

## A8: Ny radiografisk metode til at øge levetiden på store undervandsinstallationer og -strukturer

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                     |    |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----|
| Aktivitet               | Forskning og udvikling                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                     |    |
| Aktivitetsplan (titel): | Ny radiografisk metode til at øge levetiden på store undervandsinstallationer og -strukturer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Aktivitetsplan nr.: | A8 |
| Resumé                  | <p>Havvindmøller, olie og gas felter m.m. flytter ud på dybere havdybder, som øger behovet for en mere sikker og billigere måde at udføre undervandskontrol, -tilstandskontrol og – kvalitetskontrol, for at sikre levetiderne på disse.</p> <p>Planen er at udvikle og demonstrere et røntgen system som under vand kan anvendes til at se ændringer og fejl på de nedsænkede installationer og dermed bedre kunne fastslå den resterende levetid, undgå unødvendig reparation eller bedre planlægge reparationer på konstruktionerne.</p> <p>Aktivitetsplanen bygger videre på en tidligere resultatkontrakt, som verificerede og skabte grundlaget for sådant et system.</p> <p>Det er en banebrydende teknik som Mikkel Juul, Head of International Projects, Offshoreenergy.dk skriver på BedreInnovation.dk:</p> <p><i>“..metoden er innovativ og nyskabende... Hvis metoden bliver bekræftet, vil det kunne åbne for et nyt marked, hvor danske SMV'er allerede besidder kompetencer, der kan understøtte og udvikle teknologien. Her ligger således en mulighed for, at danske SMV'er kan blive "first movers" inden for en teknologi, som har et globalt markedspotentiale.</i></p> <p>Teknologien som i dag benyttes er en simpel og tidskrævende proces som kun enkelte udenlandske inspektionsvirksomheder har og udbyder, men sælger ikke teknologien. Der er en reel risiko for, at udenlandske leverandører af undervandsrøntgen også i fremtiden kun vil sælge ydelsen og ikke teknologien. Det kan udelukke danske inspektionsvirksomheder fra at tilbyde undervandsservices og påvirke deres inspektionsforretninger, da slutkunder ofte foretrækker én leverandør til at varetage det samlede behov for inspektion.</p> |                     |    |
| 1) Målgruppe og behov   | <p>Folketingets seneste energiaftale og EU's opstillede mål for reduktion af CO<sub>2</sub>-udledningen på 40 % betyder, at Energistyrelsen forventer en stor udbygning af offshore vindmøller over de næste 30 år. EU har som et erklæret mål, at 20% af det europæiske energiforbrug i 2020 skal komme fra vedvarende energi, hvilket betyder en forventet investering på 1.000 milliarder kroner i offshore-vindkraft.</p> <p>Derudover påpeger Infrastrukturkommissionen behovet for en forbedret infrastruktur i fremtiden og skitserer blandt andet nye forbindelser over Lillebælt, Vejle Fjord, Limfjorden, Roskilde Fjord, Storstrøm og Femern-forbindelsen.</p> <p>Disse havvindmøller, broer, kajanlæg, olie- og gasanlæg m.m. er udsat for store påvirkninger fra bl.a. saltvand og tunge belastninger. De skal derfor løbende kontrolleres og vedligeholdes både over og under vandet.</p> <p>Danmark står derfor overfor nye udfordringer med hensyn til undervands-inspektion, -tilstands- og -kvalitetskontrol af store installationer og konstruktioner.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                     |    |

Aktivitetsplanen vil være med til at sikre billigere drift og vedligehold af offshore installationer, som er en af de udfordringer som bliver beskrevet i INNO+ -kataloget for *Industrialisering af offshore-vindkraft i størrelse XXXL*.

#### Offshore vindmøller:

De store offshore vindmølleparker begyndte for alvor at blive installeret omkring år 2000, så vores viden om holdbarheden af disse konstruktioner er stadigvæk begrænset. Operatører og ejere af parkerne har derfor et ønske om at kunne lave detaljeret kontrol, for derved at kunne øge levetiden af parkerne og sikre en større samfundsmæssigt gevinst.

#### Olie og gas:

Produktionsfelter for olie og gas vil i løbet af få år ligge på dybere vand og i miljømæssigt mere kritiske områder. Fremtidsscenariet i branchen er at lægge hele produktionsapparatet på havbunden for at forenkle logistikken. Inspektion, tilstands- og kvalitetskontrol af disse strukturer sikrer at fejl og mangler opdages i tide, samt at unødvendige reparationer og udskiftninger kan undgås. Nordsøen er i dag det sted hvor de ældste installationer ligger, og tilstandsvurderinger har derfor stor økonomisk og samfundsmæssig interesse.

