



## Vindbranchens vækstlag

**Nielsen, Niels Axel; Molzen, Jan Eiersted; Pedersen, Anja Legind ; Siggaard Knudsen, Søren; Andersen, Morten; Holck, Ane; Thomsen, Kenneth; Buhl, Thomas; Pedersen, Niels Leergaard; Holbøll, Joachim**

*Publication date:*  
2015

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Nielsen, N. A., Molzen, J. E., Pedersen, A. L., Siggaard Knudsen, S., Andersen, M., Holck, A., ... Holbøll, J. (2015). Vindbranchens vækstlag. Technical University of Denmark (DTU).

## DTU Library

Technical Information Center of Denmark

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



# Vindbranchens vækstlag

Sådan kan forskning og tværgående samarbejde understøtte potentialet hos leverandørerne til den danske vindkraftindustri

Sektorudviklingsrapport





# Stort potentiale hos vindkraftens leverandører – det skal udfoldes

Sig dansk vindkraft og de fleste vil umiddelbart tænke på Vestas Wind Systems og Siemens Wind Power. Også de danske vindmølleparker og de investeringer, som især DONG Energy har foretaget, ligger langt fremme i bevidstheden hos mange danskere.

Men i skyggen af disse flagskibe trives en meget stor underskov af leverandører.

Disse virksomheder, som overvejende er mindre og mellemstore, rummer et meget stort potentiale for vækst. Både den vækst, som de hver især kan opnå. Men i høj grad også den afledte vækst, der kommer hele branchen til gode. Et voksende marked for vindmøller vil betyde flere arbejdspladser, større omsætning og øget konkurrenceevne for de danske virksomheder.

Leverandørerne har også en vigtig rolle at spille med hensyn til at gøre vindmøllerne yderligere effektive. Det kan blandt andet ske gennem højere driftssikkerhed. Øgede kompetencer hos leverandørerne fører til færdige produkter og serviceløsninger af højere kvalitet. Samtidig får vindmølleproducenterne mulighed for at koncentrere sig om kerneforretningen, nemlig udvikling og salg af endnu bedre og billigere vindmøller. Med andre ord vil leverandørernes øgede styrke brede sig i hele branchen og dermed yderligere forbedre dansk vindkrafts ry som internationalt førende.

I en tid med hård global konkurrence er der imidlertid ingen garanti for, at det fulde potentiale for vækst hos de danske leverandører vil blive indfriet. Industriens Fond, DTU og Vindmølleindustrien har derfor forenet kræfterne gennem det sektorudviklingsprojekt, som ligger bag denne rapport. Både danske og internationale undersøgelser viser, at virksomheder, som er aktive inden for teknologisk udvikling og innovation, opnår højere vækst end andre virksomheder. Især, når indsatsen sker i samarbejde med andre typer af virksomheder og offentlig forskning. Denne rapport beskriver, hvordan sådanne projekter fremover kan finde sted i højere grad end de gør i dag.

Samtidig peger projektet på en række bredere problemstillinger, som ikke kan løses gennem enkeltstående fælles forsknings- og udviklingsprojekter. Her leverer rapporten anbefalinger til, hvordan konkurrencekraften hos leverandørerne kan forbedres.

Leverandørerne til vindkraften har traditionelt levet uden for rampelyset. Forhåbentlig yder rapporten et bidrag til, at denne store gruppe af virksomheder kan træde frem på scenen til gavn for dansk konkurrenceevne og beskæftigelse.

*God læselyst!*

Mads Lebech  
Adm. direktør, Industriens Fond

Niels Axel Nielsen  
Koncerndirektør, DTU

Jakob Lau Holst  
Vicedirektør, Vindmølleindustrien

September 2015

## Sådan har vi gjort

I forbindelse med projektet er DTU og Vindmølleindustrien gået i dialog med en række af vindkraftens leverandører med det formål at afdække de vigtigste udfordringer, som virksomhederne står over for. Desuden er der gennemført telefoninterviews med virksomheder, som har været involveret i samarbejdsprojekter med forskningsindhold. Hvorfor er nogle virksomheder ikke længere aktive i forskningsprojekter? Hvilke barrierer er de stødt ind i? Og omvendt: hvorfor er andre virksomheder fortsat aktive i forskningsprojekter? Hvilken værdi oplever de?

Den indsigt i leverandørernes udfordringer, barrierer og behov, som kortlægningen har bragt, er derefter koblet sammen med de kompetencer, som forskere ved en lang række af DTU's institutter sidder med. Hvordan kan forskningen levere svar på de udfordringer, som virksomhederne står over for? Og hvordan undgår man, at de barrierer, som virksomhederne tidligere har oplevet, igen kommer til at spænde ben for samarbejdet?

Rapporten leverer på den måde konkrete bud på, hvordan DTU og den øvrige forskningsverden kan understøtte det store potentiale for vækst hos forskellige typer af leverandører til vindkraften. Samtidig rummer rapporten anbefalinger til løsning af bredere problemstillinger, som projektet har afdækket.

## Sektorudvikling

Sektorudviklingsprojekter er et af de værktøjer, som DTU bruger til at samarbejde med erhvervsliv og myndigheder. Målet med projekterne er at styrke teknologiintensive branchers konkurrenceevne ved at skabe overblik og handlingsplaner for anvendelsen af nye teknologier.

Metoden går ud på at:

- Kortlægge og analysere teknologianvendelsen i branchen.
- Identificere flaskehalse og udviklingsbehov både hos virksomheder, myndigheder og DTU.
- Bidrage til at løfte visionerne for teknologi og marked inden for en sektor.

Sektorudviklingsprojekterne bliver skabt i et forum bestående af repræsentanter for virksomheder, forskere fra DTU samt - hvor det er relevant - myndigheder.

## Tak til virksomhederne

Rapporten kunne ikke være blevet til uden deltagelse fra en række virksomheder, der har været villige til at gå ind i en åben dialog om branchens udfordringer og muligheder:

Danotherm Electric, CC Jensen, Hydratech Industries  
Wind Power, KK Wind Solutions, Aluwind, Dialight  
BTI, LORC, GLPS, A2SEA, EP Tools, Eltronic, Tuco  
Marine, Fiberline, EIVA, Orbital, Brüel & Kjær Sound &  
Vibration Measurement, Florida Development,  
Ortosense Wind Power, R&D rådgivende ingeniører,  
PP Techniq, PowerCon.

# INDHOLD

Resumé .....	SIDE 4
Indledning .....	SIDE 8
Leverandørernes udfordringer .....	SIDE 12
De klassiske leverandører .....	SIDE 13
Højteknologiske leverandører .....	SIDE 19
Leverandører med systemansvar .....	SIDE 25
Leverandører med test-kompetencer .....	SIDE 31
Leverandører til developer-segmentet .....	SIDE 37
Tværgående temaer .....	SIDE 44
Anbefalinger .....	SIDE 50

### Redaktionsgruppe

Niels Axel Nielsen, Koncerndirektør DTU  
Jan E. Molzen, Kontorchef DTU  
Anja Legind Pedersen, Chefkonsulent, Vindmølleindustrien  
Søren Siggaard Knudsen, Chefkonsulent, DTU Vindenergi  
Morten Andersen, forskningsjournalist, manjourn.dk  
Ane Holck, Projektleder, DTU

### DTU forskere

Kenneth Thomsen, Innovationschef, DTU Vindenergi  
Thomas Buhl, Sektionsleder, Seniorforsker, DTU Vindenergi  
Niels Leergaard Pedersen, Lektor, dr.techn., DTU Mekanik  
Joachim Holbøll, Vicecenterleder, DTU Elektro

Henvendelser vedr. rapporten kan rettes til  
projektleder Ane Holck, DTU, aneho@dtu.dk

# Resumé

## Store muligheder for ekstra vækst i vindkraft

Udsigterne er lovende for leverandører, der tilegner sig de rette tekniske kompetencer og placerer sig rigtigt i værdikæden. Det vil samtidig gøre vindenergi yderligere konkurrencedygtig.

Sektorudviklingsprojektet viser, at rollefordelingen i vindbranchen er i opbrud. Kunderne efterspørger leverandører, der kan levere flere produkter og tjenesteydelser end hidtil. Kunderne vil sige såvel vindmølleproducenterne som de energiselskaber, der udvikler vindmølleparker – i branchens jargon ”developers”.

Et eksempel er, at en leverandør, der hidtil kun har leveret en bestemt komponent, tilbydes mulighed for at levere hele det del-system, som komponenten sidder i. Et andet eksempel er, at leverandøren ud over en komponent eller et del-system også får mulighed for at tage ansvaret for vedligehold. I begge eksempler er fordelene for kunden at kunne koncentrere sig bedre om egne kernekompetencer, når en leverandør påtager sig ansvaret for en større del af værdikæden.

Projektet viser samtidig, at der er stigende bevidsthed i branchen om, at fokus på drift og vedligehold kan sænke omkostningerne ved vindkraft betydeligt. Naturligvis skal man også fortsat arbejde på at sænke omkostningerne ved selve produktionen af møllerne. Men fordi innovation inden for drift og vedligehold hidtil har været lavere prioriteret, er der ekstra store muligheder for effektivisering her.

### Vi skal vinde på viden

Vindmølleindustrien vurderer, at op mod 500 danske virksomheder er leverandører til branchen. I samarbejde med Industriens Fond har DTU og Vindmølleindustrien undersøgt potentialet for vækst hos leverandør-virksomhederne. Den underliggende tanke er, at yderligere vækst inden for dansk vindkraft kræver, at vi ”vinder på viden”. Lige som for industrien generelt er det forudsætningen for succes for dansk vindenergi, at produkter og løsninger har højt indhold af viden og dermed høj værdi.

I den sammenhæng er det glædeligt, at andelen af ingeniører og andre højtuddannede i vindkraftindustrien er stigende – vel at mærke uden, at det samlede antal af øvrige medarbejdere er faldet. Der er dog også tegn på, at ting kan gøres bedre. Mens de danske vindmøllepro-

ducenter og developers allerede er særdeles forskningsaktive, er dette langt fra tilfældet for leverandørerne. Ifølge en nylig rapport fra det nationale partnerskab Megavind har kun 20 % af branchens leverandører medvirket i vindrelaterede offentlige forsknings- og udviklingsprojekter.

### Virksomheder og forskere bør samarbejde mere

Rapporten fra Megavind viser desuden, at hele 62 virksomheder, som har deltaget i et enkelt offentligt støttet innovationsprojekt, ikke efterfølgende er kommet med i et nyt projekt. Dette store frafald betyder, at det samlet set kun er 5 % af virksomhederne, som har samarbejdet med universitetsforskere i mere end et enkelt projekt.

Både danske og internationale undersøgelser viser, at virksomheder, som er aktive inden for teknologiudvikling og innovation, opnår højere vækst end virksomheder, som ikke er det. Derfor må det i sig selv være et mål, at antallet af leverandører til vindkraft, som medvirker i innovationsprojekter, øges, og at de virksomheder, der i forvejen er aktive, bliver det i endnu højere grad.

På den baggrund lægger denne sektorudviklingsrapport stor vægt på dels at finde områder, hvor der er mulighed for samarbejde mellem vidensinstitutioner og virksomheder, dels at foreslå veje til at overvinde de barrierer for samarbejde, som findes i dag.

### Fem hovedtyper af leverandører

I projektet er der identificeret fem hovedtyper af leverandører.

Vindkraftens **klassiske leverandører** sælger komponenter, delsystemer eller serviceydelser efter kundernes specifikationer. Projektet viser, at denne gruppe af leverandører har et udbredt ønske om større åbenhed mellem kunde og leverandør. Desuden går ønsket om større vægt på drift og vedligehold igen.

De **højteknologiske leverandører** står som udgangspunkt i en gunstig rolle med hensyn til at tage ansvar for en større del af værdikæden. Udfordringerne for dem består blandt andet i retningslinjer for test og dokumentation samt indflydelse, der rækker ud over deres egen teknologiske niche – det vil sige systemansvar.

Gruppen af **leverandører med systemansvar** har allerede tilpasset sig den nye rollefordeling, som kunderne efterspørger. Disse virksomheder savner blandt andet

## RESUMÉ

mere standardisering inden for vindkraft, samt større vægt på forståelsen af det samlede system.

**Leverandører med test-kompetencer** råder over egne faciliteter, som bl.a. kan benyttes til at dokumentere, at komponenter og delsystemer overholder krav til pålidelighed mv. Denne gruppe af leverandører oplever stor efterspørgsel, men efterlyser større samarbejde med virksomheder om test samt overordnet forskning i ældning af vindmøller mv.

Endelig er **leverandører til developer-segmentet** behandlet særskilt. Denne gruppe af leverandører har særligt store potentialer for tværfaglige samarbejder – eksempelvis om de bedste metoder for etablering af fundamenter til havvindmøller samt logistik mv. Desuden efterspørges bl.a. smarte løsninger til fjernovervågning af vindmøller på havet.

### Anbefaling: Bedre rammer for forskningssamarbejde

Det er en gennemgående melding fra mange af de leverandører, som er interviewet til rapporten, at de ønsker mere ligeværdighed i forhold til deres deltagelse i kundernes forsknings- og udviklingsarbejde. Nævnt som eksempel er en leverandør måske verdensmester i at producere lejer, men ved ikke nødvendigvis meget om, hvor belastningerne kommer fra. Her kan forståelse af hele vindmøllen formentlig føre til et bedre design af det pågældende delsystem.

Derfor lyder rapportens **første hovedanbefaling: Mere ansvar til leverandørerne**. Nærmere bestemt anbefaler rapporten, at alle de vigtigste aktører – leverandørerne selv, deres kunder, vidensinstitutioner samt politikere og myndigheder – medvirker til at leverandørerne får et løft. Konkret foreslås flere forsknings- og udviklingsprojekter, hvor mindre virksomheder har mulighed for at være med.

Samtidig viser sektorforskningsprojektet, at der i dag er barrierer, som afholder leverandørerne fra at indgå i samarbejdsprojekter om innovation. Derfor lyder rapportens **anden hovedanbefaling: Bedre rammer for leverandørers medvirken i projekter**. Blandt andet anbefales det, at mindre virksomheder slår sig sammen med store og/eller med vidensinstitutioner, hvor man har de fornødne ressourcer til at skrive ansøgninger. Desuden anbefales det at deltage i Wind Energy Denmark og DTU's møder for leverandører. Endelig rummer rapporten en række anbefalinger til, hvordan DTU på andre måder kan åbne sig mod leverandørerne til vindbranchen.

### Drift, systemforståelse og test

Ved siden af de udfordringer og løsningsmuligheder, som er særlige for hver af de fem hovedtyper af leverandører, har projektet identificeret tre tværgående temaer.

På tværs af leverandør-grupperne peger mange virksomheder på, at der er et stort potentiale for at effektivisere og dermed bidrage til at gøre vindenergi yderligere konkurrencedygtig ved at fokusere på drift og vedligeholdelse. Inden for drift og vedligehold kan den indgående viden om produkter og processer, som leverandørerne besidder, komme til deres ret i højere grad, end det sker i dag.

Leverandørerne peger desuden på andre områder, som også er for lavt prioriterede i dag. Det drejer sig dels om systemforståelse – altså at man har den samlede vindmølle og måske endda det samlede el-system i tankerne, når man udvikler sit del-system – dels om test. Såvel systemforståelse som test er vigtige forudsætninger for, at man kan træffe de rigtige langsigtede valg, der gør det muligt at optimere drift og vedligehold.

### Anbefaling: Større vægt på drift og på test

Når kunden ikke kun ser på omkostningen ved at købe de leverede komponenter, systemer og serviceydelser nu, men anskuer købet fra et helhedsperspektiv, hvor omkostningerne over hele driftsperioden tages i betragtning, er der ofte mulighed for en høj grad af optimering. Typisk forudsætter det et tæt samarbejde, hvor kunder og leverandører deler deres viden i højere grad end normalt. Dette er helt i tråd med rapportens øvrige anbefalinger.

En større fokus på drift og vedligehold vil naturligt føre til, at man også lægger mere vægt på systemforståelse og test.

Derfor lyder rapportens **tredje hovedanbefaling: Større fokus på drift, systemforståelse og test**. Konkret anbefales det at udvikle den danske test-infrastruktur målrettet vindindustrien. Samtidig anbefales det, at virksomheder går sammen med hinanden og med vidensinstitutioner som DTU med henblik på at opnå indflydelse på international standardisering indenfor området.

*En lang række mere detaljerede anbefalinger findes i rapportens afsluttende kapitel.*



# Indledning

## Nye roller på vej i vindbranchen

Kunderne forventer, at leverandørerne tager ansvar for en større del af værdikæden. Det rummer både muligheder og udfordringer.

Vindmølleindustrien vurderer, at op mod 500 danske virksomheder er leverandører til vindkraft. Tallet dækker over meget forskellige typer af virksomheder. Der er for eksempel stor forskel på at anlægge tonstunge betonfundamenter til offshore vindmølleparker og at producere elektroniske sensorer. Det er også højt forskelligt, hvor stor andel af de forskellige virksomheders omsætning, der ligger inden for vindkraft, og hvor store virksomhedernes eksportandele er. Men en ting er sikker. Disse mange virksomheder, som overvejende er små og mellemstore, rummer et meget stort potentiale for vækst.

