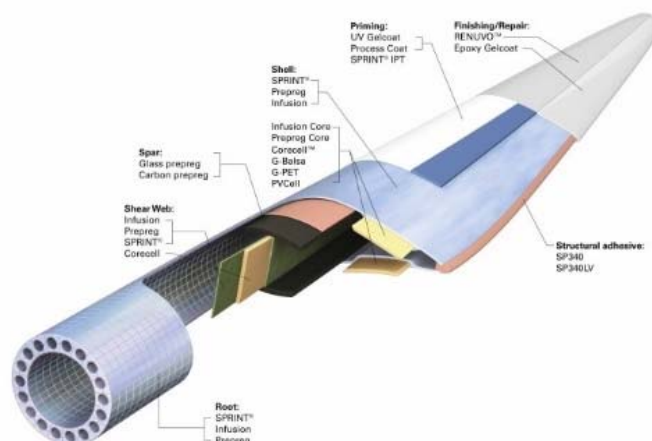


## A9: Kvalitetssikring af hybridmaterialer

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                     |    |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----|
| Aktivitet               | Forskning og udvikling                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                     |    |
| Aktivitetsplan (titel): | Kvalitetssikring af hybridmaterialer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Aktivitetsplan nr.: | A9 |
| Resumé                  | <p>Hybridmaterialer er sammensat af to eller flere materialer og dækker over en stor gruppe af materialesammensætninger. Kompositmaterialer er f.eks. en undergruppe af hybridmaterialer. De er populære at bruge, fordi de samlet set gør den færdige konstruktion stærkere og lettere eller giver et attraktivt udseende.</p> <p>De eksisterende metoder til at finde fejl og sikre hybridkonstruktionernes kvalitet er manuelle, tidskrævende og dyre. Stigende trafik og det faktum, at vi vil opleve mere ekstremt vejr i Danmark, betyder at behovet for hyppigere inspektion af konstruktioner lavet af hybridmaterialer, f.eks. vindmøllevinger og broer, stiger.</p> <p>Nogle hybridkonstruktioner er stort set umulige at undersøge og de bliver først repareret når de er gået i stykker. Det kan være meget dyrt, f.eks. vurderer vindmølleindustrien, at det koster et tocifret millionbeløb at udskifte en enkelt vindmøllevinge. Derudover er nogle områder besværlige at nå frem til, ligesom der også kan være væsentlige sikkerhedsrisici forbundet med opgaven for inspektørerne.</p> <p>Der er derfor brug for en automatiseret metode og udstyr, der på enkel, sikker og billig vis kan dokumentere fejl i konstruktionerne. En automatiseret metode vil effektivisere inspektionen og gøre det muligt sikkert at undersøge besværlige områder.</p> <p>I denne aktivitetsplan vil vi udvikle automatiserede ikke-destruktive (NDT) metoder til kvalitetssikring af sådanne konstruktioner. NDT er en samlet betegnelse for en række prøvningsmetoder, der kan påvise fejl i materialer, uden at påvise objektets funktionsevne eller fysiske egenskaber. Metoden skal også kunne anvendes til at forudsige konstruktionernes levetid, så unødvendige reparationer og arbejde undgås.</p> <p>Aktivitetsplanen bygger videre på en tidligere resultatkontrakt, som på laboratorieniveau etablerede ultralydmetoder til kvalitetssikring af mindre kompositemner. I den næste periode vil vi hæve niveauet ved at gøre de eksisterende og de nyudviklede metoder operationelle, således at metoderne kan bruges på større konstruktioner.</p> <p>Aktivitetsplanen fokuserer på armeret beton og fiberforstærkede kompositmaterialer i vindmøllevinger. Målgruppen er virksomheder i vind-, beton- og byggeindustrierne, der arbejder med inspektion og kvalitetskontrol af vindmøller og statslige infrastrukturer som f.eks. broer. Vi anslår, at målgruppen består af 50-75 virksomheder, heriblandt 20-30 små- og mellemstore virksomheder (SMV'er).</p> |                     |    |