#### Andre faste installationer i eller ved vand:

Ejere af infrastrukturer i form af broer, tunneler og havne får en mulighed for en bedre tilstandsvurdering og strategi for reparation.

Størrelsen af alle installationer og strukturer samt sammensætningen af flere forskellige materialer kræver udvikling af ny teknologi til serviceydelser i form af undervandsrøntgen, da de eksisterende metoder ikke kan benyttes.

Virksomheder, som tilbyder undervandsinspektion i dag, udfører arbejdet visuelt enten ved hjælp af dykkere eller fjernstyrede undervandsbåde, Remote Operated Vehicles (ROV). Dykkerinspektion bliver mere begrænset, fordi konstruktionerne rykker ud på større vanddybder, hvor arbejdet bliver for farligt eller dyrt. Der er derfor behov for at kunne transportere og fastgøre af vores udstyr til inspektionsstedet fra overfladen i samarbejde med ROV-operatører og udviklere af ROV-fixturer.

#### Målgruppen for denne aktivitetsplan er:

##### 1. Målgruppen som har behov for inspektion m.m.

Ejere, vedligeholdelses- og driftsansvarlige af undervandsstrukturer og installationer. Bl.a. DONG Energi, Sund & Bælt A/S, Banedanmark, Vejdirektoratet, Maersk Oil, selvejende havne, stat og kommuner. Antal ca. 75. Kim Agersø Nielsen, Teknisk chef, Sund & Bælt A/S skrev bl.a. på BedreInnovation.dk. ”.. *For Sund & Bælt vil det naturligvis være interessant i forbindelse med vedligehold af vores broanlæg, havne og vindmøller*”. Carsten Jørn Rasmussen, Teknisk systemansvarlig for Svejsning, NDT og metallurgi, Banedanmark skrev på BedreInnovation.dk bl.a: ”..*en relativ hurtig og prisbillig måde at undersøge de beskrevne strukturer under vand på.... en teknologisk og økonomisk gevinst for samfundet*”.

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     | <p><u>2. Målgruppen som udfører inspektion m.m.</u></p> <p>Små og mellemstore virksomheder (SMV'er), som tilbyder serviceydelser inden for inspektion, tilstands- og kvalitetskontrol til offshore installationer og statslige infrastrukturer, fx bro- og havneanlæg. Antal ca. 15 SMV'er.</p> <p>Jens Peder Høg Thomsen, Direktør, Ocean Team Scandinavia A/S (SMV) skrev på BedreInnovation.dk: <i>".. helt klar har substans og relevans til et nyt eksport eventyr....Teknologien foreslået af Force Technology vil deslige komplementere vores teknologi således at Ocean Team Scandinavia A/S kan være behjælpelig med at repræsentere produktet til sine allerede etablerede kunder"</i>.</p> <p><u>3. Målgruppen som er underleverandører til inspektionsudstyr</u></p> <p>Hertil kommer en ikke uvæsentlig gruppe på ca. 100 SMV'er som er leverandører af generelle serviceydelser, fx transport og logistik til SMV'erne. Antal ca. 100 SMV'er.</p> <p>Keld Lamberth, COO, H F Jensen A/S (SMV) skrev på BedreInnovation.dk bl.a.: <i>"..en helt ny metode til kvalitetssikring af subsea installationer, som kan vise sig at byde på store fordele i forhold til de kendte metoder"</i>.</p> <p>Jes Højlund, System Sales Manager, MacArtney A/S skrev på BedreInnovation.dk bl.a.: <i>"Som leverandør af stik og kabler til undervandsbrug samt diverse interface bokse og fiber optiske telemetri systemer er vores kunder i vid udstrækning subsea contractors, der arbejder i IRM markedet (Inspection, Repair and Maintenance) med dykkere og ROV systemer. Radiografiske system til U/V brug har hidtil været meget store og uhåndterlige systemer, så en yderligere udvikling på området vil afgjort kunne finde stor anvendelse indenfor subsea inspection af diverse wellheads, platforme og rigge"</i>.</p> <p>Afklaring af målgrupperne er primært sket gennem feed-back fra vores projektpresentationer af vores RK13-15 aktivitet og personlige samtaler med medlemmer af netværksgruppen Danish Subsea Network under <i>Offshoreenergy.dk</i>. Netværksgruppen tæller ca. 50 medlemsvirksomheder og favner den danske undervands-industri.</p> <p>Tilbagemeldingerne på aktivitetsplanen synliggjorde også en mulig udnyttelse af teknologien inden for segmentet for proces- og behandlingsudstyr til rensningsanlæg. Simon Olesen, Koordinator, Green Aqua Solutions udtaler: <i>"..gode afledte muligheder for fremtidig inspektion af neddykkede anlæg, udstyr og installationer, som ikke er mulig i dag."</i> Et område som i første omgang dog ikke dækkes af aktivitetsplanen.</p> |
| <p><b>2) Den nye teknologiske serviceydelse</b></p> | <p>Undervands-inspektion herunder tilstands- og kvalitetskontrol foretages i dag enten manuelt af dykkere eller via fjernkontrol. De mest brugte metoder er visuelt/kamera, ultralyd, elektrisk strøm (hvirvelstrøm) eller lignende.</p> <p>Brugen af dykkere er for nedadgående pga. risikoen for personskade – en risiko, der kun stiger med stigende vanddybder. Ultralyd og hvirvelstrøm har begge den ulempe at konstruktionen først skal være rensset for evt. bevoksning og korrosion eller man skal fjerne isolering m.m., da måleapparatet skal have direkte kontakt med</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