Senior medarbejdere inden for vindkraft kan stadig huske pionertiden, hvor Danmark havde mange konkurrerende vindmøllefabrikker, og hvor hver fabrikant stort set producerede hele møllen selv. Siden har verden ændret sig. For det første er møllerne blevet langt større, for det andet skal de kunne tåle det barske miljø til havs, i ørkener og i arktiske egne. Sidst men ikke mindst er afsætningen blevet global. I pionertiden kæmpede man hovedsageligt om hjemmemarkedet, suppleret af enkelte eksporteventyr med det californiske i 1980'erne som det mest markante. I dag leveres møller til hele verden i hård konkurrence med adskillige nye, store udenlandske spillere.

Alene kravene til logistik og til beherskelse af internationale erhvervsrelationer samt indsigt i landenes energipolitiske forhold betyder, at der naturligt er sket en centralisering med få, men store og globalt orienterede producenter af vindmøller.

### Chancer for at tage større ansvar

På det seneste er opbruddet i branchen også begyndt at omfatte rollefordelingen mellem vindmølleproducenter og leverandører.

I nogle tilfælde ønsker kunden, at leverandøren står for produkter eller ydelser, som kunden selv tidligere har stået for. Derved får kunden mulighed for at koncentrere sig yderligere om sine kernekompetencer. I andre tilfælde ønsker kunden, at leverandøren står for produkter eller ydelser, som andre leverandører tidligere har leveret direkte til kunden. Disse andre leverandører bliver derved underleverandører til den virksomhed,

der overtager ansvaret. Igen er fordelene set fra kundens synspunkt, at man kan koncentrere sig yderligere om egne kompetencer, når der kun er én leverandør på det pågældende delområde.

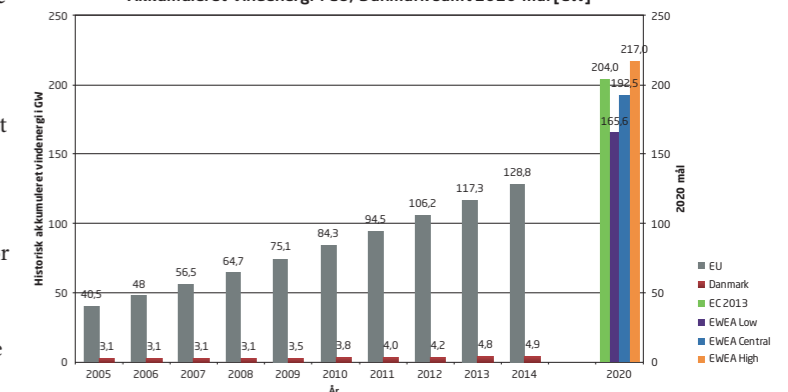
Set fra leverandørens side rummer udviklingen på én gang store muligheder og store udfordringer. Ansvar for en større del af værdikæden betyder mulighed for større indtjening. Samtidig er det spændende både teknisk og organisatorisk at løfte en opgave, der rækker ud over det, man hidtil har koncentreret sig om. Men udfordringen består naturligvis i, at man kun kan påtage sig ansvaret

### Fakta om dansk vindindustri

- Vindenergi dækkede 39 % af det danske elforbrug i 2014.
- Den danske vindmølleindustri oplevede i 2014 det højeste aktivitetsniveau i fem år.
- Eksporten steg fra 45,8 mia. kr. i 2013 til 53,5 mia. kr. i 2014.
- Beskæftigelsen steg fra 27.271 ansatte i 2013 til 28.676 ansatte i 2014.
- Mens industrien generelt oplever faldende beskæftigelse blandt faglærte, har denne medarbejdergruppe fastholdt sin størrelse inden for vindkraft fra 2006 til 2014. Samtidig er andelen af højtuddannede i sektoren steget.

Kilde: Vindmølleindustrien.

Akkumuleret vindenergi i EU, Danmark samt 2020 mål [GW]



Potentialet for vækst i underleverandør segmentet i Danmark er stort, men zoomes der ud på europæisk niveau er det enormt – her illustreret vha. akkumuleret installeret effekt. Kilde: EWEA



for en større del af værdikæden i det omfang, man har kompetencerne til at gøre det.

Fra virksomhed til virksomhed kan der være stor forskel på, hvordan man bedst løfter sine kompetencer. Nogle virksomheder skal blive endnu dygtigere til deres egen kernekompetence. Andre er allerede verdensmestre inden for deres tekniske niche, men kan opnå ny forretningsudvikling ved at forstå det samlede system, som produktet skal indgå i, bedre.

#### Flere og bedre innovationsprojekter

Både danske og internationale undersøgelser viser, at virksomheder, som er aktive inden for teknologiudvikling og innovation, opnår højere vækst end virksomheder, som ikke er det. Derfor må det i sig selv være et mål, at antallet af leverandører til vindkraft, som medvirker i innovationsprojekter, øges, og at de virksomheder, der i

forvejen er aktive, bliver det i endnu højere grad. Samtidig er det naturligvis vigtigt, at projekterne får et teknisk indhold og skabes i en organisatorisk ramme, der giver størst muligt udbytte af de investerede midler.

Hvilken indsats, der giver mest mening, afhænger i høj grad af, hvilken type leverandør, der er tale om. I projektet er der identificeret fem hovedtyper af leverandører. Udfordringer og løsningsmuligheder for hver gruppe beskrives i det følgende kapitel.

Desuden har projektet identificeret tre temaer, som har stor interesse for mange leverandører på tværs af rapportens fem hovedgrupper. Det drejer sig om drift/vedligeholdelse, systemforståelse samt test. De tre temaer behandles i et separat kapitel inklusive løsninger og udviklingsmuligheder.

## Partnerskab viser vejen

Danmarks nationale partnerskab for vindenergi, Megavind, har for nylig spillet ud med seks anbefalinger, der kan skabe bedre samspil mellem virksomheder i branchen og den offentlige forskning.

I 2006 fik Danmark et nationalt partnerskab for vindenergi under navnet Megavind. Hovedformålet med partnerskabet er at fremme offentlig-privat samarbejde med deltagelse af staten, virksomheder, vidensinstitutioner og venture kapital primært med henblik på at accelerere den tekniske udvikling i branchen. Vindmølleindustrien er sekretariat for partnerskabet.

I sin seneste rapport fra maj 2015 fokuserer Megavind på samspillet mellem de danske vidensinstitutioner og vindkraftindustrien.

Megavind konstaterer, at de danske vindmølleproducenter og energiselskaber (developers) allerede er særdeles forskningsaktive. Disse hovedaktører i branchen har god kontakt til de relevante offentlige forskere og medvirker i det store og hele i alle de former for forsknings- og udviklingssamarbejde, som er relevante for dem. Til gengæld er dette langt fra tilfældet for leverandørerne.

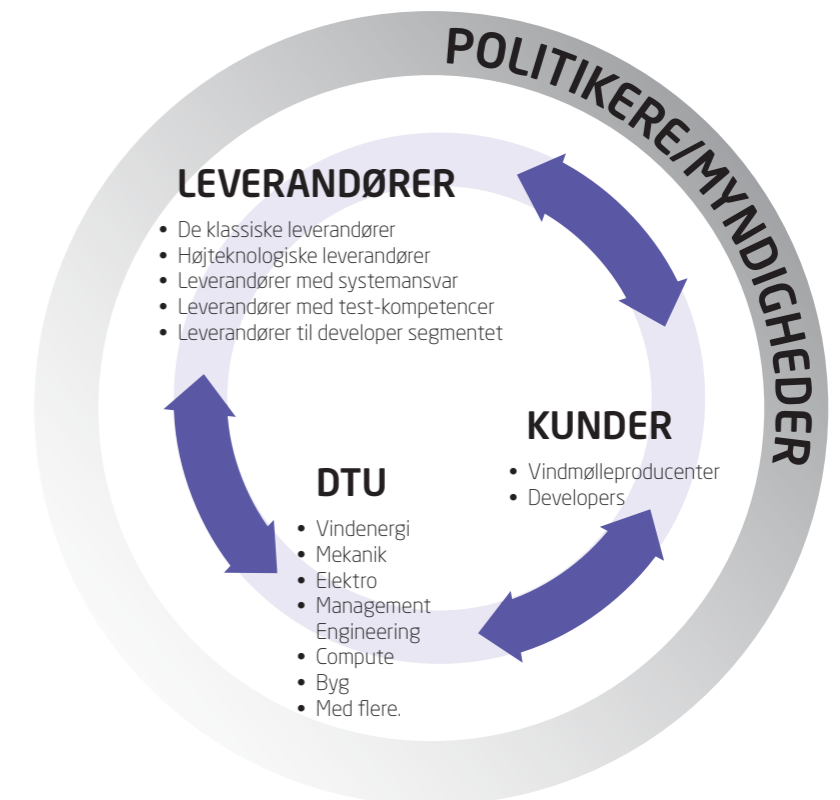
Ifølge Megavind-rapporten har kun 20 % af de op mod 500 danske leverandører i branchen medvirket i offentlige forsknings- og udviklingsprojekter.

Megavind konstaterer dog også, at der trods alt er sket en vis forbedring gennem de seneste år. Således voksede antallet af virksomheder, som medvirkede i projekter med offentlig innovationsstøtte, fra 8 i 2003 til 27 i 2013. Hovedparten af disse projekter har modtaget støtte fra udviklings- og demonstrationsprogrammet for energi (EUDP).

Ikke desto mindre hæfter rapporten sig ved, at hele 62 virksomheder, som har deltaget i et enkelt offentligt støttet innovationsprojekt, ikke efterfølgende er kommet med i et nyt projekt. Dette store frafald betyder, at det kun er 5 % af virksomhederne, som har samarbejdet med universitetsforskere i mere end et enkelt projekt.

Disse tal tyder på, at der eksisterer barrierer for, at især små og mellemstore virksomheder i vindenergibranchen kan medvirke i innovationsprojekter. Megavind peger på tre mulige barrierer: Virksomhedernes struktur passer ikke godt til deltagelse i projekterne, virksomhederne arbejder med en kortere tidshorisont i forhold til forskernes, og endelig at virksomhederne generelt ikke er gearret til denne type samarbejde.

Når vi taler om kunder, mener vi...



#### Megavinds anbefalinger

Det nationale partnerskab Megavind fremsætter seks anbefalinger.

- For det første bør der ske en løbende kortlægning af behovene for forsknings- og udviklingssamarbejde hos leverandørerne.
- For det andet bør universiteterne kortlægge de barrierer, som virksomhederne ser for at samarbejde med dem. I forlængelse af dette bør universiteterne oprette enheder eller procedurer, som sætter dem i stand til at imødekomme de små og mellemstore virksomheders behov.
- For det tredje bør mulighederne for at benytte en række innovationsordninger gøres tydelige over for såvel virksomheder som universiteterne. Her tænkes bl.a. på EUDP, Innobooster, Innovationskuponer, Innovationsagenter, studenterprojekter mv.
- For det fjerde bør der udarbejdes et katalog med eksempler på, hvordan virksomheder har fået udbytte af at samarbejde med vidensinstitutioner.
- For det femte bør der udarbejdes en analyse af virksomhedernes behov for kandidater med bestemt uddannelsesbaggrund, herunder industriteknikere samt ingeniører med elektro samt maritim baggrund m.v.
- For det sjette bør det danske forskningskonsortium for vindenergi (DFFV) levere input til prioritering af forskningsindsatsen på området.

#### I fortsættelse af Megavinds rapport

Gennem sektorudviklingsprojektet har Vindmølleindustrien og DTU, som begge også deltager i Megavind-samarbejdet, forholdt sig til Megavinds konklusioner og anbefalinger.

Ambitionen har været at dykke dybere ned i de problemstillinger, som Megavind peger på. Blandt andet er der virksomhedsbesøg og interviews, som indgår i sektorudviklingsprojektet, i sig selv med til at opfylde den første anbefaling fra Megavind. Nemlig ved at belyse leverandørernes behov for samarbejde om forskning og udvikling, selvom der dog ikke er tale om en løbende kortlægning.

Det samme gælder Megavinds anden anbefaling om at kortlægge de barrierer, som virksomhederne oplever for at samarbejde med universiteterne.

Også mulighederne for finansiering af innovationsarbejde bliver berørt i sektorudviklingsprojektet. Det sker blandt andet gennem anbefalinger til politikere og myndigheder flere steder i nærværende rapport. Endelig indeholder rapporten også cases med virksomheder, hvoraf flere har fået udbytte af at samarbejde med vidensinstitutioner – sådan som Megavind efterlyser.

Samlet set er det håbet, at sektorudviklingsrapporten bliver set som en naturlig opfølgning på anbefalingerne fra Megavind.

# Leverandørernes udfordringer

## Vindkraftens rollefordeling er i opbrud

Der er fortsat brug for klassiske leverandører, som holder sig inden for deres egen niche, men den gennemgående melding fra virksomhederne, der er interviewet i projektet, er, at kunderne ønsker, at leverandørerne skal beherske en større del af værdikæden.

Afhængigt af leverandørens produkt eller serviceydelse kan forventningen have forskellig form. En leverandør har måske tidligere "bare" leveret en bestemt type elektronik i topklasse, hvorefter kunden selv har integreret produktet i vindmøllen, men nu ønskes, at leverandøren også har forståelse for den omgivende struktur i møllen og dermed kan optimere sit eget produkt til den specifikke anvendelse. En anden leverandør bliver måske mødt med en forventning om at tage ansvar for en større del af logistikken ved produktionen, for eksempel ved at dele udviklingsomkostninger med sine egne underleverandører, som måske befinder sig i udlandet.

Forventningen om, at leverandørerne tager en større del af ansvaret, bunder i, at kunderne ønsker at koncentrere sig mere om deres egne kernekompetencer. Med andre ord vil producenterne af vindmøller gerne fokusere endnu mere på at udvikle mere effektive vindmøller og sælge dem over hele verden.

Til gengæld må producenten leve med at afgive noget af kontrollen med processen til en leverandør. Afhængigt af situationen kan ændringen i rollefordelingen ske gennem fælles udviklingsprojekter, eventuelt med deltagelse af forskere, eller man kan opnå de øgede kompetencer hos leverandører gennem efter- og videreuddannelse, brug af konsulenttjenester eller andet.

I projektet er der identificeret fem hovedtyper af leverandører. Hver gruppe har sine egne udfordringer, som bliver nærmere beskrevet i det følgende.

## De klassiske leverandørers udfordringer

Vindkraftens klassiske leverandører sælger komponenter, del-systemer eller serviceydelser efter kundernes specifikationer. Ved kunderne menes i denne sammenhæng vindmølle-producenterne (de leverandører, der leverer til energiselskaberne, det vil sige developer-segmentet, behandles i et separat afsnit senere i kapitlet).

De klassiske leverandører vil også have et marked i fremtiden, uanset betragtningerne i indledningen af dette kapitel om, at kunderne efterspørger leverandører, der i højere grad leverer systemer frem for enkeltkomponenter. Fx er det næppe rationelt, at en leverandør, som fremstiller en komponent i meget store styktalet, hvoraf kun en lille del går til vindenergi, selv skal have vind-ekspertise in-house.

Ikke desto mindre er det et fælles træk for de klassiske leverandører, at de forholder sig til det opbrud, som sker i branchen. Det vil sige udviklingen i retning af, at produktionen af vindmøller koncentrerer sig på store, globalt orienterede virksomheder samtidig med, at disse kunder ønsker systemleverandører frem for komponentleverandører. Hver leverandørvirksomhed spørger sig selv, i hvilken grad det vil være klogt at imødekomme efterspørgslen efter skræddersyede løsninger til vindkraft kontra standardløsninger. Desuden har mange af leverandørerne organisatoriske og logistiske udfordringer, fordi det globale vind-segment er blevet en stor del af deres kundegrundlag.

# CASE 1

**Udfordring:** Større åbenhed mellem kunde og leverandør

”Som regel får vi kun information om de delområder af en ny mølle, hvor vores komponenter tænkes placeret. Vi tænker ofte, at vi måske kunne foreslå mere hensigtsmæssige løsninger, hvis vi fik adgang til at se resten af konstruktionen.”

*Peter Mandel, Technical Director, Danotherm Electric.*

## Her er modstand et plusord

Selvom udfald på el-nettet er sjældne, er det vigtigt at gardere sig mod dem, fordi en vindmølle hele tiden skal være i stand til at komme af med sin strøm. Danotherm Electric leverer elektriske modstande, der sikrer møllerne.

I Danmark er større nedbrud på el-nettet heldigvis sjældne. Imidlertid forekommer der faktisk en del udfald, som forbrugerne ikke bemærker, fordi varigheden typisk er kortere end et sekund, men som kan have alvorlige konsekvenser for en vindmølle, fordi den hele tiden skal være i stand til at komme af med sin strøm. Det er den vigtigste årsag til, at man forsyner møllerne med modstande som dem, der leveres af Danotherm Electric.

Når nettet falder ud, optager modstandene møllens energi ved, at den overskydende strøm omsættes til varme. Desværre går varmen tabt, men det er trods alt langt at foretrække frem for, at der opstår skader på møllen.