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1) Målgruppe og behov</b> | <p><b>Erhvervs- og samfundsmæssige udfordringer</b></p> <p>I den nuværende konkurrencesituation kan europæiske og danske virksomheder, der arbejder med hybridmaterialer, ikke konkurrere på pris. De må i stedet skabe merværdi gennem innovative løsninger med højt teknologisk indhold og produkter af høj kvalitet.</p> <p>Hybridmaterialer er komplekse af natur på grund af sammensætningen af forskellige materialer. Det kan være forskellige fiberforstærkede kompositmaterialer eller armeret beton. De bliver brugt til vindmøllevinger, broer og lignende konstruktioner og er generelt velegnede i aggressive offshore miljøer.</p> <p>Hybridmaterialer finder i stigende grad indpas i forskellige industrier og perspektivet er meget stort.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vindmølleindustrien vil udvikle endnu længere vinger, end de gør i dag, ved at sammensætte kompositkomponenter (se figuren herunder).</li> <li>• Flyindustrien benytter materialerne for til stadighed at reducere CO<sub>2</sub>-udslippet.</li> <li>• Skibsindustrien udvikler færger, lystyachts, kanoer og kajaker ved at sammensætte kompositter og sandwichmaterialer. Fartøjerne bliver derved mere konkurrencedygtige i pris sammenlignet med tilsvarende fremstillet i traditionelle materialer.</li> <li>• Europæisk bilindustri vil udvikle hybridmaterialer til busser, tog og biler for at optimere konstruktionernes styrke og design. Det bliver blandt andet tematiseret i projektet "Industrial technologies for advanced joining and assembly processes for multi-materials"<sup>1</sup>, der er en del af EU-programmet Horizon 2020. I EU-projektet fokuseres på sammenføjning af hybridmaterialer.</li> </ul> <p>Denne aktivitetsplan arbejder med kvalitetssikring af hybridmaterialer i to forskellige industrier. Der udvikles en demonstrationscase for både betonindustrien og for kompositindustrien.</p> |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

<sup>1</sup> <http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/2191-fof-12-2015.html>



*Hybridmaterialer i en vindmøllevinge, man ikke kan se udefra<sup>2</sup>.*

### Traditionel inspektion og udfordringer

Traditionel inspektion af broer og vindmøller er tidskrævende og dyrt. Skadens udbredelse, størrelse og placering i konstruktionerne påvirkes af blandt andet vejr- og trafikbelastning. Nogle områder er besværlige at nå frem til og der kan også være væsentlige sikkerhedsrisici forbundet med opgaven for inspektørerne.

En anden teknisk udfordring er, at undersøge for fejl i hybridmaterialer som man ikke kan "se" udefra. En skade kan udbrede sig inde i materialet og føre til kritiske brud. Skaden opstår fordi hybridmaterialerne ikke er fremstillet eller samlet korrekt eller som følge af erosion og slagskader.

Denne udfordring beskriver Thomas K. Østergaard, R&D Ingeniør hos SMV'en Scanfiber Composites A/S, på BedreInnovation.dk:

*"Når man kombinerer hybridmaterialer kan man ikke "se" hvad der sker inde i elementet. Derfor må man sætte sin lid til at man har tilført den rette mængde fiber, matrix, mv. og at trykket og temperaturen er korrekt."*

Mindre danske producenter af hybridmaterialer mangler en metode, der kan give dem sikkerhed for, at produktet er som det skal være. Alt hvad de kan gøre nu er at "håbe på" en fejlfri produktion. Men det er ikke de eneste udfordringer.

### Ekstremt vejr og øget trafik

I takt med, at vi vil opleve mere ekstremt vejr i Danmark<sup>3</sup>, vil behovet for hyppigere inspektion af vindmøllevinger og broer stige.

Vindmølleindustrien vurderer, at det koster et tocifret millionbeløb at skifte en enkelt havvindmøllevinge. Der skal bruges et specielt fartøj til at transportere den nye vinge ud til møllen og tage den ødelagte med tilbage til land. Derudover er der omkostninger forbundet med at genanvende og bortskaffe vingen. Derfor er der