konstruktionen for at kunne lave kontrollen.

Undervandsrøntgen er derimod en metode, hvor der ikke behøver at være direkte kontakt til det undersøgte materiale. Internationalt findes kun ganske få virksomheder, der udvikler metoder til undervandsrøntgen. Metoderne er bl.a. det mere simple Computed Radiografi (CR), der dog også er meget tidskrævende. Her sender man detektoren ned til konstruktionen, den tager et billede og skal retur til overfladen for at aflevere billedet til analyseapparatet. Desuden kan udstyret ikke købes, men kun udlejes inklusiv personale.

Fælles for de ovenfor beskrevne metoder er, at de kun kan inspicere fritliggende rør. I dag er der således ikke andre som kan tilbyde en radiografisk løsning, som muliggør inspektion, tilstandskontrol og kvalitetskontrol under havoverfladen på komplekse strukturer eks. gitterstrukturer.

Der er en reel risiko for, at udenlandske leverandører af undervandsrøntgen i fremtiden også kun vil sælge ydelsen og ikke teknologien. Det kan udelukke danske inspektionsvirksomheder fra adgang til teknologien og påvirke deres inspektionsforretninger, da slutkunder ofte foretrækker én leverandør til at varetage det samlede behov for inspektion.

#### **Hvorfor udvikler markedet ikke selv?**

Danske virksomheder inden for serviceydelser til branchen er generelt karakteriseret ved at være små. Det er derfor vanskeligt at finansiere nyudvikling og teste nye teknikker og udstyr. Aktivitetsplanen skal sikre, at fundamentet er til stede for SMV'er til at udvikle nye forretningskoncepter, fx:

- Salg af nye inspektionsydelser
- Samarbejde om at udvikle innovative radiografisk undervandsudstyr

Dermed sikres internationale konkurrencefordele til gavn for Danmarks grønne energiekseport. Troels Pedersen, Head of Global Supply Chain, PR Electronics A/S (SMV) skrev på BedreInnovation.dk bl.a.: "...Vi kan derfor se et nyt markedspotentiale i at videreudvikle signalbehandlingsenheder til at kunne anvendes subsea og ikke kun offshore på platformene som i dag".

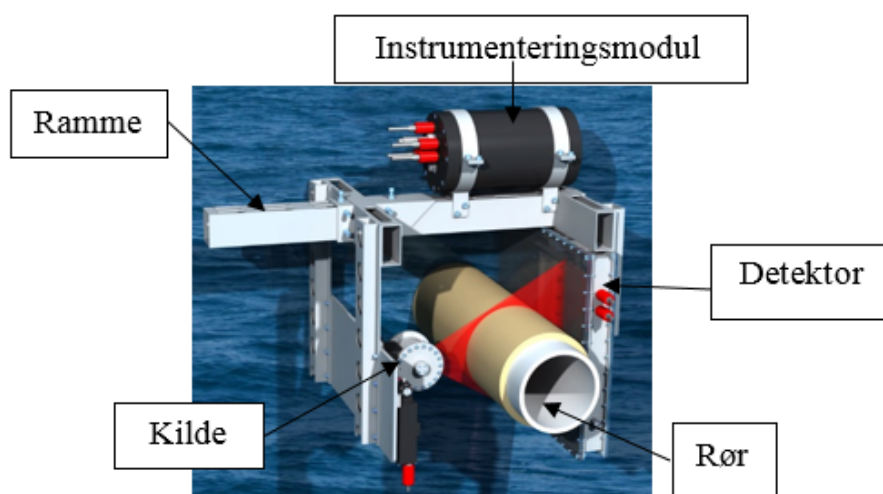
Mikkel Juul, Head of International Projects, Offshoreenergy.dk skrev bl.a. følgende på BedreInnovation.dk: "...metoden innovativ og nyskabende... Hvis metoden bliver bekræftet, vil det kunne åbne for et nyt marked, hvor danske SMV'er allerede besidder kompetencer, der kan understøtte og udvikle teknologien. Her ligger således en mulighed for, at danske SMV'er kan blive "first movers" inden for en teknologi, som har et globalt markedspotentiale.