Sikringen med modstande er naturligvis endnu vigtigere i lande, hvor nedbrud på el-nettet er mere almindelige end i Danmark. Modstandene er i øvrigt også med til at sikre møllerne i situationer, hvor ekstremt kraftige vindstød pludselig skaber mere strømproduktion, end nettet kan nå at optage.

”Der er stærke kræfter på spil, så der er behov for meget kraftige modstande. Samtidig skal vores komponenter kunne holde til ganske ekstreme belastninger,” siger Peter Mandel, Technical Director.

Han tilføjer, at udviklingen, hvor møllerne bliver større og større, hele tiden udfordrer virksomheden:

”Større møller betyder også højere peak-spændinger. Samtidig betyder udbygningen med offshore-vindkraft nye udfordringer med hensyn til at forebygge korrosion. Andre steder i vindmøllen klarer man sig ved at coate produkterne, men vi kan ikke umiddelbart bruge de samme løsninger. Det skyldes, at modstandene jo bliver meget varme. Det har coating normalt svært ved at tåle.”

### Tvunget til overdimensionering

Danotherm Electric er en klassisk leverandør. Virksomheden modtager bestillinger fra kunderne, som typisk er vindmølle-producenter, og leverer de modstande, der bliver efterspurgt.

”Vi kunne godt ønske, at kunderne var mere åbne. Som regel får vi kun information om de delområder af en ny mølle, hvor vores komponenter tænkes placeret. Vi tænker ofte, at vi måske kunne foreslå mere hensigtsmæssige løsninger, hvis vi fik adgang til at se resten af konstruktionen.”

Mere hensigtsmæssige løsninger betyder i denne sammenhæng også billigere løsninger, uddyber Peter Mandel:

”Der sker en betydelig grad af overdimensionering. Vi skal jo være sikre på, at vores komponenter ikke fejler. Men samtidig ønsker kunderne hele tiden billigere produkter. Det kunne man netop opnå ved at være mere præcis med specifikationerne og samtidig inddrage os mere i udviklingsprocessen.”

### Udvikler sammen med underleverandører

Kernen i Danotherm Electrics knowhow er elektronik. Men ifølge Peter Mandel ligger der spændende udviklingsmuligheder i grænsefladen til materialeudvikling.

”Udfordringerne med hensyn til møllernes størrelse og placeringer offshore betyder, at vi næppe kan klare os i længden ved at tilpasse de samme løsninger, som vi traditionelt har satset på. Større viden om materialer er en af de måder, vi kan finde nye, radikalt anderledes veje fremadrettet.”

”Samtidig ser vi muligheder i at foretage udvikling i samarbejde med vores underleverandører. Flere af dem vil være åbne over for at udvikle specialprodukter eller indføre nye produktlinjer. For eksempel ser vi et behov for at optimere de aluminiumsprofiler, som i høj grad indgår i produkterne.”

### Danotherm Electric

Danotherm Electric er et datterselskab i Nibe Group. Inden for vindenergi produceres modstande til vindmøller. Modstandene er i stand til at sikre møllerne i situationer, hvor der sker nedbrud på el-nettet. På den måde forebygger man, at vindmøllens sikkerhed kompromitteres. Virksomheden har 215 medarbejdere fordelt på fabrikker i Polen og Italien samt udviklingsafdelingen i Rødovre. Inden for vindkraft er Danotherm Electrics kunder vindmølleproducenter, mens virksomheden selv har flere end 200 underleverandører.

## CASE 2

**Udfordring:** Større vægt på drift og vedligehold

”Der er et pres fra producenterne på os for, at vi skal levere filterindsatse, som skal skiftes sjældent og er lette at håndtere.”

*Jens Fich, teknisk direktør, CC Jensen.*

## Velsmurte vindmøller kører bedst

De mange mekaniske dele på en vindmølle stiller store krav til smøringen. CC Jensen leverer filtrering, som sikrer høj renhed af smøreolien.

Det gamle mundheld om, at den der smører godt, kører godt, gælder bestemt også inden for vindenergi. En vindmølle indeholder mange mekaniske dele, og antallet af årlige driftstimer er meget højt, samtidig med at mulighederne for serviceeftersyn er begrænsede, især offshore. Derfor er vindkraft vokset til at blive en betydelig del af kundegrundlaget for CC Jensen, som er specialister i filtrering, der kan holde smøreolie fri for urenheder. Svendborg-virksomheden leverer ca. 17.000 filter-enheder årligt, og heraf er størstedelen til vindkraft.

”I dag er det jo sådan, at producenterne af vindmøller typisk ikke kun lever af at levere selve møllerne, men i høj grad også af at levere service til dem. Derfor er der et pres fra producenterne på os for, at vi skal levere filterindsatse, som skal skiftes sjældent og er lette at håndtere,” siger teknisk direktør Jens Fich.

”Det er en udfordring, som vi har taget op. Vi bruger mange kræfter på udviklingsarbejde og vil bestemt også gøre det fremover.”

Man må dog ikke misforstå det som, at der er problemer med holdbarheden i dag. Typisk holder filtersystemer, der blev leveret for 20 år siden, stadig.

#### En palet af udviklingsprojekter

Filtrering af smøreolie kan ske på to måder. Enten kan man integrere rensningen i det eksisterende flow, det kaldes inline filtrering, eller man kan have den som en separat proces. CC Jensen leverer den sidste type løsninger, som kaldes offline filtrering. Virksomhedens enhed sidder i bunden af olietanken, hvor den modtager et lille flow, så olien renses løbende, inden den trækkes over i smøresystemet.

CC Jensen producerer både filterindsatsene og filterhusene, som de sidder i. Der leveres både standardløsninger og skræddersyede løsninger.

Inden for vindkraft leveres oliefiltre til blandt andet gearboks og pitch-hydraulik.

Jens Fich oplyser, at virksomheden kigger på en palet af muligheder i sit udviklingsarbejde:

”Kan overfladebehandlingen af filtrene forbedres? Desuden tester vi for korrosion og effekten af vibrationer, og vi har projekter inden for data-test, data-opsamling og data-behandling.”

#### Partikler sladrer om slid

Et andet spændende emne er sensorteknologi. Ikke mindst for offshore vindmøller vil det være interessant at kunne fjern-overvåge tilstanden af filtrene.

”Blandt andet forestiller vi os, at sensorer kan følge størrelsen og mængden af partiklerne i olien. Begge faktorer fortæller noget om niveauet af slid,” siger Jens Fich.

Et helt anderledes udviklingsprojekt angår muligheden for at producere filterhusene i aluminium. Det vil imødekomme vindmølleproducenternes ønsker om filtre, der er lette og nemme at håndtere. Det vil dog kræve omfattende test blandt andet i klimakammer, inden man kan tage de nye filtre i brug.

### CC Jensen

CC Jensen leverer filtreringssystemer til smøreolie. Svendborg-virksomheden leverer både selve filtrene, som i fagsproget kaldes filterindsatse, og filterhusene, som filtrene sidder i. Årligt produceres ca. 120.000 filterindsatse og ca. 17.000 filterhuse, hvoraf hovedparten er til brug i vindmøller. Selvom flertallet af enhederne er til vindkraft, udgør området kun 20 % af omsætningen. Det skyldes, at leverancerne til de øvrige industrielle anvendelser generelt er større og i højere grad er specialordrer. Virksomheden har 270 medarbejdere, heraf 90 i udlandet fordelt på 13 datterselskaber. Den årlige omsætning udgør ca. 350 mio. kr. 81 % af omsætningen hentes ved eksport.

# Løsninger og udviklingsmuligheder

Projektet har afdækket et udbredt ønske hos de klassiske leverandører om, at vindmølleproducenterne i højere grad vil anse dem som mere ligeværdige partnere. Eksempelvis fortalte en leverandør, at virksomheden var blevet bedt om at levere en sensor, men ikke kunne få at vide af kunden, hvad formålet med målingerne var. Det var leverandørens opfattelse, at man kunne have nået frem til en bedre løsning, hvis denne viden var blevet delt.

For nogle af de klassiske leverandører er vind-segmentet vokset så meget i omsætning, at de overvejer ansættelse af medarbejdere med særlig viden om vind. Men for mange er det en for dyr løsning. Et alternativ kunne være at løfte virksomhedens kompetenceniveau gennem forsknings- og udviklingsprojekter, eventuelt med deltagelse af flere virksomheder og med inddragelse af vidensinstitutioner, eller at indhente rådgivning og konsulentbistand fra vindforskere i et kortere, koncentreret forløb. Andre tiltag kunne sigte på at løfte virksomhedernes kompetencer gennem efter- og videreuddannelse mv.

## Anbefalinger som særligt angår klassiske leverandører

DTU kan spille en central rolle ved at formidle de klassiske leverandørers deltagelse i forsknings- og udviklingsprojekter eller efter- og videreuddannelse. Samtidig kan DTU bidrage til at knytte vindmølleproducenter og leverandører sammen i projekter. Udfordringen for DTU vil bl.a. bestå i at gøre det synligt for især de mindre virksomheder, at man faktisk er interesseret i at påtage sig denne rolle.

Desuden bør DTU sikre, at virksomhederne har nem adgang til de rigtige kontaktpersoner på universitetet, og at det er synligt, hvilke kompetencer DTU kan tilbyde samarbejde om.

Endelig kan DTU tilbyde virksomhederne fleksible samarbejdsformer, eksempelvis hvor en forsker eller studerende samarbejder med virksomheden i et kort, koncentreret forløb. Her rummer især DTU's fokus på innovationsaktiviteter i forbindelse med diplomuddannelserne mange oplagte samarbejdsmuligheder

Der er et stort ønske i branchen om støtte til projekter, som inddrager virksomheder fra forskellige led i værdikæden. Samtidig nævner flere virksomheder, at de har interesse i kortere, koncentrerede forløb frem for flerårige forskningsforløb. Den relativt nye ordning Innobooster under Danmarks Innovationsfond er et eksempel på en god ordning, der netop giver mulighed for denne type fleksibel støtte.

For nogle af de klassiske leverandører er det nærliggende at ansætte ingeniører og andre medarbejdere med særlig viden om vind og/eller at løfte virksomhedens kompetenceniveau gennem forsknings- og udviklingsprojekter, fx med inddragelse af DTU. Et alternativ til et længerevarende udviklingsprojekt kan være at trække på rådgivning og konsulentbistand fra DTU's vindforskere i et kortere, koncentreret forløb.



## De højteknologiske leverandørers udfordringer

Lige som de klassiske leverandører har også de højteknologiske leverandører vindmølleproducenterne som kunder. Forskellen består først og fremmest i, at de højteknologiske leverandører befinder sig på et teknologisk stade, hvor de selv er den højeste sagkundskab. Alligevel er der ofte mulighed for, at vidensinstitutioner kan bidrage til ny forretningsudvikling hos de højteknologiske leverandører. For eksempel ved at tilføre viden om andre dele af værdikæden inden for vindenergi. Desuden er der ofte mulighed for forskningsbaseret videreudvikling af virksomhedernes kernekompetencer. Et eksempel er, at en virksomhed, der ved alt hvad der er værd at vide om en komponents mekaniske funktion, kan tilføres

kompetencer inden for materialeforståelse. På den måde kan virksomheden måske udvikle en ny komponent med endnu bedre mekaniske egenskaber.

Selvom de højteknologiske virksomheder nyder stor respekt hos deres kunder, er der stadig mulighed for, at samarbejdet kan løftes ved at udveksle viden i højere grad. Samtidig har de højteknologiske leverandører den samme udfordring som mange andre leverandører, nemlig at de til stadighed overvejer, i hvilken grad de skal specialisere sig yderligere inden for vind kontra at holde fast i deres egne kernekompetencer.

## CASE 3

**Udfordring:** Retningslinjer for test og dokumentation

“Der mangler retningslinjer for, hvordan holdbarheden af vores produkter skal valideres, og for, hvordan de allerede installerede produkter opgraderes, så levetiden forlænges.”

*Tom Weiling, Executive Vice President, Hydratech Industries Wind Power.*

## Kunsten at stille vinger på skrå

Vinden er dynamisk, og for at udnytte den bedst muligt må man hyppigt ændre vinklen på møllernes vinger. Hydratech Industries Wind Power leverer hydrauliske systemer til formålet.

Allerede de hollandske pionerer, som indførte vindmøller i middelalderen, indså, at det var nødvendigt at kunne justere vinklen på møllernes vinger. Det kaldes pitch. Vindens styrke og retning er foranderlig, og det er en kunst hele tiden at holde den vinkel på vingerne, som giver størst mulig el-produktion. Ved meget kraftig vind kan det være nødvendigt at pitche vingerne modsat, så de netop ikke fanger vinden, for at forhindre, at møllen bliver overbelastet. Hydratech Industries Wind Power leverer hydrauliske systemer, som styrer pitch-funktionen. Desuden leverer Silkeborg-virksomheden løsninger til møllernes kølesystemer.

De voldsomme proportioner på nutidens største vindmøller stiller ekstreme krav til de hydrauliske systemer.

”Vores produkter skal holde til ca. 40 gange så stor belastning som de hydrauliske systemer i en bil, men samtidig er mulighederne for at få service langt mindre. Målt i driftstimer svarer første gang, der kommer planlagt eftersyn på en offshore vindmølle, til et tidspunkt, hvor en bil for længst var blevet skrottet,” siger Executive Vice President Tom Weiling.

#### Hydraulik versus elektronik

Virksomheden bruger mange ressourcer på test.

”Vindmølleproducenterne, som er vores kunder, har naturligvis meget stor fokus på, at der ikke opstår fejl,” siger Tom Weiling.

Hydratech Industries tester både selv og sammen med kunderne.

”Vi oplever, at kunderne er blevet mere åbne. Tidligere var de tilbøjelige til at holde deres viden for sig selv. Nu får vi specifikationer, der for eksempel beskriver, hvor meget vingerne skal pitche ved forskellige hastigheder. Det er en stor hjælp for os.”

Ud over konkurrencen fra andre leverandører af hydrauliske pitch-systemer er virksomheden oppe imod, at man også kan benytte elektriske pitch-systemer, som ligger uden for virksomhedens arbejdsfelt. De elektriske

systemer bliver hele tiden optimeret, så udviklingsfolkene i Silkeborg er også nødt til at være på tæerne.

#### Forskere skal rykke hurtigt

Hydratech Industries har taget initiativ til et udviklingsprojekt om fremtidens pitch-system. Blandt emnerne for projektet er valg af materialer, samt forbindelsen mellem stål og tætningslementer i de hydrauliske systemer.

”En af vores udfordringer er, at der ikke er etableret retningslinjer i branchen for, hvordan holdbarheden af vores produkter skal valideres. Det gælder i øvrigt ikke kun test af nye produkter. Der mangler også retningslinjer for, hvordan de allerede installerede produkter opgraderes, så levetiden forlænges”, konstaterer Tom Weiling.

Virksomheden har haft forskellige mindre samarbejder med forskningsinstitutioner. Tom Weiling vil ikke udelukke, at det kan komme på tale igen, men understreger:

”I så fald skal tingene gå noget hurtigere sammenlignet med de tidligere projekter. Gode ideer skal der rykkes på straks, hvis det skal have værdi for os. Samtidig er det vigtigt, at projekterne ikke kun giver mening for os selv, men også for vores kunder. I samme øjeblik en eller flere producenter af vindmøller markerer, at de har interesse, så stiger vores egen interesse også betragteligt.”

### Hydratech Industries Wind Power

Hydratech Industries Wind Power er en del af Hydratech-koncernen, som producerer hydrauliske systemer til en lang række industrielle anvendelser. Hele koncernen har ca. 600 medarbejdere, hvoraf ca. 140 er beskæftiget med vindenergi. Ud over de danske medarbejdere er 15 beskæftiget i Kina og 25 i Indien. Inden for vindkraft leveres hydrauliske systemer til justering af vinklen på vingerne (pitch), bremsesystemer samt løsninger til møllernes kølesystemer.

# CASE 4

**Udfordring:** Større grad af systemansvar

“Vores kunder forventer i stigende grad, at vi som leverandør påtager os ansvar og risiko for en større del af kæden. Det kan eksempelvis betyde, at vi håndterer en række underleverandører på deres vegne.”

*Tommy G. Jespersen, adm. direktør, KK Wind Solutions.*

## Ekspert i vindmøllens elektronik

En moderne vindmølle er spækket med software og elektroniske komponenter. KK Wind Solutions leverer begge dele og er samtidig begyndt at påtage sig ansvaret for en større del af både værdi- og forsyningskæden.

I en tid, hvor selv simple apparater i hjemmet indeholder processorer, kan det næppe overraske nogen, at en moderne vindmølle er stærkt afhængig af elektronik og tilhørende software. Det er grundlaget for KK Wind Solutions forretning, som har udviklet sig støt gennem mere end 35 år.

”Samtidig med, at der er sket en rivende udvikling rent teknisk og med hensyn til møllernes størrelse, oplever vi også, at der er opbrud i rollefordelingen i branchen,” siger adm. direktør Tommy G. Jespersen. ”Vores kunder forventer i stigende grad, at vi som leverandør påtager os ansvar og risiko for en større del af kæden. Det kan eksempelvis betyde, at vi håndterer en række underleverandører på deres vegne og i stedet for enkeltkomponenter leverer samlede systemer til kunderne. Det sænker kompleksiteten for kunden, samtidig med at vi har været i stand til at reducere omkostningerne.”