<sup>2</sup> <http://gurit.fangle.co.uk/breakdown-of-a-turbine-blade.aspx>

<sup>3</sup> <http://www.dmi.dk/klima/fremtidens-klima/danmark/ekstrem-vejr/>

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>mange penge at spare ved at kunne forudsige levetiden af en konstruktion med NDT-metoder. Så kan man finde fejl tidligt, så de ikke når at udvikle sig.</p> <p>Per Langfeldts kommentar på BedreInnovation.dk understreger, at der er brug for at kunne finde fejl ude ved møllen. Per er udviklingsansvarlig hos Envision Energy ApS:</p> <p><i>”On-site inspektion er nok det område hvor det i dag er sværest at foretage NDT-inspektion af vinger, her ser jeg et stort potentiale i at kunne detektere mindre skader, som kan udbedres for en lav omkostning sammenlignet med den omkostning der kan være forbundet med skader der uopdaget får lov til at udvikle sig.”</i></p> <p>Når en bro skal inspiceres afspærres veje helt eller delvist og trafikken omdirigeres med kø og andre trafikale gener til følge. Opsætning og nedtagning af afspærringerne er dyrt. Ligesom der er generel enighed om, at der er store samfundsmæssige omkostninger forbundet med trafikanters tidstab, både økonomisk og personligt ved reduceret tid med familien. Typiske skader på broer er armeringskorrosion og frostangreb.</p> <p>Vejret har indflydelse på broernes levetid, men også antallet af biler, lastbiler osv. spiller en stor rolle. Ifølge Vejdirektoratet er der ca. 3 millioner motorkøretøjer i Danmark<sup>4</sup>. Et tal, der forventes at stige, hvilket øger behovet for færre og kortere afspærringer.</p> <p>Der er derfor behov for at udvikle et billigere og mere effektivt alternativ til de nuværende metoder. Denne aktivitetsplan sigter mod at demonstrere NDT-metoder til hhv. beton- og kompositkonstruktioner.</p> <p><b>Fordele ved en automatiseret metode til kvalitetssikring af hybridmaterialer</b></p> <p>I forbindelse med vedligehold af vindmøllevinger vil en automatiseret metode:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gøre det muligt for inspektøren at undersøge vingen uden at være i en lift eller hænge i liner. Det øger sikkerheden og forbedrer arbejdsmiljøet.</li> <li>• reducere udgifterne til inspektion, da der blot skal bruges en eller to mand til at styre den automatiserede metode.</li> <li>• reducere tidsforbruget til opsætning af udstyr. Det betyder færre udgifter og mere tid til at undersøge resultaterne.</li> </ul> <p>I forbindelse med vedligehold af broer vil en automatiseret metode:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gøre det mere sikkert for inspektøren at undersøge broens tilstand. Det øger sikkerheden og forbedrer arbejdsmiljøet.</li> <li>• ikke kræve omfattende afspærringer og dermed resultere i omlægninger af trafik med kø til følge. Metoden vil dermed reducere udgifterne.</li> </ul> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• reducere tidsforbruget på opsætning af udstyr. Det betyder færre udgifter og mere tid til at undersøge resultaterne.</li> </ul> <p>På BedreInnovation.dk beskriver Finn Jensen, ingeniør hos COWI, de fordele han ser ved en automatiseret metode:</p> <p><i>”Inspektion af disse store bygværker er tidskrævende og kræver høj koncentration og ekspertise af de udførende. Et delvist automatiseret koncept vil gøre inspektioner bedre, billigere og vil overlade ekstra tid til eksperterne, hvor de kan fokusere på de skader og defekter som den automatiserede inspektion identificerer.”</i></p> <p><b>I overensstemmelse med INNO+ kataloget</b></p> <p>Aktivitetsplanen afspejler anbefalingen beskrevet i INNO+ kataloget<sup>5</sup>. Den understreger nødvendigheden af løsninger til fremstillingsindustrien, der kan styrke produktiviteten, fastholde og forøge en ressourceeffektiv produktion samt forbedre kvaliteten af produkterne.</p> <p>De data, der kommer fra on-site kvalitetskontrol, skal ikke kun bruges til at planlægge vedligehold og reparationer. Med de nye automatiserede NDT metoder vil vi skabe et link mellem design, produktion og on-site kvalitetskontrol.</p> <p>Producenter kan med stor fordel følge op på on-site kvalitetskontrollens resultater og implementere den indsamlede viden i design- og produktionsfasen. On-site kvalitetskontrol vil give producenterne mere viden om levetiden af deres produkter. Der kan være forskel på den forventede levetid på fabrikken og den der måles on-site. Metoderne er med til forbedre kvaliteten af produkterne og kan derfor give de danske virksomheder en konkurrencefordel.</p> <p><b>Primær målgruppe</b></p> <p>Målgruppen er virksomheder inden for vind-, beton- og byggeindustrierne. De opdeles i fire grupper:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SMV’er, der arbejder med serviceydelser inden for inspektion, tilstandskontrol og kvalitetskontrol af vindmøller og statslige infrastrukturer som f.eks. broer. Det drejer sig om ca. 20 virksomheder.</li> <li>• SMV’er med højteknologisk og specialiseret viden inden for produktion af komponenter til hybridkonstruktioner. Det drejer sig om 10-15 virksomheder.</li> <li>• Leverandører og producenter af højteknologiske komponenter, ca. 5-10 virksomheder.</li> <li>• Vindmølleejere, producenter og statslige institutioner, ca. 5-10 virksomheder.</li> </ul> <p>Den primære målgruppe er blevet analyseret gennem interviews med specialister, tilbagemeldinger på conferencebidrag, diskussioner i innovationsnetværk og på</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