Ved afslutningen af aktivitetsplanen vil teknologien være så langt fremme, at teknologien er verificeret og udvalgte tekniske elementer til at bygge udstyr med er specificeret og afprøvet. En egentlig lancering af et system til radiografisk undervands-inspektion vil ligge ca. 6 år frem i tiden fra aktivitetsplanens påbegyndelse og ligger som en ydelse inden for undervandsinspektion.

### 3) Aktiviteter

Aktivitetsplanen bygger videre på resultaterne fra aktivitetsplanen "Undervandsradiografi" fra perioden 2013-15, og inkluderer målgruppens kommentarer på [www.BedreInnovation.dk](http://www.BedreInnovation.dk). Den tidligere aktivitetsplans hovedresultater er:

- Undervands-radiografi er en brugbar inspektionsmetode for tilstandskontrol
- Et nyt scannende system med detektor og kildebeholder til brug for radioaktive isotoper i mellemenergiområdet blev udviklet, men viste samtidig at radioaktive kilder var problematisk som kilde
- Tilhørende styrings- og visualiseringssoftware samt elektronik blev udviklet for at kunne demonstrere fysiske optagelser under vand, se billede.



- Optagelser af 2D projektionsbillede blev demonstreret under vand

For at kunne overføre denne viden fra aktivitetsplanen "Undervandsradiografi" til et koncept, som markedet kan udvikle til kommercielle produkter til brug for blandt andet danske SMV'er kræves en væsentlig videreudvikling af undervandsrøntgen som et samlet system:

1. Havvindmøller, platforme, havneanlæg, broer og rør m.m. i de danske farvande er af en sådan dimension og materiale, at der skal væsentligt kraftigere røntgenkilder til at inspicere dem, end dem vi undersøgte i den tidligere aktivitetsplan. Derfor vil denne aktivitetsplan arbejde med *kraftige* røntgenkilder, der har den store fordel, at de ikke udsender farlig stråling, når strømmen afbrydes. Udfordringen er, at kraftige røntgenkilder er luftkølede og fysisk fylder meget mere end almindelige radioaktive kilder.
2. Vores samtaler med kommende brugere af undervandsrøntgen har vist, at de vil have så detaljerede oplysninger som muligt af de undersøgte installationer, så de let kan analysere evt. skader og planlægge reparationer. Det kan 3D undervandsrøntgen give dem. Samtidigt ønsker målgruppen for denne aktivitetsplan, at hele transporten og positioneringen af 3D