I praksis betyder det, at KK Wind Solutions arbejder tættere sammen med sine egne leverandører eksempelvis i forbindelse med produktudvikling.

”For kritiske komponenter og software sørger vi for, at vores leverandører er certificeret. Det hjælper os med at spore kilden, hvis der skulle vise sig fejl. Det er specielt vigtigt i forhold til produktion i udlandet,” forklarer Tommy G. Jespersen.

### Standardisering kunne sænke omkostninger

Blandt de vigtige elektronik-enheder i en vindmølle er kontrolenhederne til nacellen, til vingernes pitch-system samt omformerne, der sørger for at den producerede strøm har den korrekte spænding. Alt efter kundens ønsker leverer KK Wind Solutions software, hardware eller begge dele. Desuden er rådgivning blevet en voksende del af forretningen.

En anden udvikling går på standardisering.

”Gennem årene har vi været nødt til at have mange forskellige produkter på hylderne for at kunne imødekomme de enkelte kunders krav. Med en højere grad af standardisering vil man kunne nedbringe omkostningerne, præcis som man har set i andre industrier. Vi ser tegn på, at producenterne inden for vindkraft tænker i den retning,



Kilde: A2SEA

men der er stadig et stykke vej at gå,” siger virksomhedens CTO, René Balle.

### Teknologiledelse er central

Den hurtige, generelle udvikling inden for elektronik og software afspejler sig naturligvis også i hverdagen for KK Wind Solutions.

”Omkostningen ved at udforske en ny teknologi er den samme for en mindre virksomhed som vores og for et større firma, så det er vigtigt, at vi udvælger de rigtige områder at gå ind i. Derfor er teknologiledelse helt central for os,” siger René Balle.

Han tilføjer, at også metoder til eftervisning af løsningernes effektivitet og pålidelighed er i høj kurs i virksomheden.

### KK Wind Solutions

KK Wind Solutions er specialiseret i elektronik og software til styring af vindmøller. Virksomheden indgår i KK-Group. I seneste regnskabsår frem til september 2014 voksede gruppens omsætning med 35 procent i forhold til året før til 1,15 mia. kr. Virksomheden beskæftiger ca. 800 medarbejdere. Væksten understøttes af en globaliseringsstrategi, som blandt andet har ført til oprettelsen af en salgsvirksomhed i Kina og et servicecenter i USA.

# Løsninger og udviklingsmuligheder

De højteknologiske leverandører bliver anset for at være attraktive partnere både af deres kunder og andre virksomheder med interesse for vindenergi samt af DTU og andre forskningsinstitutioner. Samtidig har projektet vist, at der er en betydelig interesse hos vindmølle-producenterne for, at de højteknologiske leverandører træder endnu mere i karakter. Det vil sige, at denne gruppe af leverandører løfter sig fra at være eksperter på deres teknologiske felt til også at tage ansvar i en grad, der gør, at vindmølle-producenten kan overlade området til leverandøren og koncentrere sig om egne kernekompetencer.

Som udgangspunkt står denne gruppe af leverandører derfor i en gunstig situation, hvor udfordringen først og fremmest består i at finde den rette udformning af de forskellige partnerskaber, som skal til. Sektorudviklingsprojektet har vist, at vindmølleproducenterne netop efterlyser, at ikke mindst de højteknologiske leverandører påtager sig ansvar for delsystemer mv. Ikke desto mindre kræver samarbejdet, at producenterne giver afkald på en del af deres kontrol, bl.a. ved at åbne sig for datadeling i højere grad end hidtil.

De højteknologiske leverandører kan naturligvis også selv tage initiativer, der klæder dem endnu bedre på. Eksempelvis ved at afsøge områder, der ligger helt eller delvist uden for deres egne kernekompetencer. Det kan for eksempel ske ved at indgå i forsknings- og udviklingsprojekter med DTU og med virksomheder i branchen.

## Anbefalinger som særligt angår højteknologiske leverandører

DTU har gode muligheder for at bidrage til ny forretningsudvikling ved at supportere med kompetencer inden for vindenergi, som ligger uden for de højteknologiske leverandørers kerneområder. Desuden har DTU en nøglefunktion som dem, der kan skabe samarbejde på tværs i branchen. Herunder bør DTU være særligt opmærksom på, at samarbejdsprojekter især bliver interessante for de højteknologiske leverandører, når deres kunder også deltager. Med andre ord kan DTU sørge for, at der altid er en kunde til den højteknologiske leverandør med på møderne, så kunden kan definere sine behov over for såvel forskerne som leverandørerne. Aftagernes deltagelse er den bedste sikkerhed for, at det, som udvikles i projekterne, vil få et reelt markedspotentiale.

Lige som det gælder for de klassiske leverandører, er der også blandt de højteknologiske leverandører interesse for projekter, som inddrager virksomheder fra forskellige led i værdikæden, samt for kortere, koncentrerede forløb frem for flerårige forskningsforløb. Innobooster-ordningen under Danmarks Innovationsfond er således meget relevant, fordi den åbner mulighed for støtte til disse typer af projekter.

De højteknologiske leverandører kan med fordel åbne sig for at afsøge områder, der ligger helt eller delvist uden for deres egne kernekompetencer. Det kan for eksempel ske ved at indgå i forsknings- og udviklingsprojekter med DTU og med virksomheder i branchen, så man selv bliver yderligere kvalificeret til at afsætte sine produkter og tjenesteydelser netop inden for vindenergi.



## Udfordringer for leverandører med systemansvar

Nogle leverandører til vindkraftindustrien har allerede gennemført den overgang, som kunderne generelt efterspørger, nemlig at tage ansvar ikke blot for enkelte komponenter eller processer, men for hele systemer. Dette har typisk rødder i strategiske satsninger hos disse leverandører kombineret med, at det har været praktisk og teknisk muligt at afgrænse de systemer, som de har ansvaret for, fra de øvrige systemer i en vindmølle.

Leverandørerne med systemansvar står som udgangspunkt i en gunstig position. De er på forkant i forhold til branchens generelle udvikling, og samtidig giver deres større andel af værdikæden mulighed for større omsætning.

Alligevel er der også udfordringer. Nogle leverandører med systemansvar erfarer, at de har brug for nye kompetencer for at udfylde deres nye rolle. Generelt fordrer ansvaret for en større del af vindmøllen, at man forstår vindteknologien på et højere niveau i forhold til den hidtidige rolle som leverandør eksempelvis af bestemte komponenter.

En anden generel udfordring for leverandørerne med systemansvar er, at de simpelthen har fået flere delkomponenter og processer at holde styr på end tidligere. Det udfordrer dem på organisation og logistik.



# CASE 5

## Udfordring: Mangel på standardisering

”Der er stadig for lidt standardisering inden for vindkraft til, at vi kan producere til lager. Det bevirker blandt andet, at vi har en arbejds pukkel nogle måneder om året og mangel på opgaver andre tider på året.”

*Henrik Jacobsen, adm. direktør, Aluwind.*

## Mølletårnets indre som samlesæt

Aluwind leverer de stiger, platforme og andre komponenter, som findes inde i tårnet på en vindmølle. I de senere år har virksomheden påtaget sig en større del af produktansvaret og leverer stadig oftere hele systemer frem for enkeltdele.

Fra en klassisk rolle som underleverandør har Aluwind i Ringe bevæget sig over i en rolle med ansvar for del-systemer til vindmøller. Det giver virksomheden mulighed for at præge valget af løsninger mere end hidtil. Samtidig vokser omsætningen, fordi man deltager i en større del af værdikæden.

”Tidligere producerede vi stort set altid efter kundens tegninger, men nu deltager vi i stigende omfang i produktudviklingen,” siger administrerende direktør Henrik Jacobsen.

De største danske kunder er Siemens og Vestas. Til Siemens leveres bl.a. et såkaldt tårn-kit. Det vil sige samtlige de elementer, som findes inde i tårnet på en vindmølle. Det drejer sig blandt andet om stiger, platforme, belysning og kabler. I den forbindelse har Aluwind overtaget en række af Siemens' tidligere underleverandører. Den nye rolle er resultatet af en strategisk satsning, forklarer Henrik Jacobsen:

”Vi ser en tendens til, at vindmølleproducenterne ønsker større og velkonsoliderede underleverandører. Samtidig betyder vores vækst, at vi har fået bedre mulighed for at markedsføre os selv over for internationale kunder.”

### Internationale gennembrud

Aluwind har i dag egne fabrikker i USA og Kina. Blandt de udenlandske kunder er spanske Gamesa og amerikanske General Electric (GE).

”Det er vigtigt at have en global tilstedeværelse, når man ønsker at være interessant for den type kunder,” understreger direktøren. ”For eksempel voksede GE's interesse betydeligt efter, at vi etablerede os i USA. Vi har stadig det bredeste produktmix her i Ringe, men alle tre fabrikker er i stand til at producere alle vores produkter.”

Den nye rolle betyder, at Aluwind ofte samarbejder med sine kunder om produktudviklingen.

”For eksempel kan det ske, at den løsning, som først var tiltænkt, viser sig for dyr. I det tilfælde kan vi måske

sammen med kunden finde veje til at sænke forbruget af materialer og dermed gøre produktionen billigere til gavn for både kunden og os selv,” siger Henrik Jacobsen.

Selvom ansvarsområdet er vokset, er det stadig kundernes krav, som driver udviklingen.

”En af vores udfordringer er, at der stadig er for lidt standardisering inden for vindkraft til, at vi kan producere til lager. Det bevirker blandt andet, at vi har en arbejds pukkel nogle måneder om året og mangel på opgaver andre tider på året. Derfor må vi operere med et vist antal vikarer i stedet for fastansatte.”

### Nye krav til logistikken

En anden udfordring er, at system-leverancerne er mere komplekse i forhold til at levere komponenter.

”Det giver os en række logistiske udfordringer som bestilling af lastbiler, pakkelister og stregekodeskannere. I den forbindelse er vores styresystemer for ”ware house management” alfa og omega. Desuden betyder det udvidede produktansvar, at vi må bruge en del flere kræfter på juridisk kontraktarbejde. Her kan vi dog trække på vores moderselskab.”

Udfordringerne er dog ikke større, end at Aluwind har appetit på at udvide sortimentet af produkter yderligere.

### Aluwind

Aluwind leverer indvendige komponenter og systemer til vindmøllernes tårne. Det drejer sig primært om stiger og platforme i aluminium, men også i andre metaller. Virksomheden er 100 % ejet af Alumeco-koncernen, som køber og sælger aluminium. Aluwind har ca. 180 medarbejdere, heraf er ca. 100 beskæftiget i Ringe, mens de resterende fordeler sig ca. ligeligt på to udenlandske fabrikker i hhv. USA og Kina. Virksomheden blev oprettet i 2009 og er siden vokset hastigt. I 2011 nåede man 200 mio. kr. i omsætning, i 2014 var tallet vokset til 500 mio. kr.

# CASE 6

## Udfordring: Forståelse af det samlede system

”Især på de store vindmølleparker har kunderne tit krav, der rækker ud over, at selve lyskilderne skal leve op til standarderne. Man ønsker også, at det samlede system er optimalt.”

*Jesper Engesgaard, adm. direktør, Dialight BTI.*

### Dialight BTI

Dialight BTI er et datterselskab af den amerikansk-britiske lys-producent Dialight, som i 2010 erhvervede den danske virksomhed Brøndberg Tandrup International (BTI). Siden 1889 har BTI leveret belysning til skibsfarten. I de senere år er den dominerende aktivitet imidlertid blevet lys-markeringer, der forebygger, at fly kolliderer med vindmøller. Selve lys-indsatserne fremstilles af moderselskabet, mens det danske datterselskab integrerer indsatserne i løsninger til vindkraft. Virksomhedens løsninger er i drift i såvel landbaserede som offshore vindmølleprojekter i over 50 lande. Alle produkter overholder internationale standarder (ICAO, FAA), og desuden tilpasses løsningerne, så de overholder nationale regler i det aktuelle land.

## Lysdioder til gavn for flysikkerheden

De stadig højere vindmøller er en del af baggrunden for de seneste års kraftige vækst hos Dialight BTI, som leverer energi-effektive lys-markeringer, der advarer piloterne.

I 2000 traf den daværende ledelse af virksomheden Brøndberg Tandrup International (BTI) en strategisk beslutning. Gennem virksomhedens 111 år lange historie havde skibsfarten været den primære kunde-gruppe, men nu skulle man også gå efter det fremspirende marked for lys, der kunne advare flytrafikken mod vindmøller. I dag er vindkraft det dominerende marked for BTI, som i 2010 blev købt af amerikansk-engelske Dialight og fik sit nye navn.

Dialight-koncernen producerer lay-enheder baseret på lysdioder. En lys-diode eller LED, Light Emitting Diode, er en halvleder-chip, som udsender lys, når man leder strøm gennem dem. Der er tale om en langt mere energi-effektiv måde at generere lys på i forhold til traditionelle elpærer, så LED er det oplagte valg til lys-markering på vindmøller.

”Vores moderselskab producerer selve lys-indsatserne, mens det er vores opgave at integrere dem til anvendelser inden for vindkraft. Vi udfører noget optisk udvikling, men hovedvægten ligger på controllere, nødstrømsløsninger samt integration via PLC'er,” forklarer adm. direktør Jesper Engesgaard.

Der foregår generelt en rivende udvikling inden for LED-teknologi.

”Inden for anvendelser til vindenergi er omdrejningspunktet for udviklingsarbejdet billigere løsninger, så vi på den måde kan bidrage til at sænke cost-of-energy.”

### Myndighedskrav driver udviklingen

Virksomheden stod over for en særlig udfordring for få år siden, fordi den øgede højde af møllerne fik myndighederne i nogle lande til at forlange høj-intensivt lys i stedet for som hidtil medium-intensivt. Som nogle af de første lykkedes Dialight BTI med at udvikle høj-intensive løsninger baseret på LED.

I branchen snakker man om, at der kan komme yderligere et teknologispring, fortæller Jesper Engesgaard:

”I dag sidder lys-markeringerne på nacellen og tårnet. Med andre ord tillader man sig at se bort fra det faktum, at vingespidsene når op i størst højde og dermed er den del af møllen, som har størst risiko for at kolliderer med et fly. I takt med at møllerne bliver højere, øges afstanden fra nacellen til det højeste punkt, som vingespidsen

passerer, også. Man kan ikke udelukke, at dette vil føre til, at myndighederne en dag vil kræve markeringer på vingespidsene.”

Hvis man bare tog de nuværende lyskilder og anbragte dem på vingespidsene, ville en vindmøllepark blive forvandlet til et virvar af roterende lyskilder. Det ville være distraherende for piloterne og samtidig en form for visuel forurening.

”Problemet kan løses ved, at lyskilderne kun aktiveres omkring det højeste punkt på banen. Men det vil til gengæld give nogle udfordringer, fordi vi næppe kan holde den samme frekvens af blink, som man er vant til at have i dag. I det hele taget er det naturligvis meget anderledes at have sine lys på en roterende struktur frem for på en fast. Så den dag vil vi virkelig få brug for samarbejde om forskning og udvikling.”

Der er dog ingen udsigt til, at vindmølleproducenterne af sig selv vil begynde at efterspørge så radikal en forandring. Området er styret af krav fra myndighederne i de lande, hvor møllerne stilles op.

”Der findes ganske vist internationale anbefalinger for denne type belysning, men alligevel har næsten alle lande valgt at udarbejde deres egne regler. Det vil sige, at vi skal udforme vores systemer anderledes til de forskellige lande. Samtidig er der forskel på, hvordan vi skal dokumentere, at vi overholder reglerne i det pågældende land.”

### Tæt samarbejde med kunderne

Typisk bringes dokumentationen til veje i to trin.

”Selve certificeringen sker på et akkrediteret testcenter, som myndighederne i det pågældende land udpeger. Men forinden har vi testet løsningen hjemme hos os selv, så vi er sikre på, at det vil klare certificeringen uden problemer.”

Som regel sker tilpasningen af belysningen gennem et samarbejde mellem Dialight BTI og kunden.

”Især på de store vindmølleparker har kunderne tit krav, der rækker ud over, at selve lyskilderne skal leve op til standarderne. Man ønsker også, at det samlede system er optimalt. Derfor har vi typisk et tæt samarbejde med vores kunde i den fase. I den forbindelse oplever vi, at kunderne er åbne. Vi får de oplysninger, som vi har brug for til at udvikle de bedst mulige løsninger.”

Dialight BTI har blandt andet forsynet offshore parkerne Anholt, Horns Rev II og Rødsand herhjemme samt et større antal offshore parker i Tyskland og Storbritannien.

# Løsninger og udviklingsmuligheder

Generelt er det oplevelsen hos de leverandører med systemansvar, som er interviewet til rapporten, at man bliver betragtet som en attraktiv samarbejdspartner i branchen. Herunder, at man får den information fra kunderne og fra sine egne underleverandører, som er nødvendig.

I nogle tilfælde kan der dog være behov for opkvalificering af medarbejdere i virksomheden i forbindelse med nye tekniske delområder. Desuden er der ofte behov for at styrke indsatsen inden for organisation og logistik. Ofte vil der være mulighed for at udnytte metoder, der er udviklet inden for helt andre brancher. Eksempelvis har det været almindeligt gennem mange år i bilindustrien, at leverandører har systemansvar.