<sup>5</sup> [http://ufm.dk/publikationer/2013/filer-2013/innova\\_hovedkatalog\\_interaktiv\\_web.pdf](http://ufm.dk/publikationer/2013/filer-2013/innova_hovedkatalog_interaktiv_web.pdf)

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     | <p>temadage. Aktivitetsplanen udføres desuden i synergi med Innovationsnetværket RoboCluster<sup>6</sup>, og en væsentlig del af netværkets medlemmerne vil komme i direkte eller indirekte berøring med aktivitetplanens resultater.</p> <p><b>Potentialet for automatiserede karakteriseringsmetoder</b><br/> På nuværende tidpunkt er der ikke teknologier på markedet til automatiseret on-site inspektion, tilstandskontrol og kvalitetskontrol af hybridkonstruktioner. Aktivitetsplanen skal udvikle en automatiseret metode, der er gennemprøvet og testet af en uvildig myndighed. Det giver sikkerhed og er en fordel for nystartede virksomheder og SMV'er, der ikke har ressourcerne til selv at udvikle metoderne.</p> <p>Vi vurderer, at inden for de næste 5 år vil ca. 20 danske SMV'er og 10-15 større virksomheder efterspørge en samlet inspektionsløsning.</p> <p><b>Potentiel videreudvikling - masseproduktion</b><br/> Gennem forløbet på BedreInnovation.dk er vi desuden kommet i kontakt med nye virksomheder. Det drejer sig om virksomheder inden for skibsindustrien og virksomheder, der masseproducerer produkter af hybridmaterialer.</p> <p>Masseproduktion er i denne sammenhæng produktion af flere tusinde enheder af samme produkt. Erfaringerne fra denne aktivitetsplan vil sandsynligvis kunne bruges til at videreudvikle metoden til at omfatte kontrol af masseproducerede produkter. Videreudviklingen indgår ikke i denne aktivitetsplan, men kan være aktuell i en aktivitetsplan for 2019-21.</p> |
| <p><b>2) Den nye teknologiske serviceydelse</b></p> | <p><b>Ny teknologisk serviceydelse, kompetence og teknologi</b><br/> Aktivitetsplanen skal ende ud med at præsentere nye karakteriseringsmetoder til automatiseret kvalitetssikring af hybridmaterialer. Metoderne skal indgå i et samlet inspektionskoncept, som demonstreres for beton- og kompositindustrien.</p> <p>Konceptet vil blandt andet inkludere brug af robotter. En mulighed er en standard industriel robot, der kører på en skinne og monteres med sugekopper. En anden mulighed er en robot under udvikling i Innovationsnetværket RoboCluster<sup>7</sup>, der ved hjælp af vakuum-teknik kan køre på stort set alle overflader. Denne nyudvikling stiller FT til rådighed for aktivitetsplanen.</p> <p>Robotten kan enten selv køre op af konstruktioner eller placeres på beton- eller kompositkonstruktioner ved hjælp af en kran eller en lift. En anden mulighed er, at robotten flyves op til det ønskede inspektionsområde med en helikopter eller en drone.</p> <p>Inspektionskonceptet vil gøre det billigere og mere sikkert at udføre kvalitetssikring af beton- og kompositkonstruktioner. Det nye koncept kan bruges på områder, hvor platforme, stilladser, kraner eller lifte enten er uanvendelige eller meget dyre at anvende.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                            |