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>radiografiudstyr under vand bliver udviklet. Herunder koblingen mellem 3D radiografiudstyret og en ROV og en eventuel base på overfladen.</p> <p>Aktiviteterne i denne aktivitetsplanen tager højde for disse to centrale krav og er inddelt i følgende delaktiviteter:</p> <p>A. <b>Specifikation:</b> For at afgrænse projektet bliver vi nødt til, sammen med aktivitetsplanens interessenter, at specificere krav og overordnede tekniske specifikationer til et konkret inspektionssystem. Inspektionssystemet skal blandt andet være indrettet til at løse et antal konkret definerede inspektionsbehov, som målgruppen har behov for, foruden at kunne anvendes generelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvilke strukturer/installationer skal undersøges?</li> <li>• Hvad skal inspiceres og hvor?</li> <li>• Vurdering af adgangsmuligheder til strukturen</li> <li>• Hvilken opløsning, detaljeringsgrad forventes det systemet skal kunne tilgodese?</li> <li>• Hvilke fejltypen vil være relevante og hvordan skal disse fejltypen visualiseres og dermed tolkes?</li> <li>• Hvilket inspektionsprincip skal anvendes. Vil det være nødvendigt med fuldt 3D system eller skal systemet nemt kunne ombygges til et simplere 2D system?</li> </ul> <p>B. <b>Røntgenkilde og detektorteknologi:</b> En af de afgørende aktiviteter i denne resultatkontrakt er at kunne anvende højenergi-røntgen. Vi vil derfor udvikle en metode, der gør det muligt at anvende en sådan relativ stor, tung og luftkølet røntgenkilde under vand. Herunder vil vi afklare, hvordan vi indkapsler røntgenkilden, sikrer udstyrets stabilitet, trykfølsomhed, køling, begrænser uønsket stråling og skaber mulighed for at fjernstyre udstyret. Vi vil tage udgangspunkt i den udviklede detektorteknologi under den tidligere resultatkontrakt, men vil også undersøge, om der er kommet nye, relevante teknologier på markedet i de forløbne tre år. På trods heraf er dette et af kardinalpunkterne i projektet og her en af de større risici er placeret. Er det muligt at anvende højenergirøntgen som forventet eller ikke.</p> <p>C. <b>3D koncept:</b> De teoretiske resultater fra den tidligere aktivitetsplan har demonstreret muligheden for at kunne producere 3D visualiseringer ud fra en væsentlig begrænset mængde data i forhold til traditionel 3D radiografi. Aktiviteten vil derfor i høj grad være at omsætte disse resultater og videreudvikle dem både med hensyn til software for opsamling, beregning og visualisering af data og ikke mindst at udvikle hele det mekaniske og elektriske system, der er nødvendig for at kunne bevæge røntgenkilde og detektor synkront i fastlagte mønstre rundt om de strukturer og installationer, der ønskes undersøgt. Aktivitetsplanen vil inddrage undervands-aktører inden for testning og deployment samt operatører af undervands-installationer i arbejdet med kravspecifikationer og definition af inspektionsprincipper. Det forventes også at en række af disse moduler vil blive realiseret i form af prototyper for løbende test og sluttelige demonstrationer.</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p><b>D. Software for styring og visualisering:</b> Vi vil udvikle software til systemhåndtering og dataopsamling samt databehandling. Softwaren for systemhåndtering skal fysisk kunne bevæge de enkelte moduler i forhold til hinanden og samlet i forhold til den undersøgte struktur/installation. Det er denne del af softwaren der blandt andet skal kunne sikre bevægelsen af røntgenkilde og detektor relativ til emnet for at kunne skabe 3D data for videre behandling. På basis af dataopsamlingssoftware udviklet i tidligere aktivitetsplan "Undervandsradiografi" videreudvikles software for styring af detektor, dataanalyse med avancerede filtreringsalgoritmer til fremhævelse af nyttesignal og undertrykkelse af såkaldte støjsignaler, der uvægerlig vil komme ved brug af reducerede datasæt. Rekonstruktionssoftware til brug for en endelig visualisering af det undersøgte emne indeholdes også i denne udvikling. Dette er også et punkt i projektet forbundet med en ikke uvæsentlige risiko, idet visualiseringen skal have en kvalitet der gør den forventede evaluering af et givet emne mulig. Endelig skal udvikles software for styring af røntgenkilden tillige med software for integrering af detektorsignaler med positionssignaler, der sikrer entydighed i forhold den undersøgte struktur/installation.</p> <p><b>E. Transport, håndtering og kobling til ROV:</b> Et fuldt radiografibaseret 3D undervandssystem skal transporteres fra havoverfladen og ned til den konstruktion, der skal undersøges. Desuden skal der sikres adgang til strøm, hydraulik og datatransmission til overfladen. Dette vil kunne ske ved hjælp af en fjernstyret undervandsbåd (ROV). Denne delaktivitet vil skitsere indkapslings- og grænsefladeudfordringer i samarbejde med udvalgte interessenter.</p> <p><b>F. Demonstration:</b> Vi vil afslutningsvis demonstrere systemets muligheder og potentiale for interessenter på en eller flere definerede cases. Dette forventes udført både i tør tilstand og neddykket i FORCE Technologys testtank.</p> |