Ifølge projektet er vindmølleproducenterne allerede meget positive over for leverandører med systemansvar. Dette afspejler en tendens i markedet til, at producenterne fokuserer på deres kernekompetencer og dermed ønsker, at leverandørerne påtager sig ansvar for delsystemer. Her er det afgørende, at producenterne er villige til at inddrage leverandørerne bl.a. ved at dele data og viden.

Leverandørerne med systemansvar har i sagens natur selv mulighed for at styrke deres nye rolle yderligere. Lige som det er beskrevet i afsnittet om de klassiske leverandører, kan også leverandører med systemansvar benytte sig af muligheden for at bygge nye kompetencer op i virksomheden gennem forsknings- og udviklingsprojekter i samarbejde med kunderne. Her kan andre leverandører og DTU være yderligere partnere. Denne type projekter vil typisk give et kendskab til vindteknologi, der rækker ud over leverandørens eget system.

## Anbefalinger som særligt angår leverandører med systemansvar

DTU kan spille en vigtig rolle ved at hjælpe virksomhederne med at udvikle unikke tekniske løsninger. Derved kan virksomhederne positionere sig, så de ikke er nødsaget til kun at konkurrere på pris. Især kan DTU bidrage til at bringe leverandører med systemansvar i front inden for de tekniske områder, der er nye i forhold til virksomhedens oprindelige profil.

Mulighederne for samarbejde mellem industrien og DTU rækker ligesom ved de klassiske leverandører ud over områder som vindteknologi, elektro og mekanik, der traditionelt har stor berøring med branchen. Eksempelvis vil DTU Management Engineering være den rigtige samarbejdspartner for en virksomhed, der interesserer sig for nye løsninger inden for logistik inspireret af bilindustriens erfaringer med modeller for kunde-leverandør forhold. Et andet eksempel er udnyttelse af de tværfaglige innovationsprojekter på diplomuddannelserne. Disse projekter rummer et betydeligt potentiale – også for at

inddrage fagområder, der traditionelt har mindre samarbejde.

Leverandørerne med systemejerskab har allerede selv taget et stort skridt i retning af de nye samarbejdsformer, som er nødvendige for at opnå yderligere vækst inden for dansk vindenergi. Imidlertid er der fortsat behov for støtte til forsknings- og udviklingsprojekter, netværksdannelse mv., som understøtter disse bestræbelser. Herunder er det særlig vigtigt, at projekterne har et forskningsindhold, der sikrer fortsat dygtiggørelse af denne gruppe af virksomheder.

Leverandørerne med systemansvar kan bygge nye kompetencer op i virksomheden gennem forsknings- og udviklingsprojekter i samarbejde med kunderne, eventuelt med andre leverandører og DTU som yderligere partnere. Denne type projekter vil typisk give et kendskab til vindteknologi, der rækker ud over leverandørens eget system.



## Udfordringer for leverandører med test-kompetencer

De seneste års rivende udvikling med hensyn til at gøre vindmøller større, mere effektive og mere modstandsdygtige over for barske naturforhold betyder, at såvel komponenter som delsystemer og møllerne i deres helhed udsættes for ekstreme belastninger. Det har skabt stor efterspørgsel efter test, der kan dokumentere, at kravene til pålidelighed overholdes.

Særligt er der stor efterspørgsel efter testfaciliteter og testkompetencer, som kan bruges i forbindelse med certificering af, at komponenter og systemer overholder internationalt anerkendte standarder. Det skyldes, at vindenergien er modnet, og man derfor mødes med de krav om certificering, som også er gældende for andre typer af industri. Samtidig er det en naturlig konsekvens af globaliseringen, hvor kunderne læner sig op af standarder

som sikkerhed for, at leverandører er pålidelige uanset, hvor i verden produktionen finder sted.

Nogle leverandører har i den forbindelse oprettet egne testfaciliteter. Beslutningen er enten opstået på baggrund af et ønske om at kunne dokumentere kvaliteten af egne produkter, eller for at have test som forretningsområde, eller eventuelt som en kombination af begge formål.

Generelt har leverandører med test-kompetencer høj status i branchen og betragtes som attraktive samarbejdspartnere af både vindmølleproducenter og andre leverandører. Denne gruppe af leverandører har dog også udfordringer, som blandt andet består i at sikre stadig udvikling af udstyr og metoder til test, så man holder sig a jour med de internationale krav på området.

# CASE 7

**Udfordring:** Samarbejde mellem virksomheder om test

“Vi håber, at både producenterne og deres leverandører vil have mod på projekter, hvor de samarbejder om deres test. Det vil samtidig give leverandørerne mulighed for at få deres komponenter og delsystemer testet under virkelighedsnære forhold.”

*Torben Lorentzen, adm. direktør, LORC.*

## Test af svejsning, tårn og nacelle

Lindø Offshore Renewables Center (LORC) opererer faciliteter, der tillader test i op til fuld skala af vigtige dele til vindmøller.

På området, der tidligere husede skibsværftet Lindø, driver Lindø Offshore Renewables Center (LORC) en omfattende aktivitet inden for vindteknologi. Centeret tilbyder blandt andet test af innovative teknikker til svejsning, test af gearkasser og elektriske komponenter samt mekaniske test af meget store strukturer – det vil sige mølletårne og strukturer, der bruges ved installation af møllerne samt ved anlæg af fundamenter offshore. Det er også muligt at få hele naceller testet på LORC. Virksomhederne, som får deres systemer og strukturer testet hos LORC, betaler markedsprisen for det.

”Vores fornemste opgave er at fremme innovative løsninger inden for vedvarende energi, herunder vindkraft. På den måde bidrager vi til at sænke omkostningerne ved installation og drift. Det betyder samtidig, at prisen på strøm fra vindmøllerne bliver lavere og dermed yderligere konkurrencedygtig,” siger administrerende direktør Torben Lorentzen.

### Andre brancher inspirerer

Torben Lorentzen nævner svejsning som eksempel:

”Det tager tusindvis af mandetimer at svejse det fundament, som en stor offshore vindmølle står på. Vi forventer, at den tid kan reduceres meget kraftigt, hvis man går over til moderne former for laser-hybrid svejsning, som har vundet indpas i andre industrisektorer.”

Inden for vindkraft tilbyder centeret både test af vindmøllekomponenter til anvendelse på land og offshore. Særligt testene af offshore-teknologi stiller omfattende krav. LORC kan teste såvel komponenter som delsystemer til møllerne i et temperaturinterval fra minus 40 til plus 60 grader C. Samtidig kan man designe sit klima under forsøgene, så det minder om de barske betingelser til søs med høj saltholdighed og luftfugtighed. Klimakammeret er rigelig stort til at man kan teste hele gearkasser, konvertere, transformere og andre kritiske delsystemer til vindmøller.

### Accelererede levetids-test

På centeret er det også muligt at teste hele naceller op til 10 MW under kontrollerede forhold. Her er fokus især på test af de elektriske systemer.



Kilde: LORC

”Desuden er vi i gang med at etablere en mekanisk testfacilitet, hvor man kan lave såkaldte accelererede levetids-test. I faciliteten kan man belaste komponenterne så hårdt, at de allerede efter et halvt år har fået en påvirkning, der svarer til, at de havde været i drift i 20 år,” forklarer Torben Lorentzen.

Både vindmølleproducenterne og deres leverandører er velkomne på LORC:

”Faciliteterne for test af naceller retter sig i den nuværende form især mod producenterne af vindmøller, mens faciliteterne for test af svejsning og test af komponenter især er relevante for leverandørerne. Men samtidig håber vi, at både producenterne og deres leverandører vil have mod på projekter, hvor de samarbejder om deres test. Det vil samtidig give leverandørerne mulighed for at få deres komponenter og delsystemer testet under virkelighedsnære forhold.”

### LORC

Lindø Offshore Renewables Center (LORC) er en erhvervsdrivende fond, der har til formål at modne nye fremstillingsteknologier og mindske omkostningerne ved vedvarende energi såvel på land som offshore. I sin opstartsfasen er LORC finansieret af en række fonde, virksomheder og organisationer: Greenlabs.dk, Markedsmodningsfonden, Region Syddanmark, A. P. Møller og Hustru Chastine Mc-Kinney Møllers Fond til almene Formaal, Industriens Fond, Vestas Energy Systems, Siemens Wind Power, FORCE Technology og Syddansk Universitet.

# CASE 8

**Udfordring:** Forskning i ældning af vindmøller

”Det er interessant at vide, hvordan lynnedslag påvirker den generelle ældning af møllerne. Hvor meget betyder denne faktor for eksempel i forhold til andre miljøfaktorer som vibrationer, temperaturudsving, fugt?”

*Søren Find Madsen, Chief Technology Officer, GLPS.*

## Sikring af vindmøller mod lyn

GLPS er en internationalt førende virksomhed inden for lynbeskyttelse. Et af fokusområderne er rådgivning om og udførelse af test.

Slanke konstruktioner, der rager godt op i flade landskaber eller på havet, er ideelle til at producere vindenergi, men desværre også kraftigt eksponeret for lynnedslag. Uden sikring ville lynene anrette stor mekanisk skade på møllerne. Det har gjort vindenergi til et stort forretningsområde for GLPS (Global Lightning Protection Services), som er et rådgivende ingeniørfirma med speciale i beskyttelse mod lyn. Typisk placerer man lynafledere i vingespidsene, som når op i større højde og dermed er mere udsat end resten af konstruktionen.

”I takt med, at møllerne bliver større og højere, bliver det yderligere vigtigt at sikre dem mod lynnedslag. Heldigvis oplever vi, at vores kunder er meget bevidste om det. Det bliver stadig mere almindeligt at integrere lynbeskyttelse tidligt i processen frem for som tidligere, hvor det var noget, man monterede på et vingedesign, der allerede var færdigt,” siger Chief Technology Officer Søren Find Madsen.

Vindenergi udgør ca. 70 procent af omsætningen for GLPS. Ud over selve rådgivningen leverer virksomheden i stigende grad komponenter og systemer til beskyttelse mod lyn. Samtidig er det en vigtig aktivitet at teste løsninger. Virksomheden har egne faciliteter til test af hele vinger og naceller, hvor der kan genereres kunstige lyn i overensstemmelse med de relevante internationale standarder.

### Målesystem registrerer lyn

GLPS har kontorer i Herning, Hedehusene og Hamborg. Aktiviteten er særdeles international med hyppige rejser til kunder i Asien og USA. Det er ambitionen at blive yderligere global ved at oprette kontorer i USA og Kina til den forventede øgede arbejdsstyrke på disse markeder inden for den nærmeste fremtid.

GLPS har udviklet beregningsværktøjer, der kan klarlægge, hvilke dele af møllen, som er mest eksponeret for lyn – tippen, navet, styringen eller overgange til jordingsystemer. Også placeringen i terrænet samt designet har betydning.

Et af produkterne er et målesystem, som indsættes i møllens nav. Udstyret registrerer lynnedslag i hver af vin-

gerne. Data bruges fremadrettet både til at optimere den enkelte mølles beskyttelse og i forbindelse med standardiseringsarbejde.

”Vi lægger vægt på at præge både præstandardisering i CIGRÉ og international standardisering i IEC regi,” siger Søren Find Madsen.

### Lynnedslag som miljøfaktor

GLPS har for nylig indledt den første serieproduktion af udstyr til lynbeskyttelse for vindmøller.

”Desuden har vi udviklet et system til beskyttelse af glasfibervinger, som er testet og certificeret på konceptniveau. Med andre ord får kunderne et system, som har bestået alle de relevante test. Derved sparer de omkostningerne og besværet ved selv at sørge for certificeringen,” siger Søren Find Madsen.

Udviklingschefen forventer, at virksomhedens vækst vil fortsætte i takt med, at strategien om globalisering rulles ud. Samtidig forventer Søren Find Madsen udvikling inden for forståelse af, hvordan lynnedslag påvirker møllerne.

”Ud over risikoen for direkte skader er det interessant at vide, hvordan lynnedslag påvirker den generelle ældning af møllerne. Hvor meget betyder denne faktor for eksempel i forhold til andre miljøfaktorer som vibrationer, temperaturudsving, fugt? I de igangværende forskningsprojekter ELITE og SPARCARB søger vi derfor at forstå sammenhængen mellem de forskellige faktorer bedre.”

## GLPS

GLPS (Global Lightning Protection Services) er et rådgivende ingeniørfirma og testhus med speciale i lynbeskyttelse og tilhørende test til verifikation. Der er kunder inden for meget forskellige industrielle sektorer, men vindenergi er det dominerende marked med en andel på ca. 70 % af omsætningen. GLPS har kontorer og/eller testfaciliteter i Herning, Hedehusene og Hamborg. Medarbejdertallet er ca. 35. Virksomheden har salgsrepræsentation i Kina samt USA og forbereder at etablere kontor i begge lande.

# Løsninger og udviklingsmuligheder

Paradoksalt nok er det en udfordring for leverandører med test-kompetencer, at de er meget efterspurgt. Her tænkes på, at efterspørgslen efter test kan blive så stor, at al tid på faciliteterne bliver booket op. Det skaber en risiko for, at man kun får rutineopgaver og derved mangler mulighed for at gå ind i forskning og udvikling, som kan sikre, at man også i fremtiden vil være på forkant inden for de testmetoder, der efterspørges.

Her kan det være en løsning at indgå i strategiske samarbejder med vidensinstitutioner. Dels har vidensinstitutionerne mulighed for selvstændigt at gå ind i forskning og udvikling inden for nye testmetoder, som kan overføres til denne gruppe af leverandører, dels vil det i nogle tilfælde være muligt for institutionerne at aflaste leverandørerne. Hermed tænkes på, at der i nogle tilfælde kan gennemføres forudgående test på forskningsfaciliteter med henblik på at kvalificere fuldskala test hos leverandørerne.

Leverandører med test-kompetencer er attraktive samarbejdspartnere. De står med gode muligheder for at fremme samarbejde på tværs i branchen, eventuelt med forskere som deltagere. På den måde kan de samtidig sikre sig at have føling med den hastige udvikling inden for testmetoder, som har strategisk betydning for dem. Interaktion med vidensinstitutioner kan være afgørende for dette.

## Anbefalinger som særligt angår test-leverandører

DTU tilbyder test på tre niveauer: fuld skala, test af skalamodeller samt forskningsbaserede laboratorieforsøg. Dette giver DTU en indsigt i udviklingen inden for testmetoder, som kan være nyttig for såvel leverandørerne med testkompetencer som branchen i det hele taget. DTU kan synliggøre over for branchen, hvordan man udnytter hhv. DTU's og leverandørernes kapacitet bedst muligt, så man ikke overlapper, men tværtimod supplerer hinanden. Samtidig forekommer en udbygning af DTU's testfaciliteter at være hensigtsmæssig.

I en tid med globalisering og store teknologiske udfordringer er certificering i henhold til kvalitetsstandarder og dermed også test efter internationalt anerkendte metoder helt afgørende for mulighederne for afsætning. Det er

derfor vigtigt, at der fortsat er gode rammer for test. Det gælder såvel for test i fuld skala som for forskningsmæssige test, der bringer den danske vindenergisektor på forkant med fremtidens metoder. Etablering af testfaciliteter kræver betydelige investeringer. Politikere og myndigheder kan være med til at skabe rammerne for dette.

Leverandører med test-kompetencer står med særligt gode muligheder for at fremme samarbejde på tværs i branchen, eventuelt med forskere som deltagere. På den måde kan de samtidig sikre sig at have føling med den hastige udvikling inden for testmetoder, som har strategisk betydning for dem. Interaktion med vidensinstitutioner kan være afgørende for dette.



## Udfordringer for leverandører til developer-segmentet

Moderne vindkraft handler om meget mere end fremstilling af vindmøller. Specielt offshore er det en stor logistisk og operationel udfordring at anlægge fundamenter, opstille møllerne samt etablere den infrastruktur, der skal til for at koble produktionen sammen med det øvrige el-system og i øvrigt servicere vindmølleparkerne.

Det har skabt et marked for leverandører, der ikke leverer til vindmølleproducenterne, men derimod til DONG Energy og de øvrige ejere og operatører af vindkraft. Kravene til at varetage denne type opgaver er noget anderledes i forhold til at levere til vindmølleproducenterne. Det afspejler sig i de udfordringer, som denne gruppe af leverandører står over for.

Ganske vist er der elementer af deres udfordringer, som falder sammen med de øvrige leverandørers. Det gælder

blandt andet ønsket om at tilføre virksomheden vindkompetencer på et højere niveau, samt ønsket om at deltage i udviklingsprojekter i samarbejde med kunderne, eventuelt sammen med vidensinstitutioner. Imidlertid står leverandørerne til developer-segmentet også med andre udfordringer, der snarere minder om dem, man møder inden for entreprenør-branchen, offshore olie & gas udvinding, rederibranchen, facility management m.v. Alt sammen områder, hvor vidensinstitutionerne også besidder kompetencer – men ikke nødvendigvis på de institutter, som vindkraftindustrien traditionelt samarbejder med.

Projektet tyder på, at developers sjældent går sammen med deres leverandører og eventuelt forskere for at optimere processerne i fællesskab.

# CASE 9

## Udfordring: Tværfagligt udviklingsarbejde

"I stedet for større skibe kunne det være interessant at se på alternative konstruktionsprincipper for fundamentene. Det vil også kunne bidrage til at holde prisen på havmølleparkerne nede."

Jens Frederik Hansen, adm. direktør, A2SEA.

## Søfolkene bag havets vindmøller

A2SEA opererer en flåde af skibe, som har installeret halvdelen af turbinerne i verdens offshore vindmølleparker.

En af verdens absolut førende specialister i at installere vindmølleparker på havet har base i Fredericia. A2SEA blev stiftet i 2000 og fik sine første store opgaver i forbindelse med parkerne ved Horns Rev i 2002 og Rødsand i 2003. Siden er det gået slag i slag, og A2SEA har i alt installeret halvdelen af turbinerne i verdens offshore vindmølleparker, mens andelen af de etablerede fundamenter er 15-20 %.

"Vi kan næppe fastholde så høj andel af turbineinstallationerne på langt sigt, fordi flere nye konkurrenter er kommet til. Men mindre kan også gøre det. Så længe markedet bliver ved med at vokse, vil der være rigeligt med opgaver til os," siger administrerende direktør Jens Frederik Hansen.

Grundstammen i virksomhedens flåde er fem installationsskibe, som bliver ankret op under installationerne – eller "jacket op", som det hedder i jargonen. De største og nyeste af installationsskibene, Sea Installer og Sea Challenger, kan medbringe op til otte 4 MW eller fire 6-8 MW havmøller, mens de mindre kan medbringe to-fire 4 MW. Hver installation tager ca. 16-18 timer. Dertil kommer tid til forankringen samt naturligvis til sejladsen til og fra stedet.

"Med andre ord har vi brug for et vindue på nogle døgn, hvor vejret er godt, til hver sejlads," konstaterer Jens Frederik Hansen.

### Behov for særlige vejrudsigter

Det gælder om at udnytte den dyrebare tid med godt vejr til det yderste. Derfor arbejder man i døgndrift på skibene i toholdsskift. Samtidig forsøger man at planlægge arbejdet i forhold til vejrudsigterne, for det er ikke alle processer, der kræver fuldstændigt roligt vejr. Afhængigt af, om man skal ankre op, montere fundamenter, tårn, naceller eller vinger, gælder der forskellige sikkerhedsgrænser.

"Selvom vi gør meget for at optimere tidsforbruget, må skibene ligge stille i 30-35 % af tiden på grund af dårligt vejr," siger Jens Frederik Hansen og uddyber:

"I tallet indgår også tid, hvor vi vælger at lade skibene ligge stille, fordi prognoserne spår dårligt vejr, men hvor det så viser sig, at vi godt kunne have arbejdet. Derfor er

der et potentiale for at optimere tidsforbruget yderligere, hvis vi kan få mere præcise vejrprognoser. Herunder er der særlige vind- og bølgeforskel, som kan være ekstra interessante for os, selvom de ikke indgår i de almindelige vejrudsigter. Desuden vil det være interessant for os at få mere nøjagtige data om havbundens geologi især i forbindelse med anlæg af fundamenter."

### Meget at spare på smarte fundamenter

A2SEA's nuværende flåde egner sig kun til anlæg af fundamenter op til 900 tons.

"Det har været rigeligt hidtil, men i takt med, at møllerne bliver større, vil der opstå behov for at anlægge større fundamenter, end vi er i stand til i dag," siger direktøren.

Hvis efterspørgslen efter meget store fundamenter bliver tilstrækkelig stor, er det nærliggende at bygge større installationsskibe.

"I den forbindelse kunne det måske være interessant at gå over til flydende installationsskibe frem for jack-ups. Hvis skibet er stort nok, vil det kunne ligge tilstrækkelig roligt, så længe der kun er tale om dønninger," siger Jens Frederik Hansen, men tilføjer, at man også kunne overveje at gå en helt anden vej:

"I stedet for større skibe kunne det være interessant at se på alternative konstruktionsprincipper for fundamentene. Målet skulle så være at holde størrelsen på fundamentene under 900 tons, men alligevel have den samme sikkerhed. Det vil også kunne bidrage til at holde prisen på havmølleparkerne nede."

## A2SEA

A2SEA er specialiseret i at anlægge offshore vindmølleparker. Virksomhedens flåde består af fem installations-fartøjer (såkaldte jack-up fartøjer), fire serviceskibe samt fire specialskibe til kabellægning-sopgaver. Desuden drives en supplerende flåde af mandskabsbåde. Omsætningen i seneste regnskabsår var 1,5 mia. kr. Hovedaktionærerne i A2SEA er DONG Energy (51 %) og Siemens Wind Power (49 %).

# CASE 10

**Udfordring:** Smarte løsninger til fjernovervågning

“Flere kunder ønsker at monitorere, hvorvidt maskinerne kører eller ej. Også dieselniveau, køletemperatur og olietemperatur vil man gerne kunne overvåge fra land.”

*Bruno Brems, Sales & Export Manager, EP Tools.*

## Værktøj og generatorer til offshore vind

Det kræver specialværktøj og midlertidig strømforsyning at opføre en vindmøllepark til søs. Herning-virksomheden EP Tools leverer begge dele.

En hav-vindmølle er et kraftværk, men inden vingerne kan begynde at snurre rundt, er der brug for strøm under opførelsen. EP Tools har specialiseret sig i at levere diesel-drevne generatorer, der kan klare opgaven.

”Blandt andet er der brug for affugtning, der kan forebygge korrosion. Når vindmøllen først er i drift, har man jo rigeligt adgang til strømforsyning, men i tiden fra fundamentet er opført, til møllen tages i drift, er man nødt til at have en anden strømkilde,” forklarer Bruno Brems, Sales & Export Manager.

Herning-virksomheden, der blev grundlagt i 1998, leverer specialkonstruerede generatorer, hydraulisk løfteudstyr og momentværktøj til krævende brancher som offshore energi, værfter, minedrift, stålindustri, byggeri og anlæg. Vindenergi er det største enkeltområde.

### Brugerne får kurser

EP Tools leverer en lang række specialværktøjer, hvoraf mange benyttes under opførelsen af vindmølleparker. Eksempler er udstyr til momentbespænding, nødstrømsgeneratorer samt midlertidig belysning. Virksomheden producerer en mindre del af værktøjet selv, mens en del af produkterne er modificerede versioner af eksisterende værktøj. Efter modificeringen skal værktøjet testes og dokumenteres, så det kan CE-mærkes.

Virksomheden både sælger, udlejer, servicerer og kalibrerer udstyret. Meget ofte lejer EP Tools udstyret ud til energiselskaberne. Samtidig indgår man en aftale om service og vedligehold af udstyret.

”Når det drejer sig om udlejning af generatorer til offshore brug, er der flere muligheder for organisering af service og vedligehold on site. Det kan være i samarbejde med service-leverandører, vindmølleproducenter eller energiselskabet. Fælles for alle situationer er dog, at de, som udfører service og vedligehold på vores maskiner, skal være godkendt af os og have gennemgået kursus i servicering,” siger Bruno Brems.

Selvom generatorerne hidtil især har været tænkt som midlertidige løsninger, indtil møllerne kommer i drift, er

der også opstået efterspørgsel efter permanente systemer i form af nødstrømsanlæg.

### Vil udnytte satellittjenester

De nyeste hav-møller er så store, og dermed også strømkrævende, at energiselskaberne ikke kan risikere, at de kommer til at mangle strømforsyning. Dette kræver tilpasning, forklarer Bruno Brems:

”Et nødstrømsanlæg skal være optimeret på en anden måde i forhold til et midlertidigt anlæg, der kun er i drift under anlægsfasen. Desuden ser vi på, om det ville være rentabelt at udvikle et hybridanlæg eller en ”dual machine”, hvor der ikke bruges så meget diesel. Det er noget, som vores kunder har fokus på.”

Et andet fokusområde for EP Tools er satellitstyr til kommunikation og positionering af maskinerne, hvor GSM netværket ikke dækker.

”Flere kunder har krav til overvågning af maskinerne, når de er placeret langt fra land. Man ønsker selvfølgelig at monitorere, hvorvidt maskinerne kører eller ej, men også oplysninger om dieselniveau, køletemperatur og olietemperatur vil man gerne kunne overvåge fra land. Der findes flere systemer til dette, men efter vores bedste overbevisning er det mest sikre satellit.”

### EP Tools

EP Tools er grundlagt i 1998 af Ernst Poulsen (1964-2015), som med en baggrund fra vindmølleindustrien så et behov for særlige løsninger til denne branche. EP Tools begyndte med momentværktøj, men udvidede snart med generatorer og siden løfteudstyr. Desuden er man begyndt at levere til en række andre brancher ud over vindkraft. Service og vedligehold på udstyret er i dag en omfattende aktivitet. EP Tools har i dag 20 medarbejdere. Virksomheden har en afdeling i Hamborg og desuden aktiviteter i bl.a. Storbritannien.



# Løsninger og udviklingsmuligheder

Yderligere kompetencer inden for vindenergi er et generelt ønske hos leverandører til developersegmentet. Dette behøver dog ikke nødvendigvis ske i form af ansættelse af fx vind-ingeniører. Løftet i kompetencer kan også ske gennem samarbejde med kunderne, andre virksomheder i branchen og forskere om udviklingsprojekter.

Herunder vil det være særligt interessant at inddrage kompetencer, som man ikke normalt forbinder med vindenergi (se boksen med et eksempel: udvikling af innovative fundamenter til offshore-vindmøller).

Der ligger et stort potentiale i fælles udviklingsprojekter, hvor developers og leverandører går sammen frem for den traditionelle model, hvor kunden beder leverandøren om at levere en løsning på baggrund af færdige specifikationer. Potentialet i fælles optimering er stort, men for at realisere det, må kunder være villige til at afgive en del af deres kontrol med processen, herunder være indstillet på at dele viden med leverandørerne og de øvrige partnere.

Leverandørerne selv vil kunne gøre sig yderligere interessante som samarbejdspartnere ved at bygge nye kompetencer op i virksomheden. Derved vil de få adgang til forsknings- og udviklingsprojekter, som kan give et kendskab til vindteknologi, der rækker ud over leverandørens eget system.



Kilde: Vestas Wind Systems A/S

## Anbefalinger som særligt angår leverandører til developer-segmentet

DTU kan spille en nøglerolle som dem, der bringer developers, leverandører og andre relevante partnere sammen om bordet. Samtidig udgør leverandørerne til developer-segmentet en særlig udfordring for DTU, for deres arbejdsfelt er meget bredt og rækker ud over de traditionelle vind-discipliner. DTU kunne overveje at udarbejde en taktik for, hvordan de relevante kompetencer på tværs af universitetets institutter kan bringes i spil. Dette vil dog i givet fald være en ny aktivitet for DTU.

Leverandører til developer-segmentet er noget oversete i forhold til de nuværende innovationsordninger. Dette skyldes blandt andet, at disse leverandører ofte har udfordringer, der går på tværs af brancher og teknologier. Men det er vigtigt, at der findes en form, som inddrager denne gruppe. Potentialet for effektivisering her er meget stort, og dermed er der mulighed for at levere et væsentligt bidrag til at gøre vindkraft yderligere konkurrencedygtig i forhold til fossile brændsler mv.

Kunderne i developer-segmentet kan gå ind i fælles udviklingsprojekter med deres leverandører med henblik på fælles optimering. Potentialet er stort, men for at realisere det, må kunder være villige til at afgive en del af deres kontrol med processen, herunder være indstillet på at dele viden med leverandørerne og de øvrige partnere.

Leverandørerne til developersegmentet kan bygge nye kompetencer op i virksomheden gennem forsknings- og udviklingsprojekter i samarbejde med kunderne, eventuelt med andre leverandører og DTU som yderligere partnere. Denne type projekter vil typisk give et kendskab til vindteknologi, der rækker ud over leverandørens eget system. Desuden er der mulighed for en række udviklingsprojekter, som ikke traditionelt forbindes med vindteknologi, herunder anlæg af offshore fundamenter.

## Innovative fundamenter offshore

Da man først begyndte at anlægge vindmølleparker offshore, var det naturligt at bruge samme teknologi som ved andre, tilsvarende anlægsarbejder offshore. Men i takt med, at møllerne er blevet stadig større, er kravene til fundamenterne også vokset. I dag er det en stor logistisk udfordring at opføre fundamenterne med de fartøjer og metoder, man traditionelt har brugt. Derfor er der interesse i branchen for en vifte af innovative løsninger, så man på en gang kan opnå bedre og billigere fundamenter.

Et af områderne er at udnytte nye geometrier, så man opnår større styrke uden at gøre fundamenterne større. DTU er førende inden for dette forskningsfelt, som kaldes topologioptimering. Et beslægtet område er at benytte

nye materialer til fundamenterne, eventuelt i kombination med topologioptimering.

En helt anden vej at gå er de såkaldte suge-bøtte-fundamenter, som er udviklet af Universal Foundations, der er en spin-out-virksomhed fra Aalborg Universitet. I stedet for at banke fundamentet dybt ned i havbunden går princippet ud på, at man anbringer en struktur med form som et bæger, der er vendt på hovedet, på bunden. Derefter skaber man undertryk inde i strukturen, så bægeret holder sig fast på bunden.

Endelig sker der megen forskning og udvikling inden for flydende fundamenter, som ikke mindst vil være interessante på større vanddybder.

# Tværgående temaer

## Tre oversete motorer for vækst

Systemforståelse, drift/vedligeholdelse og test er tværgående temaer, som har været underprioriterede set i forhold til potentialet for vækst blandt leverandørerne til vindenergi.

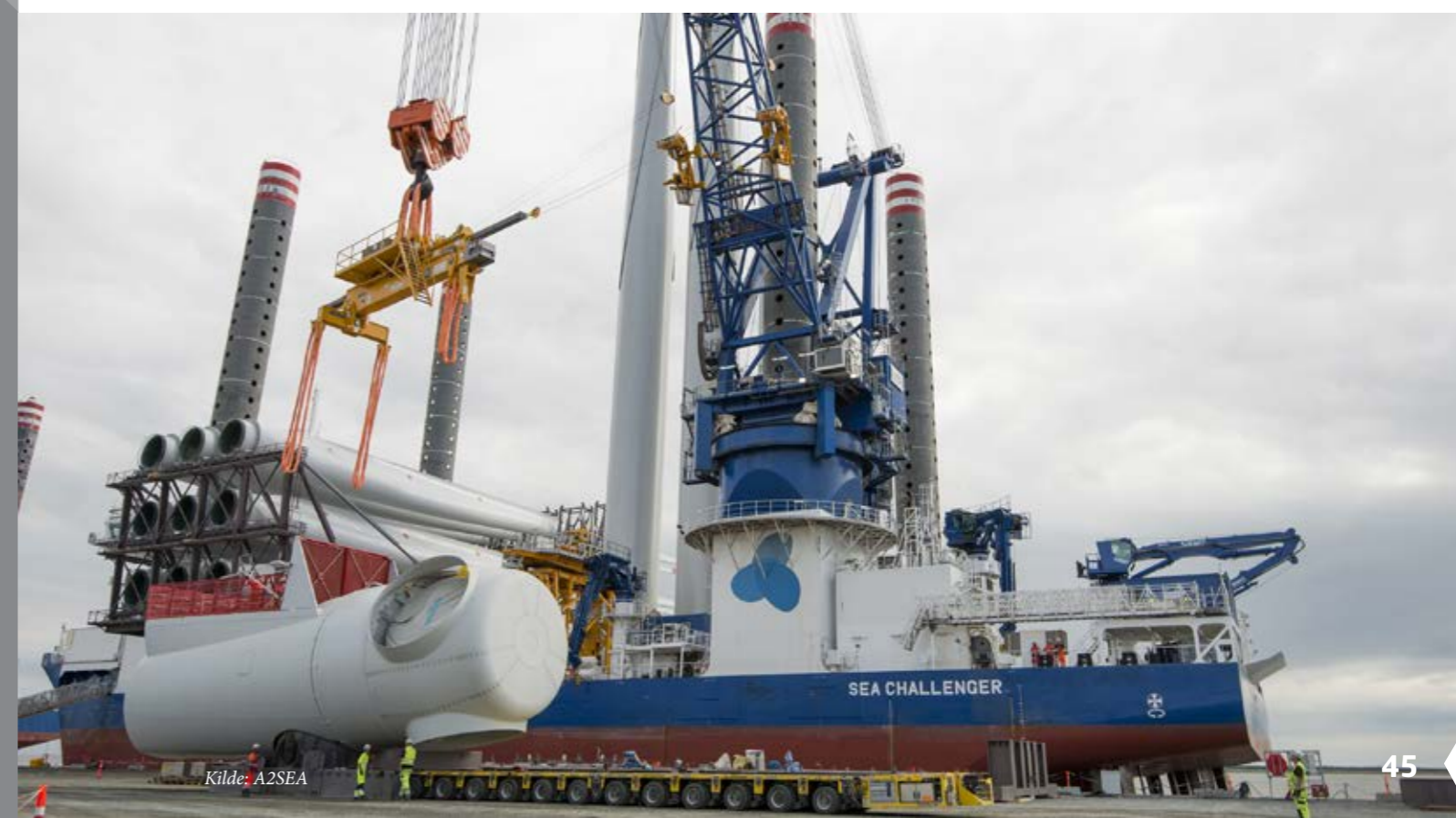
Sektorudviklingsprojektet bag denne rapport har vist, at vindkraftens leverandører ser et stort potentiale for vækst ved at opnå større systemforståelse. Kendskab til det

samlede system giver mulighed for at optimere de enkelte komponenter og delsystemer.

Et beslægtet emne er drift/vedligehold, der også indgår i systemforståelsen. Som en tommelfingerregel koster drift og vedligehold i en vindmølles levetid det samme som omkostningen ved at producere og opstille møllen. Al- ligevel er det næsten udelukkende prisen på at producere og opstille møllen, som er genstand for anstrengelserne for at gøre vindenergien billigere. Sagt på en anden måde er der et meget stort potentiale for at gøre vindenergi

### Bedre hydraulik med systemforståelse

En hydraulisk cylinder, som bruges til at justere vinklen på en vindmøllevinge – at "pitche" vingen – er et eksempel på, hvordan man kan forbedre sin komponent ved at forstå det samlede system. Pitch bruges blandt andet for at forebygge, at vingen overbelastes ved et pludseligt vindstød. Traditionelt er vindmølleproducenten gået til leverandøren af hydraulik og har bedt om en cylinder, der var i stand til at reagere med en given fart og modstå en belastning af en given størrelse. Men faktisk giver cylinderen i sig selv – lige som mange andre komponenter i møllen – et bidrag til belastningen. Derfor har styringen og udformningen af cylinderen betydning for, hvor stor en belastning, den bliver udsat for. Med andre ord kan en smart udformning af cylinderen medvirke til at gøre den opgave, som den skal løse, mere overkommelig. Dermed kan man nøjes med en lidt mindre cylinder, hvilket igen gør opgaven yderligere overkommelig. Takket være systemforståelse er der sat gang i en god spiral.



Kilde: A2SEA

yderligere konkurrencedygtig ved at optimere drift og vedligeholdelse.

Endelig peger mange virksomheder på test som et område, der kan løfte dem. Interessen for test knytter sig blandt andet til mulighederne for at dokumentere over for kunderne, at man lever op til internationale standarder, og at eksempelvis en forbedret komponent faktisk vil have større værdi for kunden.

#### Systemforståelse

Området systemforståelse grænser op til drift og vedligehold på den måde, at man naturligt vil tænke drift og vedligehold med i sine beslutninger, når man forstår det samlede system godt. Ofte vil en komponent, som fordyrer en vindmølle i anskaffelsesprisen, være den rigtige løsning set i forhold til hele møllens levetid.

Dermed naturligvis ikke sagt, at man altid skal vælge billige komponenter fra. Et af de centrale værktøjer i systemforståelse er omkostnings-modellering. Det vil sige, at man indregner omkostningerne ved en bestemt løsning både med hensyn til konsekvensen for møllens anskaffelsespris og driftsomkostninger, så man kan beslutte sig for den optimale løsning på et kvalificeret grundlag.

Forskningsmæssigt er der tale om et statistik-tungt område. I sagens natur har man ikke mulighed for at lade nyudviklede komponenter sidde i vindmøller gennem 20 år, inden man træffer sin beslutning. Derfor må man i høj

grad forlade sig på statistiske metoder. Hvad er sandsynligheden for, at komponenten vil fejle inden for en given tidshorizont? Og hvis den fejler, hvilke konsekvenser vil det så få for det pågældende delsystem og for hele møllen?

Et beslægtet spørgsmål er, om man kan mindske risikoen for, at en komponent fejler med alvorlige konsekvenser ved at indbygge sensorer, der advarer i tiden inden nedbruddet? Igen kan man gennem omkostnings-modellering kvalificere beslutningen om at bruge sensorer – vil omkostningen ved at indkøbe, indbygge og operere sensorerne stå mål med den besparelse, som man har udsigt til i form af undgåede nedbrud?

Vindmølleproducenter og developers kan gøre en stor forskel med hensyn til at fremme niveauet af systemforståelse hos deres leverandører. Projektet viser, at kundernes deltagelse har særdeles stor betydning for, om leverandørerne har interesse for at gå ind i denne type af samarbejdsprojekter. Det er forståeligt, at vindmølleproducenter og developers kan føle sig nødsaget til at holde visse informationer tilbage af konkurrencemæssige hensyn. Ikke desto mindre vil det betyde meget for leverandørernes forståelse af det samlede system, at man deler viden og data i højere grad end i dag. I den sammenhæng er det vigtigt at understrege, at DTU har stor erfaring med forsknings- og udviklingssamarbejde, som forudsætter fortrolighed, og derfor kan hjælpe med at sætte de rigtige rammer op for håndteringen af informationer i det enkelte projekt.

## Anbefalinger for systemforståelse

Der er et stort behov for udvikling af metoder til modellering af det samlede system og/eller tilpasning af eksisterende metoder, så det egner sig til beslutningsstøtte inden for vindenergi. Samtidig er det oplagt, at området systemforståelse går på tværs af en række DTU-institutter: Vindenergi, Mekanik, Elektro, Management Engineering, Compute mv., hvilket i sig selv er udfordrende i forhold til koordination.

Området systemforståelse rummer de samme problemstillinger som drift og vedligehold, nemlig at det er svært at finde støtte til en aktivitet sammenlignet med at udvikle fx en ny komponent. Dette bør ændres med tanke

på det store potentiale for samfundsøkonomi, forsynings-sikkerhed og klimabeskyttelse, som forbedret systemforståelse rummer.

Vindmølleproducenter og developers kan gøre en stor forskel med hensyn til at fremme niveauet af systemforståelse hos deres leverandører. Projektet viser, at kundernes deltagelse har særdeles stor betydning for, om leverandørerne har interesse for at gå ind i denne type af samarbejdsprojekter. Samtidig kan viljen hos vindmølleproducenter og developers til at dele deres viden og data i sig selv flytte meget for leverandørernes forståelse af det samlede system.

## Drift og vedligehold

En lavere pris pr. kWh vindmøllestrøm er et ønske, som forener hele vindmøllebranchen, og som i øvrigt også har høj samfundsmæssig interesse. Derfor udfoldes der i disse år mange kræfter på at billiggøre de mange forskellige komponenter, som en vindmølle består af, og også på at skabe smartere processer til seriefremstilling af møllerne. Bestræbelserne udmønter sig heldigvis i målbare resultater. Men samtidig undrer nogle af branchens leverandører sig over, at der ikke finder en tilsvarende indsats sted for at optimere drift og vedligeholdelse.

Blandt de områder, hvor projektet har afdækket muligheder for optimering, er at indbygge sensorer, som kan sladre om slid tidligt, så man kan gennemføre planlagt vedligeholdelse frem for at risikere nedbrud og dyr ”brandslukning”. Leverandører kan fortælle om billige sensorer, der er valgt fra, formentlig af hensyn til at holde møllens pris så lav som muligt, på trods af at der kunne være sparet betydelige udgifter set over hele møllens levetid.

En betydelig del af området drift og vedligeholdelse handler i øvrigt om transport og logistik. Her kan vindbranchen med fordel tage ved lære af andre brancher, hvor man allerede har udviklet gode og driftssikre løsninger.

Beslægtet med transport og logistik er muligheden for at udvikle særlige prognoser, som viser, hvornår vejrforholdene egner sig til installation af vindmølleparker samt servicebesøg offshore. Standard vejrudsigter er typisk ikke tilstrækkeligt detaljerede og tager heller ikke højde for det forhold, at de forskellige processer i forbindelse med havvindmøller hver har deres specifikke sikkerhedsgrænser med hensyn til vind, bølgegang mv.

Det er svært for leverandørvirksomhederne at udvikle bedre drift og vedligeholdelse alene. Dette gøres bedst i et samarbejde, hvor både kunder og leverandører deltager, evt. sammen med forskere. Det vil være til gavn for hele branchen, at drift og vedligehold optimeres, så vindenergi bliver yderligere konkurrencedygtig.

## Anbefalinger for drift/vedligehold

Traditionelt har DTU's forskning inden for vindenergi koncentreret sig om komponenter, hele møller, vindmålinger og om integration med el-nettet mv. Imidlertid har DTU også stor viden om transport, logistik og andre discipliner af relevans for drift og vedligehold. Det vil være oplagt, at DTU sætter gang i en koordinerende indsats, der gør denne viden tilgængelig for vindbranchen.

DTU bør også være opmærksom på, at der er dele af området drift og vedligehold, som rummer opgaver, der er ingeniørmæssige uden at være forskningskrævende. Sådanne opgaver vil fx egne sig til specialer på diplomingeniøruddannelsen.

Det er en indbygget svaghed i det nuværende forsknings- og innovationssystem, at det er lettere at få tilskud til et

projekt, der sigter på at udvikle ”en ny dims” frem for et projekt, der går ud på at optimere drift og vedligeholdelse. Det sidste klinger desværre mindre innovativt, men om ikke andet må den store samfundsøkonomiske samt energi- og klimapolitiske interesse føre til, at man ligestiller området med de andre former for innovation. Blandt udfordringerne er også at gøre det klart, hvilken ordning man vil have mulighed for at søge støtte hos.

Det er vigtigt, at der er et pres fra branchen for at udvikle nye tekniske og organisatoriske løsninger med henblik på bedre drift og vedligeholdelse. Ud over at leverandørerne kan gøre opmærksom på deres interesse kan de skabe større momentum ved at slutte sig sammen, eventuelt i samarbejde med kunder og DTU.

## Stor efterspørgsel efter test

Globaliseringen af vindmøllebranchen og den ændrede rollefordeling med større ansvar til leverandørerne betyder, at efterspørgslen efter test er vokset markant. Vindmølleproducenterne vil gerne overlade ansvaret for delsystemer til deres leverandører, men de efterlyser samtidig sikkerhed for, at de kan gøre det uden, at der senere sker nedbrud eller andre problemer, som vil føre til skader på deres egen økonomi og image.

Området hænger tæt sammen med den udvikling, som sker i retning af, at man standardiserer stadig mere – helt som det er sket inden for mange andre brancher. Med standardisering følger også krav fra kunderne om, at man skal certificeres som leverandør i henhold til standarden, og dette fører yderligere til efterspørgsel efter test foretaget af udbydere, der er akkrediterede.

Projektet har vist, at leverandørerne er meget opmærksomme på mulighederne for at få foretaget anerkendte test. Man møder stadig oftere forventninger fra kunderne om, at produkterne er testet. Typisk forlanger kunden, at en komponent skal ”holde i 10 år” eller ”holde i 20 år”. Men hvordan kan man dokumentere, at det faktisk vil være tilfældet, når komponenten først lige er blevet udviklet? I nogle tilfælde er der mulighed for at foretage ac-

celererede levetids-test, hvor man måske i løbet af et halvt år kan belaste en komponent så hårdt, at det svarer til 10 eller 20 år i normal drift. Men der er mange faldgruber på området i form af fejlkilder eller usikkerheder.

Ydermere handler standardisering ikke kun om at leve op til standarder. Mange standarder er enten under udarbejdelse eller revision, og her kan man som leverandør have stor interesse i at påvirke processen. For det første er det vigtigt, at man faktisk får kredit for det i standarden, hvis man står med et produkt af højere kvalitet, og for det andet er det vigtigt, at mindre seriøse konkurrenter ikke slipper afsted med produkter af dårligere kvalitet. Imidlertid er de fleste leverandører til vindbranchen for små til at kunne løfte opgaven med at gå ind i standardiseringsarbejde selv.

Vindmølleproducenterne er i forvejen engagerede i standardisering og certificering på de områder, der er specifikke for vindbranchen. Man kunne dog godt være mere involveret i områder, der knytter sig til leverandørernes verden. Eksempelvis elektronikprodukter, der også bruges inden for andre brancher, men hvor der alligevel er særlige interesser, når det gælder anvendelser inden for vind.

## Anbefalinger på testområdet

DTU's testfaciliteter kan udbygges, så de udfylder gabet mellem grundlæggende forskning og omkostningstunge tests i fuld skala.

DTU kan søge indflydelse på standardisering inden for endnu flere af de områder, der har interesse for de danske leverandører til vindbranchen. DTU er allerede særdeles aktiv inden for test og standardisering på traditionelle vindområder som fx last-standarder og test af vinger til vindmøller, men kunne godt gøre mere på beslægtede områder som test af lejer, gearkasser mv. Dette er områder, hvor vindmølleindustrien tidligere kunne udnytte løsninger udviklet til andre former for industri, men hvor udviklingen i møllernes størrelse har vendt situationen på hovedet. I dag er det vindmøllerne, hvor man ser de

hårdeste belastninger af disse komponenter, så det er her, behovet for test og certificering er mest akut.

DTU kan videreudvikle metoder til sammenkobling af hensyn til test og design. Eksempelvis metoder til fastlæggelse af, hvornår et design er tilstrækkeligt valideret.

Der er behov for flere kandidater med specialviden om test og validering.

Lige som drift/vedligehold samt systemforståelse er test et område, som er noget overset i forhold til innovationssystemet. Samtidig er det ganske dyrt at etablere og drive testfaciliteter, der lever op til gældende internationale standarder. Ikke desto mindre er det særdeles vigtigt for



## Udvalgte udfordringer fra interviews

### Test hos DTU og/eller hos GTS

De godkendte teknologiske serviceinstitutter (GTS) spiller en vigtig rolle på testområdet. GTS-institutterne udfører blandt andet standardiserede test for industrien. Ofte sker det på baggrund af metoder, som er udviklet i samarbejde med DTU. Desuden udfører DTU forskningsbaserede tests på mindre modeller og delkomponenter. Med andre ord leverer DTU den forskningsmæssige baggrund for udvikling af test og valideringsmetoder, som indføres i praksis gennem et samarbejde mellem DTU og et eller flere GTS-institutter. Samspelet mellem DTU, GTS, industri og standardiseringsarbejde er centralt for den videre udvikling af området.

	Klassisk leverandør	Højteknologisk leverandør	Leverandører med system ansvar	Leverandører med test kompetencer	Leverandører til developer segmentet
Korrosion	X	X			X
Laster	X	X	X	X	X
Strukturel design	X				X
Flydende konstruktioner					X
Materialer	X	X	X		
Optimering	X		X		X
Overflade behandling	X				
Test (akkrediteret)	X		X	X	
Data behandling	X			X	
Data opsamling	X			X	
Levetids forlængelse		X			
Teknologi ledelse		X			
Logistik			X	X	X
Vind	X	X			X
Bølger	X	X			X
Satellit kommunikation					X

konkurrencedygtigheden hos de danske leverandører, at sådanne faciliteter er til rådighed.

Leverandører kan søge samarbejde med DTU og/eller andre akkrediterede udbydere af test. Ofte kan det desuden være en god mulighed at søge samarbejde med kunden for at sikre sig, at kunden vil have tillid til de resultater, der opnås ved test.

Leverandører kan søge indflydelse på standardiseringsarbejde sammen med andre virksomheder gennem DTU.

# Anbefalinger

Mere ansvar til leverandørerne

Bedre rammer for leverandørers medvirken i projekter

Større fokus på drift, systemforståelse og test

## Tre overordnede anbefalinger

I forbindelse med sektorudviklingsprojektet har leverandørerne til vindenergi peget på en lang række udfordringer og barrierer for yderligere vækst. Især er der to tendenser, som går igen:

For det første er rollefordelingen i branchen i opbrud. Kunderne – såvel vindmølleproducenterne som developers – efterspørger leverandører, der kan tage ansvar for en større del af værdikæden.

For det andet er der en stigende bevidsthed om, at fokus på drift og vedligehold kan skabe en betydelig sænkning af omkostningerne ved vindkraft. Naturligvis skal man også fortsat arbejde på at sænke omkostningerne ved selve produktionen af møllerne, men fordi innovation inden for drift og vedligehold hidtil har været lavere prioriteret, er der ekstra store muligheder for effektivisering her.

Disse gennemgående tendenser åbner store muligheder for de leverandører, der formår at placere sig rigtigt og tilpasse sig de ændrede forhold. Samtidig står virksomhederne over for en række nye udfordringer.

Leverandørerne i dansk vindkraft er overvejende små og mellemstore virksomheder. Det betyder alt andet lige, at det er vanskeligere for leverandørerne at tilegne sig det bredere overblik og den systemforståelse, som skal til for at påtage sig ansvaret for en større del af værdikæden end hidtil.

Tilsvarende er det en udfordring, at små og mellemstore virksomheder har dårligere forudsætninger end store for at involvere sig i forsknings- og udviklingsprojekter.

På den baggrund har rapporten tre overordnede anbefalinger, der skal forbedre forudsætningerne for, at leverandørerne til vindkraft kan drage fordel af de vigtigste udviklingstendenser i branchen. Hver hovedanbefaling følges op af detaljerede anbefalinger. Nogle af de detaljerede anbefalinger har særlig interesse for bestemte aktører - fx leverandører, vindmøllefabrikanter, developers, DTU eller politikere/myndigheder.



# Hovedanbefaling 1:

## Mere ansvar til leverandørerne

Det er en gennemgående melding fra mange af de leverandører, som er interviewet til rapporten, at de ønsker mere ligestilling i forhold til deres deltagelse i kundernes forsknings- og udviklingsarbejde. Paradoksalt nok viser projektet også, at kunderne netop ønsker, at leverandørerne skal komme stærkere på banen.