<sup>6</sup> <http://robocluster.dk/om-robocluster.aspx>

<sup>7</sup> <http://robocluster.dk/projekter/styrbar-suge-crawler-robot-til-inspektion-af-ikke-magnetiske-overflader.aspx>

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | <p>Det nye koncept vil også have stor betydning for konstruktionernes levetid. Med ny viden kan vi forudsige, hvordan skaderne vil udvikle sig. Dermed kan reparationer planlægges og levetiden forlænges, ligesom ejere kan undgå unødvendige udskiftninger og reparationer.</p> <p><b>Hvorfor udvikler markedet ikke selv?</b></p> <p>Generelt set er de danske virksomheder inden for serviceydelser til vind- og infrastrukturbranchen SMV'er og dermed også mindre økonomisk funderet end deres udenlandske konkurrenter. Danske SMV'er vil derfor have svært ved at finansiere udvikling og test af ny teknologi og nyt udstyr.</p> <p>Aktivitetsplanen skal sikre, at fundamentet er tilstede for SMV'erne til at benytte teknologien til nye forretningskoncepter, og dermed sikre dem en konkurrencefordel, også internationalt. Vi forventer, at salget af en færdig ydelse vil starte i år 3 af aktivitetsplanen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>3) Aktiviteter</b> | <p><b>Aktivitetsplanens vigtigste aktiviteter</b></p> <p>For at sikre udviklingen af de nye NDT-karakteriseringsmetoder deles aktivitetsplanen op i følgende aktiviteter:</p> <p><u>A1: Nye NDT-karakteriseringsmetoder til hybridmaterialer</u></p> <p>I tidligere aktivitetsplaner blev der arbejdet med ultralyd i laboratoriet til test af mindre kompositemner. Nu skal metoden procedureudvikles så de kan bruges til automatisk on-site inspektion af større hybridkonstruktioner.</p> <p>Vi har også mulighed for at afprøve andre metoder f.eks. georadar og videoudstyr til at detektere fejl som afskalninger, korrosion, revner og klorindtrængning i betonkonstruktioner. På kompositkonstruktioner har vi mulighed for at afprøve bl.a. ultralyd, lasere og aktiv termografi til inspektion af f.eks. delamineringer i sandwichkonstruktioner, limsamlinger, erosion af forkanter og/eller fiber-foldninger.</p> <p><u>A2: Anvendelse af automatiseringskoncepter på beton og komposit</u></p> <p>Den anden aktivitet er udviklingen af et samlet inspektionskoncept for kvalitetssikring af hybridmaterialer. Dette gøres ved at kombinere de karakteriseringsmetoder, der udvikles ovenfor, med en eksisterende eller nyudviklet robot, der kan bruges på ikke-magnetiske materialer.</p> <p><u>A3: On-site demonstratorer</u></p> <p>Den tredje aktivitet går ud på at demonstrere de udvalgte inspektionskoncepter på beton- og kompositkonstruktioner. Aktiviteten opdeles i to demonstrationscases: én for betonindustrien og én for kompositindustrien.</p> <p><u>A4: Interaktion med uddannelsessystemet og videnspredning</u></p> <p>Den fjerde aktivitet fokuserer på interaktionen med DTU Mekanik og DTU Vind om adgang til NDT-faciliteter og mekaniske testfaciliteter. Universiteterne stiller mekaniske testfaciliteterne til rådighed for eksperter fra FORCE Technology, og vi giver universiteterne adgang til vores NDT-faciliteter. Sammen kan vi teste forskellige materialer og øge vores viden om dem.</p> |