| <p><b>4) Viden-samarbejde og -hjemtagning</b></p> | <p><u>Projekter:</u><br/>Flere af delaktiviteterne indeholder gode muligheder for bachelorprojekter eller kandidatprojekter via samarbejde og koordinering med Aalborg Universitet, Institut for Energiteknik og/eller DTU.</p> <p><u>Videnhjemtagning og -samarbejde</u> er centralt specielt i aktiviteter vedrørende inspektionsprincipper, røntgenkilder og detektortechnologi, samt automatiseret evaluering og rekonstruktion. Her inddrages primært udenlandske videnscentre som f.eks. Chalmers University of Technology (Göteborg) til samarbejde om automatisk evaluering og BAM (Berlin) til benyttelse af deres hardware og testfaciliteter.</p> <p>Af udenlandske virksomheder vil Eigenor OY (finsk) bidrage med 3D rekonstruktion, Detection Technology OY (finsk) bidrage med detektorkomponenter og JME Ltd. (engelsk) bidrage med højenergi røntgenkilder.</p> <p>Videnhjemtagningen vil primært foregå i form af besøg hos de udenlandske videnscentre og virksomheder.</p> <p>FORCE Technology har både nationalt og internationalt en viden, kompetencegrundlag, erfaring og medarbejderprofiler, samt faciliteter og</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         | samarbejdskontakter, der muliggør en meget høj grad af forankring af den udviklede og hjemtagne viden og teknologi, som benyttes til at hjælpe den danske undervandsbranche i form af rådgivning og problemløsning på området.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>5) Inddragelse og videnspredning</b> | <p><b>Følgegruppe</b><br/>Vi nedsætter en følgegruppe med SubC Partner A/S (SMV), Mærsk Olie &amp; Gas og Aalborg Universitet. Følgegruppen mødes mindst to gange årligt og skal sikre en kobling mellem målgruppens behov og aktivitetsplanens forskellige aktiviteter.</p> <p>Inspektionssystemet skal monteres og transporteres på en ROV. Derfor vil SubC Partners erfaringer som ROV-udbyder og inspektionsfirma være vigtige for designet af systemet og for, hvordan systemet i praksis kan monteres og opereres fra ROV'en. Jean Grandt, Business Development Manager, SubC Partner A/S skrev følgende på BedreInnovation.dk: ” <i>Mulighederne for radiografiske systemer i IRM projekter vil være store, da der i dag ikke findes de rigtige systemer som har de rigtige anvendelses muligheder</i>”.</p> <p>Mærsk Olie &amp; Gas ejer flere relevante undervandskonstruktioner, hvor undervandsrøntgen vil kunne løse flere inspektioner som er umulige i dag. Lasse Skov Thomsen, Senior Pipeline Inspection Engineer, Maersk Oil skrev bl.a. følgende på BedreInnovation.dk: ”...<i>Sammenlagt har det mulighed for at øge sikkerheden, både miljømæssigt og for personel i de tilfælde, hvor subsea installationen har en tilhørende topside installation. En bedre inspektion fjerner en del af usikkerheden vedrørende inspektionens resultat, hvorved resterende levetid bedre kan fastslås og unødvendig reparation og udskiftning undgås</i>”.</p> <p>Aalborg Universitets Sektionen for Elektriske Maskiner under Institut for Energiteknik har fokus på udvikling og design af rammen, koblingen til ROV'en samt boksen til instrumenteringsmodulet ved anvendelse af moderne teknologi og topologi. Soltani Mohsen Soltani, Lektor på Aalborg Universitet, skriver bl.a.”..<i>Resultatet vil være internationalt konkurrencedygtigt</i>”.</p> <p><b>Uddannelsessamarbejde:</b> I samarbejde med Aalborg Universitet og/eller DTU Compute defineres bachelor- eller kandidatprojekter, der kan gennemføres parallelt med aktivitetsplanens løbetid. Disse kan indeholde elementer indenfor både software-, elektronik- og mekanik-design.</p> <p><b>Generel videnspredning:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foredrag for <i>Offshoreenergy.dk</i>'s netværksgruppe Danish Subsea Network som organiserer danske virksomheder og vidensinstitutioner, der arbejder med undervandsteknologi i forhold til Offshore Olie &amp; Gas og Offshore Vindkraft afholder møder 4 gange årligt for ca. 50 medlemmer.</li> <li>• Foredrag for Interesseorganisationen <a href="#">Vindmølleindustriens</a> netværksgruppe <a href="#">QA-Netværk med ca. 20 medlemmer</a>, som retter sig mod QA-ansvarlige inden for vindsektoren.</li> <li>• Status upload af aktivitetsplanen på Offshoreenergy.dk hjemmeside</li> <li>• Distribuerer projektets resultater på FORCE Technology's hjemmeside</li> <li>• Projektbeskrivelse med midtvejsstatus og slutstatus og distribution via LinkedIn</li> </ul> |