Det er en vigtig pointe, at ansvaret går begge veje. Producenterne skal være villige til at afgive en del af deres ansvar, men kan kun gøre det i det omfang, leverandørerne er parate til at påtage sig ansvaret.

Umiddelbart kunne man tro, at det ville være en let sag for leverandørerne at opnå større status i samarbejdet. Når det alligevel ikke helt er tilfældet, skyldes det blandt andet, at ligestilling forudsætter, at parterne har kompetencer på sammenligneligt niveau. Her er problemet ikke de grundlæggende faglige kompetencer – hvis leverandørerne ikke havde dem, ville de ikke være på markedet – men kompetencer inden for forståelsen af det samlede system.

Derfor er der behov for, at alle aktører får større fokus på leverandørernes rolle.

## Detaljerede anbefalinger om mere ansvar til leverandørerne

Virksomhederne, der leverer til vindbranchen, er selv de vigtigste aktører. Selvom det kan være svært i en dagligdag, hvor der hele tiden er pres på for at efterkomme de løbende ordrer, er der langsigtede gevinster at hente ved at indgå i samarbejder om forskning og udvikling.

Der knytter sig store samfundsmæssige interesser til, at leverandørerne på vindenergiområdet opnår vækst. Der er i dag for få forsknings- og udviklingsprojekter, hvor små og mellemstore virksomheder samarbejder med universiteter.

DTU kan ikke sige sig fri for hidtil at have givet leverandørerne for lidt opmærksomhed. Det skyldes blandt

andet vindmølleproducenternes høje synlighed samt de særdeles interessante teknologiske problemstillinger, som disse virksomheder står over for. Dette sektorudviklingsprojekt er imidlertid i sig selv et stort skridt i retning af øget fokus på leverandørerne.

Ofte vil leverandører og kunder gerne samarbejde med hinanden, men mangler blot en anledning og et forum. DTU kan spille rollen som matchmaker ved at sætte gang i forskningsprojekter og netværksinitiativer. Selvom DTU bør fokusere mere på leverandørernes udfordringer er det samtidig vigtigt at huske på at invitere deres kunder med, fordi kundernes deltagelse gør projekterne mere interessante for leverandørerne.

# Hovedanbefaling 2:

## Bedre rammer for leverandørers medvirken i projekter

Selvom det er velkendt, at innovationssamarbejde skaber vækst, er det snarere undtagelsen end reglen, at vindkraftens leverandører deltager i innovationsprojekter. Kun tre af branchens mange små og mellemstore virksomheder deltager regelmæssigt i innovationsprojekter. En ganske stor andel af de øvrige virksomheder har faktisk deltaget i et projekt en enkelt gang, men har aldrig forsøgt sig igen.

Projektet peger derfor på, at der i dag er barrierer, som i alt for høj grad afholder vindkraftens leverandører fra at indgå i samarbejdsprojekter om innovation. Dermed går både de selv og samfundet glip af vækst, samtidig med at potentialet for at gøre vindkraften yderligere konkurrencedygtig med traditionelle energikilder ikke bliver udnyttet fuldt ud.

Rapporten anbefaler derfor, at rammerne for, at leverandører til vindkraft kan deltage i innovationsprojekter, bliver forbedret.

## Detaljerede anbefalinger om rammer for leverandørers medvirken i projekter

For nogle leverandører er det interessant at ansætte ingeniører og andre medarbejdere med særlig viden om vind og/eller at løfte virksomhedens kompetenceniveau gennem forsknings- og udviklingsprojekter, fx med inddragelse af DTU. Et alternativ til et længerevarende udviklingsprojekt kan være at trække på rådgivning og konsulentbistand fra DTU's vindforskere i et kortere, koncentreret forløb.

Mange leverandører kan med fordel åbne sig for at afsøge områder, der ligger helt eller delvist uden for deres egne kernekompetencer. Det kan for eksempel ske ved at indgå i forsknings- og udviklingsprojekter med DTU og med virksomheder i branchen, så man selv bliver yderligere

kvalificeret til at afsætte sine produkter og tjenesteydelser netop inden for vindenergi.

For mindre virksomheder er det ofte en god ide at slå sig sammen med store virksomheder eller med DTU, hvor man har erfaring og de fornødne ressourcer til at skrive ansøgninger mv. Desuden styrker partnerskaber chancerne for, at ansøgninger går igennem.

Endelig kan det være en god, uforpligtende indgang til at deltage i faglige netværk. Det er en uformel måde at møde såvel virksomhedens kunder som andre leverandører og forskere. Det er ofte her, ideerne til de fremtidige formaliserede samarbejdsprojekter fødes. Deltagelse i Wind

Energy Denmark og DTU's møder for leverandører til vindkraft er oplagte, indledende skridt.

Demonstrationsprogrammet for energiteknologi EUDP har finansieret langt den overvejende del af de projekter, hvor leverandører til vindenergi hidtil har deltaget. Dette er i sig selv fint, men virksomhederne kan med fordel være opmærksomme på andre ordninger. Især er det nye program InnoBooster fra Danmarks Innovationsfond interessant. Programmet er fleksibelt, så en virksomhed kan søge om et lille beløb i starten, og hvis projektet afslører potentiale, kan man senere søge igen og om større beløb. Desuden får virksomhederne hurtigt svar. EuroStars-ordningen, som kræver samarbejde med en udenlandsk virksomhed eller institution, er en anden mulighed.

Projektet har afdækket, at mange mindre virksomheder har svært ved at overskue vidensmiljøer, herunder DTU. DTU Vindenergi og DTU Elektro er kendte blandt de virksomheder, der er specialiserede i vind, men mange leverandører har kernekompetencer inden for andre felter. DTU bør udarbejde overskuelig information, som hurtigt leder virksomhederne i den rigtige retning.

Tilsvarende bør DTU skabe overblik over de forskellige samarbejdsmuligheder fx ErhvervsPhD, Postdoc mv. Studenterprojekter og andre kortere udviklingsprojekter er en anden oplagt vej at gå, eventuelt koordineret af DTU's nye innovationscenter. Også adgangen til at benytte universitetets testfaciliteter bør være beskrevet.

I nogle sammenhænge giver det værdi for en virksomhed, at medarbejdere står som medforfattere på videnskabelige publikationer. For nogle virksomheder kan dette være en blåstempling og en løftestang, når produkter skal på markedet. Det bør DTU og DTU's forskere være åbne over for.

DTU bør producere et nyhedsbrev eller tilsvarende regelmæssig udgivelse med de nyeste forskningsresultater til virksomheder, der er aktive i innovationsprojekter. DTU bør også producere et katalog, der viser, hvordan samarbejder mellem virksomheder og forskere har skabt værdi for virksomhederne.

I forbindelse med sektorudviklingsprojektet gennemførte DTU Vindenergi en dag for små og mellemstore virksomheder på DTU's Risø-campus. Dagen var en stor succes

og er etableret som en tilbagevendende begivenhed. Samtidig bør DTU afholde tilsvarende arrangementer ude i landet, så flere virksomheder får nem adgang til at deltage.

Videre opfordres forskere til at deltage i klyngesamarbejde og i brancheorganisationens netværk, hvor der er mulighed for at kommunikere viden og forskningsresultater.

Ud over DTU Vindenergi udfører en række af universitetets institutter forskning, der er interessant for leverandører til vindkraft. Det gælder især elektro- og mekanikforskning, som er direkte relevant for vindmøller, men også systemintegration, management engineering, materialeforskning, logistik og betonteknologi – fx ved anlæg af fundamenter til offshore vindmøller - og meget andet. DTU bør derfor udarbejde en strategi, der skaber sammenhæng på tværs af institutterne.

Sektorudviklingsprojektet har vist, at mindre virksomheder typisk ikke er parate til at springe direkte ud i et meget forpligtende samarbejde som eksempelvis et ph.d.-projekt, som er treårigt. Her er studenterprojekter ofte en god mulighed, hvor en virksomhed kan afprøve, hvordan den kan få glæde af forskningen på DTU. Samtidig er det en lejlighed til, at de kommende ingeniører får øjnene op for denne store gruppe af virksomheder og måske tager dem med i betragtning, når de lægger planer for deres kommende karriere.

Desværre er reglerne omkring studerendes opgaver for virksomheder i dag for stive. De studerende har kun mulighed for at påtage sig opgaverne i afgrænsede perioder på bestemte tidspunkter i løbet af året. Det passer dårligt til virksomhedernes behov. I udlandet kender man eksempler på, at studerende kan arbejde i en virksomhed en dag om ugen og studere resten af tiden. DTU og forskerne bør i øvrigt prioritere lignende fleksibilitet, hvor forskere arbejder i virksomheder eksempelvis en dag om ugen.

Med hensyn til de studerende er det desuden et problem, at man risikerer at miste sin SU, hvis arbejdet for en virksomhed betyder, at man forsinkes i sit studium. Samtidig straffes universitetet økonomisk, når de studerende bruger længere tid end normeret. Dette er u hensigtsmæssigt i situationer, hvor forsinkelsen netop skyldes en indsats, som er til stor gavn for samfundet.

# Hovedanbefaling 3:

## Større fokus på drift, systemforståelse og test

Som en tommelfingerregel kan udgiften til at producere en kWh vindmøllestrøm deles op i tre lige store dele: kapitalomkostninger, omkostninger til at bygge og opføre møllen samt drift/vedligehold. Med andre ord er omkostningen ved drift og vedligehold gennem en vindmøllens levetid af samme størrelse som omkostningen ved at bygge og etablere møllen.

Sektorudviklingsprojektet har identificeret drift og vedligehold som et område, hvor der er et meget stort potentiale for at effektivisere og dermed bidrage til at gøre vindenergi yderligere konkurrencedygtig. Det skyldes blandt andet, at der allerede er sket meget mht. at effektivisere produktionen af vindmøllerne – selvom der fortsat er meget at gøre yderligere – mens drift og vedligehold har fået mindre opmærksomhed.

Samtidig har projektet afdækket, at drift og vedligehold er et område, hvor netop kompetencerne hos leverandørerne kan komme til deres ret i højere grad end i dag. Leverandørerne har en indgående viden om deres produkter og processer. Hvis kunderne ikke kun ser på omkostningen ved at købe de leverede komponenter, systemer og serviceydelser nu, men anskuer købet fra et helhedsperspektiv, hvor omkostningerne set over hele driftsperioden tages i betragtning, er der ofte mulighed for en høj grad af optimering. Typisk forudsætter det et tæt samarbejde, hvor kunder og leverandører deler deres viden i højere grad end normalt. Dette er helt i tråd med anbefalingerne andre steder i nærværende rapport.

En større fokus på drift og vedligehold vil naturligt føre til, at man lægger mere vægt på to andre områder, som rapporten også har identificeret som underprioriterede. Det drejer sig dels om systemforståelse – altså at man har den samlede vindmølle og måske endda det samlede el-system i tankerne, når man udvikler sit del-system – dels om test. Såvel systemforståelse som test er vigtige forudsætninger for, at man kan træffe de rigtige langsigtede valg, der gør det muligt at optimere drift og vedligehold.

## Detaljerede anbefalinger om drift, systemforståelse og test

Der er betydelig samfundsmæssig interesse knyttet til teknisk og økonomisk optimale løsninger inden for vindkraft, ikke mindst ved etablering af offshore parker mv. Ofte har regeringen, Folketinget og myndigheder mulighed for at præge projekterne i en retning, hvor man

tager hensyn til den samlede økonomi over hele driftsperioden. Sund økonomi er godt for vindkraften og dermed for klimaet og for landets energimæssige forsyningsikkerhed.

Mange leverandører oplever, at de forsknings- og udviklingsopgaver, som de har særlig interesse for, har vanskeligt ved at få støtte under de eksisterende innovationsordninger. Det gælder især opgaver inden for drift og vedligehold, fordi disse områder traditionelt ikke betragtes som innovative. Det er der al mulig grund til at gøre op med.

Leverandørerne til vindkraft har allerede betydelig fokus på drift og vedligehold. Imidlertid vil de kunne styrke deres vejledning til kunderne om dette yderligere ved at tilegne sig en højere grad af systemforståelse. Dette kræver typisk større vindspecifik viden, der kan supplere leverandørens kernefaglighed. Sådanne kompetencer kan erhverves gennem efter- og videreuddannelse, forsknings-samarbejde eller brug af konsulenttydelser.

Leverandøren ved ofte, at en løsning, der er noget dyrere end den billigste på markedet, vil være den bedste investering for kunden set over vindprojektets samlede varighed. Imidlertid er det vigtigt at kunne underbygge udsagnet med uafhængige test. Det gælder ikke mindst i en globaliseret verden, hvor leverandøren måske selv har fået dele produceret af underleverandører i andre lande, eller hvor de færdige vindmøller måske skal stilles op langt borte.

Der er store muligheder for at optimere drift og vedligehold ved at udnytte leverandørernes viden om specifikke komponenter, materialevalg, slid-scenarier mv. Dette vil ofte kræve, at kunden åbner for et direkte udviklingssamarbejde, hvor man deler viden og data i højere grad, end det traditionelt er tilfældet.

Lige som i branchen generelt har drift og vedligehold været underprioriteret af DTU. Samtidig forudsætter gode helhedsløsninger, der tager hensyn til drift og vedligehold, en høj grad af tværfaglighed. For eksempel er det nogle gange materialeforskningen – som til daglig ikke er tæt integreret med forskningen i vindenergi – der kan give svarene i situationer, hvor den forventede levetid for kritiske komponenter skal forbedres.

DTU bør i det hele taget øge tværfagligheden på området. For eksempel kræver fjernovervågning af vindmølleparker ved hjælp af sensorer indgående viden, som findes hos DTU Compute. Et tilsvarende eksempel er logistik i forbindelse med drift og vedligehold på offshore parker, hvor kompetencerne hos såvel DTU Management Engineering som DTU Transport kan komme i spil.

Både leverandører og kunder er grundlæggende positivt indstillede over for, at der udvikles løsninger, som optimerer drift og vedligehold med henblik på at nedbringe omkostningerne ved vindkraft. Alligevel kan der være behov for nogen, der skubber på for, at det faktisk kommer til at ske. Her kan DTU være dem, der spiller en udfarende rolle.

Der findes test af vindmøller i fuld skala flere steder i Danmark. Imidlertid er de igangværende test kostbare, så der skal en særdeles god begrundelse til, før producenten afbryder en test for at teste en komponent fra en leverandør. Her kan det i stedet være en mulighed at få sin test gennemført på en af DTU's testmøller. DTU bør informere bedre om mulighederne for test, herunder at universitetet er åbent over for at samarbejde med mindre virksomheder.

Metoderne til at teste vindmøller og komponenter udvikler sig hele tiden. Både for vindmølleproducenterne og deres leverandører er det afgørende, at nogen i Danmark holder sig i front, så man til enhver tid har mulighed for at få sine løsninger testet state-of-the-art. DTU bør fortsat spille denne rolle, dels ved selv at forske i nye testmetoder og dels ved at holde sig opdateret om internationale udviklinger på området.

Det vil være interessant at udbygge testfaciliteter på DTU, som omfatter realtid-test af skalamodeller i simulerede forsyningsnet. Det samme gælder accelererede levetidstest (såkaldte HALT-test). Naturligvis vil virksomhederne gerne kunne gennemføre test, der eksempelvis i løbet af et halvt år vil vise, hvordan en komponent bliver slidt gennem 20 år. Det er imidlertid ikke alt, der kan testes på denne måde, og der vil altid være usikkerhedsfaktorer, som man bør være opmærksom på.

Danmarks førende rolle inden for vindkraft har betydet, at DTU har involveret sig ganske meget i det internationale standardiseringsarbejde. Hidtil har indsatsen dog været koncentreret på de mest vindspecifikke områder, herunder standarder for test af vinger til vindmøller samt standarder for beregning af last. Mange af leverandørerne i branchen har interesse i standarder, der er knap så vindspecifikke, eksempelvis for gearkasser, lejer mv. Tidligere har vindkraften typisk lånt teknologi fra andre brancher på disse områder. Imidlertid er situationen nu vendt på hovedet, fordi vindmøllerne er blevet så store, at ingen andre brancher oplever tilsvarende hårde belastninger for komponenterne. Derfor er der opstået interesse fra vindindustrien i udformningen af disse standarder. Da det samtidig er svært for leverandørerne, som typisk er mindre virksomheder, at gå ind i arbejdet, er det oplagt, at DTU udnytter sin erfaring med standardiseringsarbejde.

På et globaliseret marked som vindenergi har det stor og stigende betydning, at løsninger er certificeret i henhold til internationale standarder. Dette kan samtidig være til stor gavn for leverandørerne, fordi de bliver mindre afhængige af den enkelte kunde. Det er kendt fra andre brancher, at leverandører kan have stor fordel af at søge indflydelse på, hvordan internationale standarder bliver udformet. Typisk ligger det uden for rækkevidden for mindre virksomheder at deltage direkte i standardiseringsarbejde, som er ganske krævende med hensyn til tid og omkostninger. Imidlertid kan man søge indflydelse indirekte, eksempelvis gennem DTU. Dette vil få større vægt, hvis flere virksomheder koordinerer deres indsats.