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>Vidensspredning vil bl.a. foregå gennem deltagelse på messer og konferencer. Vi vil deltage som oplægsholdere eller på anden vis udstille aktivitetsplanens services.</p> <p><u>A5: Fra deltagelse til forretning</u></p> <p>Den femte og sidste aktivitet handler om kortlægning af barrierer for danske SMV'er og udvikling af forretningsplaner. Aktiviteten skal gøre det lettere for danske SMV'er at komme ind på det europæiske marked.</p> <p><b>Potentielle udfordringer for projektets succes</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Færdigudvikling af robotter i RoboCluster projektet forventes afsluttet ultimo 2015. Evt. forsinkelser eller tekniske problemer vil påvirke aktivitetsplanen.</li> <li>2. FT råder over ultralyd- og røntgenudstyr. Med det begrænsede udstyrsbudget kan udvalget af ønskede nye metoder blive reduceret hvis det ikke lykkedes at skaffe finansiering til udstyrsindkøb.</li> <li>3. En sidste barriere kan være udformningen af samarbejdsaftaler med skoler, universiteter og virksomheder.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p><b>4) Viden-samarbejde og -hjemtagning</b></p> | <p><b>Tidligere projekter</b></p> <p>Aktivitetsplanen bygger videre på et tidligere RK-forløb, hvor vi på laboratorieniveau etablerede ultralydmetoder til at undersøge mindre kompositemner og udviklede konceptstudier af en robots mekaniske opbygning.</p> <p>Dette har resulteret i en bedre forståelse af ultralyd i kompositemner og en virtuel konceptmodel af en robot, der anvender vakuum til at køre på ikke-magnetiske overflader. Det afsluttede RK-forløb samarbejdede desuden tæt med en videreudvikling af det nyligt etablerede Industriens Kompositlaboratorie (IKL). IKL har til formål at tilføre SMV'er viden i forhold til kompositmaterialer og deres anvendelighed, blandt andet som erstatning for stål, aluminium eller træ.</p> <p>Med den nye aktivitetsplan vil vi tage de eksisterende og de nyudviklede NDT-metoder ud af laboratoriet og gøre dem brugbare for SMV'erne ude i felten. Det resulterer i kommercielle ydelser, der forbedrer SMV'ernes konkurrenceevne.</p> <p><b>Samarbejde med industrien</b></p> <p>Industrien vil i projektperioden og efterfølgende drage fordel af rådgivning om automatiserede processer, kvalitetsoptimering og kvalitetsdokumentation af komponenter med vanskelige adgangsforhold. Deres rolle er også at fungere som demonstrationscases, som nævnt i aktivitet A3.</p> <p>På vindmøllefronten vil vi oprette et samarbejde med DIAB, der er leverandør af kompositmaterialer, og Sund &amp; Bælt på betonfronten. Samarbejdet vil indebære både videnhjemtagning og videndeling.</p> <p>Vores samarbejde med DIAB vil ske gennem møder med Lars Hallkvist, Global Account Manager - Wind Energy. På BedreInnovation.dk skriver han:</p> |