|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            | <p>Se endvidere under milepæle for de enkelte år, afsnit 7.</p> <p>Da begge ovenstående nævnte netværk er vigtige målgrupper og interessenter for aktivitetsplanen, vil der løbende være dialog med relevante medlemmer heraf samt statusopfølgning på temadage afholdt af netværksgrupperne.</p> <p><b>Videnspredning – Indlæg og artikler:</b><br/> Mindst 4 indlæg eller artikler i følgende nationale fagblade<br/> <i>Svejsning, Innovation, Offshoreenergy's nyhedsbrev og Offshore Wind Denmark</i></p> <p>Mikkel Juul, Head of International Projects, Offshoreenergy.dk skrev bl.a. følgende på BedreInnovation.dk:<br/> <i>"Offshoreenergy.dk ser mange interessante aspekter i dette projekt, der kan finde bred anvendelse inden for Offshorebranchen, såvel Olie&amp;Gas som Vind. Som vi ser det, er metoden innovativ og nyskabende, da denne type inspektioner af kontinuerlige radiografiske målinger pt. ikke er mulig at foretage og vise realtime. Hvis metoden bliver bekræftet, vil det kunne åbne for et nyt marked, hvor danske SMV'er allerede besidder kompetencer, der kan understøtte og udvikle teknologien. Her ligger således en mulighed for, at danske SMV'er kan blive "first movers" inden for en teknologi, som har et globalt markedspotentiale. Perspektivet med teknikken vil også kunne medføre væsentlige kostreduktioner i inspektion af subsea strukturer som bl.a. rørledninger, kabelføringer og subsea produktionsanlæg".</i></p> <p><b>Videnspredning – Konferencer:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EWEA Offshore, marts 2018</li> <li>• Dansk Svejseteknisk Landsforenings Svejse- og NDT-konference, maj 2018</li> </ul> |
| <b>6) Sammenhæng med institut-strategi</b> | <p>FORCE Technologys mission er at udvikle og markedsføre værdiskabende teknologier, løsninger og services, der forbedrer konkurrenceevnen for vores kunder og dermed hjælper dem med at opfylde deres forretningsmæssige mål og visioner. FORCE Technology har i mange år arbejdet med industrielle løsninger og NDT (Non Destructive Testing) med røntgen og radioaktive kilder, samt udvikling og produktion af egne avancerede detektorer, til mere effektive metoder til kvalitets- og tilstandskontrol af installationer på dybt vand. Årsagen hertil skal findes i tendensen til i stigende grad at etablere havvindmøller, samt olie- og gasfelter på dybere og dybere vand. Energisektoren vedbliver at være en væsentlig sektor. FORCE Technology vil være inden for. FORCE Technology har løbende fået forespørgsler på muligheden for undervands-undersøgelser af strukturer, fx bag isolerende materialer.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>7) Milepæle år 2016</b>                 | <p><b>A. <u>Vidensamarbejde, - hjemtagning og kompetenceopbygning</u></b></p> <p>Det absolut væsentligste punkt her er at udarbejde en kravspecifikation for hele aktivitetsplanen. Denne specifikation kræver en del vidensamarbejde og -hjemtagning fra både nationale og udenlandske videnscentre og virksomheder.</p> <p>Kravspecifikationen vil dække følgende hovedelementer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2016-A1: Gennemgå tilgængelig detektortechnologi for at udvælge den/de bedst egnede i forhold til kravspecifikation og projektets ramme. Detektorkoncept fra RK13-15 indgår som et emne.</li> <li>• 2016-A2: Gennemgå tilgængelig røntgenteknologi for højenergi-kilder, der</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | <p>kan opfylde de specificerede krav.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2016-A3: Definere inspektionsprincipper til kravspecifikation, herunder inddrage virksomhedernes behov vedrørende fejltypen, fejlstørrelser og adgangsforhold</li> <li>• 2016-A4: Begynde specificeringsarbejde for principper for 2D og 3D radiografi og herunder vurdering af automatiseret evaluering</li> <li>• 2016-A5: Undersøge mulighederne for automatiseret evaluering af inspektionsdata</li> </ul> <p>Specifikationen danner udgangspunkt for delaktiviteterne og definerer cases i forhold til demonstration og videnspredning. Specifikationer, undersøgelser og surveys er afgørende forudsætninger for de tekniske milepæle. Specifikationen forventes afleveret som delrapport.</p> <p><b>B. <u>Udvikling af teknologisk service</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2016-B1: Test af detektor(er) i forhold til anvendt højenergirøntgen.</li> <li>• 2016-B2: Teste og udvælge røntgensystem(er)</li> <li>• 2016-B3: Kravspecifikation: Specificere krav til undervands-indpakning og skitsering af mulig deployment, d.v.s. placering af systemet under vand.</li> <li>• 2016-B4: Anskaffe/låne/leje højenergikilde(r) og detektorkomponenter</li> </ul> <p><b>C. <u>Inddragelse og videnspredning</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2016-C1: Afholde mindst to følgegruppemøder</li> <li>• 2016-C2: Inddrage undervands-aktører inden for testning og deployment samt operatører af undervands-installationer i arbejdet med kravspecifikationer og definition af inspektionsprincipper.</li> <li>• 2016-C3: Besøge potentielle leverandører af subseamoduler</li> <li>• 2016-C4: Test hos indenlandske og specielt udenlandske videnscentre og konferencedeltagelse for at fastholde <i>State-of-the-art</i> viden inden for undervandsrøntgen.</li> </ul> |
| Milepæle år 2017 | <p><b>A. <u>Vidensamarbejde, - hjemtagning og kompetenceopbygning</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2017-A1: Specifikation af kollimator-design og -setup i detektorsystem</li> <li>• 2017-A2: Færdig specifikation af indkapslingsmetode for røntgensystem</li> <li>• 2017-A3: Deltage i netværksgruppen Danish Subsea Networks 3-4 årlige møder</li> </ul> <p><b>B. <u>Udvikling af teknologisk service</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2017-B1: Anskaffe højenergi røntgenkilde</li> <li>• 2017-B2: Anskaffe komponenter til højenergidetektorsystem, herunder endeligt valg af detektordesign</li> <li>• 2017-B3: Udvikle de nødvendige elektriske og mekaniske moduler for 3D undervandsrøntgen. En række af disse moduler vil blive bygget, så vi kan gennemføre demonstrationer i år 3</li> <li>• 2017-B4: Kollimator-design og test i sammenhæng med højenergirøntgen og udvalgt detektor-setup med realistisk testscenarie i ikke neddykket, men simuleret måleteknisk situation</li> <li>• 2017-B5: Udvikle software til at styre detektor og 3D bevægelseskoncept</li> <li>• 2017-B6: Udvikle software til dataanalyse, filtreringsalgoritmer og</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              | <p>dataoptimering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2017-B7: Begyndende udvikling alternativ anskaffelse af rekonstruktionssoftware til brug for endelig resultatvisualisering i forbindelse med test og demonstration</li> </ul> <p><b>C. <u>Inddragelse og videnspredning</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2017-C1: Afholde mindst to følgegruppemøder</li> <li>• 2017-C2: Definere bachelor- og/eller kandidatprojekter for 2017 sammen med Aalborg Universitet</li> <li>• 2017-C3: Status upload af projektet på Offshoreenergy.dk</li> <li>• 2017-C4: Distribuerer projektets resultater på FORCE Technology's hjemmeside</li> <li>• 2017-C5: Projektbeskrivelse med midtvejsstatus præsenteres på LinkedIn og distribueres til en større gruppe potentielle interessenter</li> <li>• 2017-C6: Mindst 2 indlæg eller artikel i fagbladene <i>Svejsning</i>, <i>Innovation</i>, <i>Offshoreenergys nyhedsbrev</i> eller <i>Offshore Wind Denmark</i></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Milepæle år 2018                             | <p><b>A. <u>Vidensamarbejde, - hjemtagning og kompetenceopbygning</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2018-A1: Samarbejde om indkapslingsudfordringer med undervandsoperatører, der arbejder med deployment og anvendelse af avanceret prøvningsudstyr under vand</li> <li>• 2018-A2: Specifikation af (mekanisk) indkapsling af systemkomponenter i forhold til afklaring af den endelige systemspecifikationer</li> </ul> <p><b>B. <u>Udvikling af teknologisk service</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2018-B1: Udvikle og fremstille nødvendige testindkapslingsmoduler til detektor, røntgenkilde og instrumentering med henblik på evaluering, test og modificering til endelig fastlæggelse af specifikationer for undervandsbrug</li> <li>• 2018-B2: Software udvikling til systemintegration, betjening og visualisering til demonstration af de tekniske muligheder i en inspektionssammenhæng på udvalgte cases.</li> </ul> <p><b>C. <u>Inddragelse og videnspredning</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2018-C1: Afholde mindst to følgegruppemøder</li> <li>• 2018-C2: Færdige bachelor- og/eller kandidat-delprojekter fra universiteterne</li> <li>• 2018-C3: Demonstrere en udvalgt undervandscase for målgruppen og relevante interessenter (jf. afsnit 1)</li> <li>• 2018-C4: Distribuerer projektets resultater på FORCE Technology's hjemmeside</li> <li>• 2018-C5: Projektbeskrivelse med slutstatus præsenteres på LinkedIn og distribueres til en større gruppe potentielle interessenter</li> <li>• 2018-C6: Mindst 2 indlæg eller artikler i fagbladene <i>Svejsning</i>, <i>Innovation</i>, <i>Offshoreenergy's nyhedsbrev</i> og <i>Offshore Wind Denmark</i></li> <li>• 2018-C7: Fremlægge projektets resultater på Dansk Svejseteknisk Landsforenings Svejse- og NDT-konference samt EWEA Offshore.</li> </ul> |
| Titel ved præsentation på BedreInnovation.dk | Ny radiografisk metode til kvalitetssikring af store subsea installationer og strukturer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |