cases. Vi har gennem en længere årrække haft et tæt samarbejde med alle institutter, hvor der er opnået gode resultater.

Derudover oprettes via EUDP-projektet RELIABLE<sup>24</sup> et samarbejde med Fraunhofer Institut<sup>25</sup>, der er Europas største applikationsorienterede udviklingshus. Andre deltagere i RELIABLE er Vestas Wind Systems A/S, LM Wind Power A/S, IBM Danmark ApS, CEKO Sensors ApS, Dantec Dynamics GmbH, Zebicon A/S, Blade Test Centre A/S, Olsen Wings A/S, DTU Compute, DTU Vindenergi og Siemens Industry Software NV.

Som et sidste punkt vil vi oprette samarbejder med flere SMV’er, der vil sikre, at vi får vigtig viden fra deres hverdag, ligesom de kan nyde godt af vores viden. På bedreinnovation.dk<sup>26</sup> fik vi flere tilkendegivelser fra mulige samarbejdspartnere. **Peter Kjøl fra SMV’en Kjøl og Co. ApS**<sup>27</sup> skriver om deres mulige bidrag: ”*Der ligger dog en udfordring i at implementere teknologierne (red: som aktiviteten vil udvikle) i mindre virksomheder. Her deltager vi gerne med de kompetencer vi har*”.

### Spinoffs – ny viden om sensorer på og sensordata fra radarsystemer

Det er ikke kun i de primære målgrupper, der er interesse i aktiviteten. **Martin Løkke, Vice President, i Terma A/S**<sup>28</sup> vil følge med i aktiviteten med stor interesse, da de gerne vil ”*gøre endnu mere brug af sensorer i vores produkter til hele tiden at forbedre pålideligheden og funktionaliteten. Radar-systemer ... skal operere 24/7 med en høj pålidelighed. Radar-systemerne er op til 7m og roterer kontinuert, hvilket minder om vindmøllesystemer i anvendelse med nogle af de samme mekaniske udfordringer.*”<sup>29</sup>

<sup>23</sup> <https://www.vindenergi.dtu.dk/>

<sup>24</sup> <http://presse.ens.dk/news/191-mio-kr-til-fremtidens-energiteknologi-312276>

<sup>25</sup> <https://www.fraunhofer.de/en/about-fraunhofer/profile-structure.html>

<sup>26</sup> <https://bedreinnovation.dk/automatisk-evaluering-af-komplekse-sensordata>

<sup>27</sup> <http://www.task-force.dk/index.htm>

<sup>28</sup> <https://www.terma.com/>

<sup>29</sup> <https://bedreinnovation.dk/automatisk-evaluering-af-komplekse-sensordata>



Terma A/S opdateres om aktivitetens forløb og inviteres til det afsluttende arrangement, hvor de endelige resultater præsenteres. Hermed introduceres en bredere målgruppe, som giver adgang til et nyt marked.

## 8) Sammenhæng med instituttets strategi og afsæt i instituttets ressourcer

Tilpasning af automatisk evaluering af komplekse sensordata fra kompositmaterialer, svejsninger og betonkonstruktioner er i overensstemmelse med FORCEs strategiplan om at tilbyde nye og innovative datadrevne serviceydelser til den danske industri. Aktiviteten adresserer primært strategiplanens område *Drift & Vedligehold* og relaterer sig til følgende temaer:

### *Målgrupper 2.0*

Aktivitetens primære målgruppe er vindmøllebranchen, da den repræsenterer en industri, hvor Danmark er markedsførende, men aktivitetens teknologiske serviceydelser skal nå ud til flere underleverandører.

### *Digitalisering 2.0*

FORCE har oprettet en forretningsenhed, *Digital Asset Integrity Solutions*, hvis formål er at arbejde målrettet med digitale løsninger. Enheden kommer bl.a. til at specialisere sig i digitalisering af målgruppens produkter og services. Den specialiserede enhed skal sikre, at de løsninger vi påtænker at udvikle nu og i fremtiden, kommer det danske erhvervsliv til gode.

### *Teknologisk service 2.0*

Aktiviteten kortlægger, hvordan automatiseret analyse i tre cases kan udvikles til nye former for teknologiske services i form af datadrevne serviceydelser i form af licenser eller en cloud-baseret 'tag-selv-service'.

## 9) Tidsplan og milepæle

### År 1

#### **Vidensarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning**

- 1.1 Specifikation af nøgleparametre og succeskriterier i minimum 2 cases (kompositmaterialer, stålkonstruktioner eller betonfundamenter) påbegyndt inden Q2 2019.
- 1.2 Koncepter til AE-metoder og positioneringssystemer beskrevet inden ultimo 2019.

#### **Udvikling af teknologisk service**

- 1.3 Udvikling og test af AE-moduler påbegyndt inden Q3 2019.
- 1.4 Etablering af referencedata påbegyndt inden Q3 2019.
- 1.5 Tilpasning af AE-metoder til konkret miljø startet inden ultimo 2019.

#### **Inddragelse og videnspredning**

- 1.6 Planlægning af præsentation på temadag, workshop eller "gå-hjem-møde" inden ultimo 2019.
- 1.7 Møde med følgegruppe af interessenter afholdt inden ultimo 2019.
- 1.8 Aktivitetsstatus publiceret på sociale medier og forcetechnology.com inden ultimo 2019.

#### **Andet**

- 1.9 Aftalt dato for demonstrationscases inden ultimo 2019.

### År 2

#### **Vidensarbejde, -hjemtag- og kompetenceopbygning**

- 2.1 Specifikation af nøgleparametre afsluttet inden Q2 2020.
- 2.2 Koncepter til positionssystemer, datareduktion og cloud-løsninger beskrevet inden ultimo 2020.
- 2.3 Ansøgt minimum 2 nationale- og/eller internationale projekter inden ultimo 2020.

#### **Udvikling af teknologisk service**

- 2.4 Udvikling af softwaremoduler afsluttet inden Q3 2020.
- 2.5 Tilpasning af AE-metoder til demonstrationscase afsluttet inden ultimo 2020.

#### **Inddragelse og videnspredning**

- 2.6 Demonstration for slutbruger inden ultimo 2020.
- 2.7 Præsentation på temadag, workshop eller Gå-hjem-møde inden ultimo 2020.
- 2.8 Aktivitetsstatus publiceret på sociale medier inden ultimo 2020.
- 2.9 Minimum 3 indlæg og publikationer i fagmedier og lignende inden Q4 2020.