|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p><i>”Udviklingen af automatiserede NDT-metoder, som tillader nem og billig inspektion vil bidrage til:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Åbne op markeder for fiberkompositter og sandwichstrukturer for nye kunder og industrier, der muligvis har en vis skepsis for produkter fremstillet af komposit. Ved at konsekvent kunne fremvise ensartet kvalitet, øger [det] klart tilliden hos de producenter, der mangler nødvendig baggrundsviden.</i></li> <li>• <i>Mulighed for at i detalje dokumentere kvaliteten med kortere mellemrum kan i sidste ende bidrage til at reducere sikkerhedsfaktorer i konstruktionsfasen, eller optimere produktionsprocessen for en mere ensartet kvalitet.</i></li> <li>• <i>Efterkontrol af eksisterende strukturer for at tillade en forlænget levetid, samt forøget industrialisering af kompositmateriale og sandwichstrukturer.”</i></li> </ul> <p>Sund &amp; Bælt vil i samarbejdsperioden stille forskellige betonelementer til rådighed, som vi kan teste vores koncept på. På den måde lærer deres inspektører mere om NDT-metoderne og vi får mere viden om materialerne.</p> <p>Sund &amp; Bælts største udfordring er nem tilgang til svært tilgængelige områder f.eks. undersiden af tværbjælkerne og ankerblokkene.</p> <p>Her vil et automatiseret koncept være hurtigt at rulle ud i modsætning til opsætning af platforme eller brug af professionelle klatrere, hvilket er dyrt og tager lang tid at mobilisere. Kim Agersø Nielsen, Teknisk Chef hos Sund &amp; Bælt A/S, skriver på BedreInnovation.dk:</p> <p><i>”Kombinationen med en robot, der kan køre på betonoverflader og egnet NDT udstyr vil kunne spare tid og penge ved undersøgelser af vanskeligt tilgængelige steder.”</i></p> |
| <p><b>5) Inddragelse og videnspredning</b></p> | <p><b>Demonstrationscases og følgegruppe</b></p> <p>Vi vil gennem to demonstrationscases og en følgegruppe inddrage flere danske virksomheder i aktivitetsplanen. Siemens Wind Power og Sund &amp; Bælt A/S vil fungere som demonstrationscase for henholdsvis vindmølleindustrien og betonindustrien. Begge vil stille hybridmaterialer - vinger og beton -, tid og andre ressourcer til rådighed.</p> <p>Derudover vil vi nedsætte en følgegruppe med repræsentanter fra universiteter, erhvervslivet og innovationsnetværk. Gruppen vil bestå af SMV-virksomhederne Scanfiber og SSP Technology, samt Siemens Wind Power, DTU, Offshoreenergy.dk, Sund &amp; Bælt A/S og DONG Energy Wind Power.</p> <p>Scanfiber fremstiller kompositkomponenter, mens SSP Technology har fremstillet verdens længste vinge.</p> <p>Følgegruppen mødes mindst en gang årligt for at sikre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• at den nyeste viden bliver delt</li> <li>• at aktivitetsplanen bevæger sig i den rigtige retning.</li> </ul> <p>Resultaterne fra aktivitetsplanen vil vi blandt andet sprede gennem messer, temadage, undervisning, faglige magasiner og hjemmesider.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p><b>Videnspredning – Foredrag på udstillinger og messer</b></p> <p>Vi vil fortælle om det nye koncept via foredrag og udstillinger på messe. Vi anslår, at vi derigennem vil nå ud til 50-100 danske virksomheder i vind-, beton- eller bygningsindustrien. De er enten ejere, producenter eller servicevirksomheder.</p> <p>Følgende udstillinger og messer er udvalgt på nuværende tidspunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dansk Brodag, Odense, april 2016</li> <li>• Blade Inspection, Damage and Repair Forum, september 2017</li> <li>• EWEA Offshore, marts 2018</li> <li>• Dansk Betondag, september 2018</li> </ul> <p><b>Videnspredning - Undervisning, projekter og kurser</b></p> <p>FORCE Technologys eksperter vil undervise i sensortechnologi, materialeteknologi og kvalitetssikring i samarbejde med DTU Mekanik. Derudover kan vi tilbyde efteruddannelse af underviserne, at komme ud som gæsteundervisere og kvalificering af studerendes projekter. Christian Berggreen, Professor på DTU Mekanik, skriver i en kommentar på BedreInnovation.dk:</p> <p><i>”DTU Mekanik støtter varmt dette aktivitetsforslag, og kan via samarbejde og vidensdeling indenfor skader og deres udvikling og konsekvenser i og for komposit-materialer og konstruktioner, bidrage med komplementære ekspertiser, aktiviteter og input til gensidig gavn og nytte for aktiviteten og dansk industri.”</i></p> <p><b>Videnspredning - Faglige magasiner</b></p> <p>I perioden 2016-18 under resultatkontrakten vil vi skrive 1-3 artikler eller conferencebidrag, der beskriver aktivitetsplanens mål og resultater. Et relevant magasin er ”Beton” fra Dansk Betonforening, samt artikler til Dansk Betondag og WindEnergy Hamburg.</p> <p><b>Generel videnspredning</b></p> <p>Den generelle vidensformidling og -spredning af det samlede projekt foregår gennem deltagelse i Innovationsnetværket RoboCluster samt Innovationsnetværket Offshoreenergy.dk. Signe Arnklit, projektleder hos Offshoreenergy.dk, skriver på BedreInnovation.dk:</p> <p><i>”Innovationsnetværket Offshoreenergy.dk bakker op om projektet og bidrager gerne til vidensformidling, da projektet kan være et relevant bidrag til at reducere omkostningerne inden for drift og vedligehold af havvindmøller”.</i></p> <p>Derudover vil vi løbende komme med opdateringer på vores LinkedIn-side <a href="http://www.linkedin.com/company/force-technology">www.linkedin.com/company/force-technology</a>.</p> |
| <p><b>6) Sammenhæng med institut-strategi</b></p> | <p><b>Udvikling og service af ydelser til dansk industri</b></p> <p>Udviklingen af et samlet inspektionskoncept er i overensstemmelse med FORCE Technologys overordnede strategi om at udvikle og tilbyde ydelser til den danske industri inden for effektiv og intelligent kvalitetssikring.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | <p>Konceptet vil sætte os i stand til at tilbyde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Udstyr til inspektionsvirksomheder</li> <li>• Inspektionsydelser til ejere og producenter af f.eks. vindmøller og broer</li> <li>• Rådgivningsydelser – viden om, hvordan hybridmaterialer ”opfører” sig</li> </ul> <p>Videndelingen på tværs af FORCE Technology vil ske gennem en intern styregruppe samt undervisning af vores egne inspektører.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>7) Milepæle år 1</b> | <p>For at sikre udviklingen af de nye NDT karakteriseringsmetoder deles aktivitetsplanen op i følgende milepæle:</p> <p><b>A. <u>Vidensamarbejde og -hjemtagning samt kompetenceopbygning</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2016-A1: Testet og beskrevet minimum 2 NDT-metoder til karakterisering af fejl og sammenføjninger i hybridmaterialer inden udgangen af december 2016 (aktivitet A1).</li> </ul> <p><b>B. <u>Udvikling af teknologisk service</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2016-B1: Valgt mindst to demonstrationscases, i samarbejde med industrielle partnere, inden udgangen af december 2016 (aktivitet A3).</li> </ul> <p><b>C. <u>Inddragelse og videnspredning</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2016-C1: Deltaget på national eller international konference med udstilling og foredrag inden ultimo 2016 (aktivitet A4).</li> <li>• 2016-C2: Minimum et møde i følgegruppen afholdt.</li> </ul> |
| <b>Milepæle år 2</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Vidensamarbejde og -hjemtagning samt kompetenceopbygning</u></b></li> <li>• 2017-A1: Kortlagt minimum 2 automatiseringskoncepter (1 til beton og 1 til komposit) til on-site anvendelser på beton- og kompositkonstruktioner inden ultimo 2017 (aktivitet A2).</li> <li>• <b><u>Udvikling af teknologisk service</u></b></li> <li>• 2017-B1: Valgt NDT-metoder til karakterisering af hybridmaterialer i samarbejde med industrielle partnere inden marts 2017 (aktivitet A1).</li> <li>• <b><u>Inddragelse og videnspredning</u></b></li> <li>• 2017-C1: Valgt inspektionskoncept til on-site anvendelser på beton- og kompositkonstruktioner inden ultimo 2017 (aktivitet A4).</li> <li>• 2017-C2: Deltaget i national eller international konference med udstilling og foredrag inden ultimo 2017 (aktivitet A3).</li> <li>• 2017-C2: Minimum et møde i følgegruppen afholdt.</li> </ul>                                        |
| <b>Milepæle år 3</b>    | <p><b><u>B. Udvikling af teknologisk service</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2018-B1: Demonstreret mindst to cases i samarbejde med repræsentanter for beton- og kompositindustrien inden ultimo 2018 (aktivitet A3).</li> <li>• 2018-B2: Kortlagt barrierer og udviklet forretningsplaner for små nichevirksomheder, som ønsker adgang til det europæiske marked (aktivitet</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                             | <p>A5).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Inddragelse og videnspredning</u></b></li> <li>• 2018-C1: Afholdelse af temadag arrangeret af FORCE Technology, IDA, Plast Center Danmark, OffshoreEnergy.dk mfl. inden ultimo 2018 (aktivitet A4).</li> <li>• 2018-C2: Præsenteret resultater på konferencer eller messer f.eks. EWEA Offshore marts 2018 (aktivitet A4).</li> <li>• 2018-C3: Minimum et møde i følgegruppen afholdt.</li> </ul> |
| <b>Titel ved<br/>præsentation på<br/>BedreInnovation.dk</b> | <b>Kvalitetssikring af hybridmaterialer</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |