



# Strategiske indsatsområder for forskning, udvikling og demonstration indenfor vindenergi

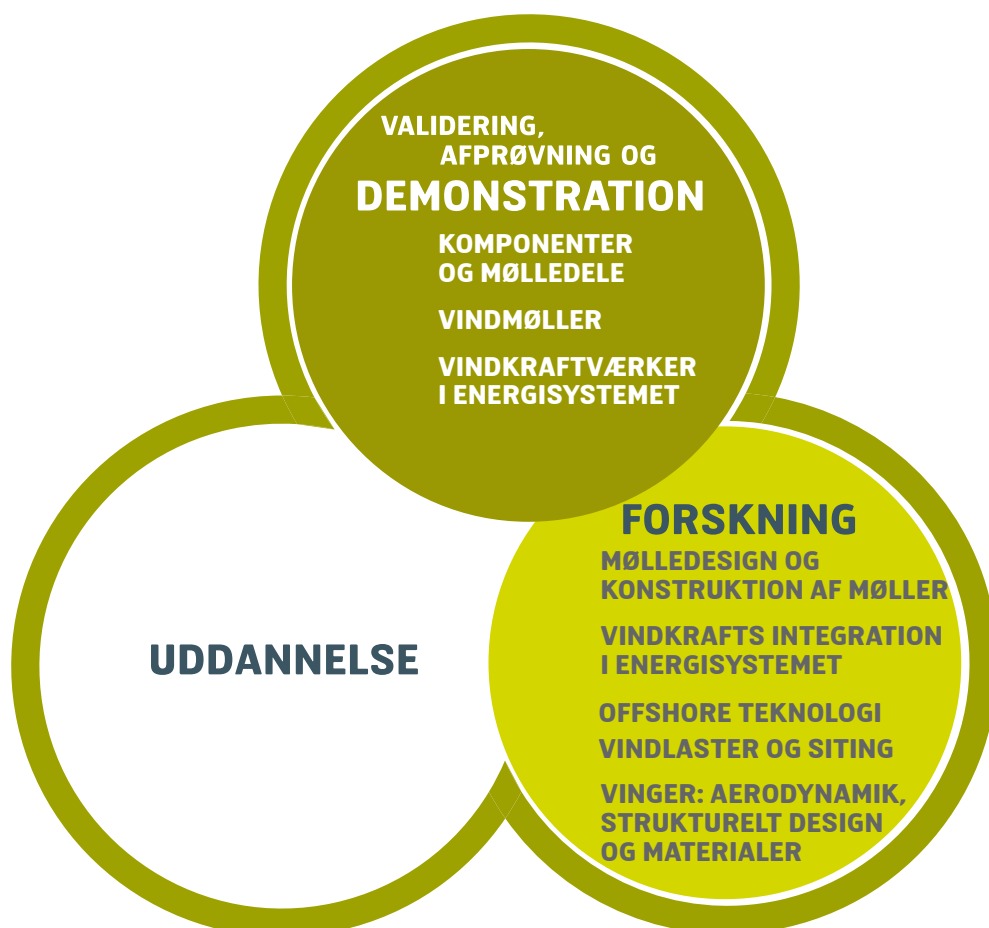
# 1 Baggrund

Siden efteråret 2006 har partnerskabet Megavind arbejdet med at udvikle en samlet strategi for udvikling af Danmark som kompetencecenter for vindkraft (se figur 1). Partnerskabet udgav i juni 2007 en overordnet strategi, der blandt andet sætter fokus på en række strategiske forskningsområder, som kan være med til at styrke det danske kompetencecenter.

Nærværende rapport er en konkretisering af Megavinds overordnede strategi, som går i dybden med at beskrive de vigtigste strategiske indsatsområder indenfor vindkraftforskning, udvikling og demonstration. Partnerskabet anbefaler, at de danske offentlige midler til forskning, udvikling og demonstration på vindkraftområdet prioriteres indenfor disse områder, for at støtte op om de eksisterende forskningsmiljøer og styrke de forskningsområder, der er centrale for branchen.

**Figur 1**

Megavinds samlede strategi. Denne rapport fokuserer på forskning.



## Danske styrkepositioner inden for vindkraft

---

I takt med at energi og klima både herhjemme og i udlandet står højt på den politiske dagsorden, er forskning, udvikling og demonstration i energiteknologier blevet et hedt emne. Der oprettes nye forskningsprogrammer til at styrke området, og en række af de eksisterende skal til at opbygge en portefølje af energiprojekter for første gang.

Vindkraft er en af Danmarks største internationale styrkepositioner og den danske vindkraftbranche udgør et unikt kompetencecentrum for vindkraft i verden. Derfor er det utrolig vigtigt, at vindkraft prioriteres højt i energiforskning, udvikling og demonstration.

Det er afgørende at prioritere den forsknings og udviklingsmæssige indsats indenfor en række strategiske styrkepositioner, som kan være med til at løfte den danske branches internationale konkurrencekraft.

Der står andre lande klar til at kæmpe om Danmarks førerposition, så derfor er det altafgørende, at der handles hurtigt og målrettet. De branchemæssige styrkepositioner skal udvikles og bevares igennem en strategisk satsning på forskning, udvikling og demonstration.

Denne satsning vil ikke kun bidrage til en industriel og forskningsmæssig udvikling, men samtidig spille en afgørende rolle i forhold til at uddanne de mange kvalificerede kandidater branchen har brug for, for at løfte fremtidens enorme efterspørgsel. En målrettet indsats vil således både styrke branchens vidensudvikling og skabe nye eksperter til at føre det danske kompetencecentrum for vindkraft ind i fremtiden.

En af de ting, der gør Danmark til et unikt kompetencecentrum for vindkraft er branchens evne til at skabe helhedsløsninger for nye vindmøllekoncepter. En helhedsorienteret forståelse af møllen som maskine giver branchen helt særlige kompetencer til at skabe integrerede løsninger i nye og forbedrede vindmøllekoncepter (afsnit 3.1).

Indgående kendskab til aerodynamik, strukturdynamik og laster er afgørende for at skabe disse løsninger. Her er det særligt evnen til at forstå og forbedre samspillet mellem de enkelte elementer, der bidrager til at skabe fremtidens intelligente og kosteffektive vindmøller. Disse forskningsområder har blandt andet bidraget til at udvikle nye teknikker til styring og regulering, som er et af de områder, der har udviklet sig mest igennem de seneste år (afsnit 3.2 og 3.3). Al udvikling skal bidrage til at opretholde et højt sikkerhedsniveau, hvilket hænger tæt sammen med en anden dansk styrkeposition, nemlig drift- og sikkerhedsstrategier.

Danmark er det land i verden med størst andel af vindkraft i energisystemet, hvilket giver os en helt unik mulighed for at udvikle intelligente systemløsninger. Vi har mulighed for at gå forrest og skabe et globalt demonstrationsprojekt for indpasning af vindkraft i energisystemet (afsnit 3.4).

Samlet set sidder den danske vindmøllebranche på ca. 95% af verdensmarkedet for offshore vindkraft, hvilket giver os en unik position til at udvikle nye løsninger offshore. Vi er særligt dygtige til at overføre erfaringerne fra landmøller til offshore. Det er i høj grad de samme strategiske udviklingsområder, der gør sig gældende her, men med behov for udvikling på en række særlige områder offshore, på grund af de fysiske forhold (afsnit 3.5).

## 3 Strategiske indsatsområder

Den strategiske forskning skal medvirke til at udvikle de grundlæggende teknologiske løsninger, som udgør forudsætningen for at fastholde den danske vindmøllebranches førerposition og tiltrække forskere af høj kvalitet. Denne forskningsindsats favner nøgleelementer af værdikæden fra udvikling af komponenter og mølledele til integration af vindkraft i det samlede elsystem.

### 3.1 Hvordan bliver vindmøllen en effektiv og driftssikker maskine?

Mølledesign og konstruktion af møller med henblik på:

- fortsat udbygning af kompetencen inden for strukturelt design og materialer for vinger, transmissionssystemer, maskinelementer såsom gear, bremser samt support strukturer
- at udvikle lettere og mere effektive komponenter og nye innovative koncepter i vindmøller med henblik på at opnå høj ydeevne, mere veldefineret og højere pålidelighed og mere pålidelig bestemmelse af levetid
- at få mere viden om samspillet mellem møllens enkelte elementer for at fremme effektivitet og driftssikkerhed
- fortsat at opretholde og udvikle drifts- og sikkerhedsstrategier i takt med udviklingen af møllen, herunder forebyggende vedligehold og overvågning af konstruktionen
- udvikling af forbedrede transport og logistik strategier

#### Perspektiver for kommercialisering

Forskning indenfor mølledesign og konstruktion af møller kan bidrage til at udvikle lettere og mere effektive komponenter, samt nye innovative koncepter i vindmøller. Det kan bidrage til, at møllen opnår højere ydeevne og pålidelighed samt nedsætte omkostningerne. Et vigtigt element er også fortsat vidensopbygning om samspillet mellem møllens enkelte komponenter, hvilket er til gavn for de mange danske vindmøllefabrikanter og underleverandører.

Nyttiggørelse af forskning indenfor dette område kan bidrage til at udvikle nye produkter og virksomheder, hvilket vil være med til at sikre en fortsat stor vækst indenfor den danske vindmølleindustri. Spin-off kunne i yderste konsekvens også betyde teknologioverførsel til andre industrier og brancher.



### 3.2 Hvordan udnyttes vinden bedst muligt?

Vinger – aerodynamik og strukturdynamik med henblik på:

- fortsat udbygning af kompetencen indenfor aerodynamik, aeroakustik og strukturdynamik, herunder styring og regulering
- at reducere lasterne på vingerne og fra vingerne på resten af konstruktionen, både ved passiv og aktiv regulering
- akustiske forhold
- innovative designs, med særligt fokus på udvikling af vingedesign

#### Perspektiver for kommercialisering

Vidensniveauet i Danmark omkring udvikling af vinger er på højt internationalt niveau. Vingerne er vindmøllens motor og derved en af de virkelige nøglekomponenter, som kan optimeres for bedre udnyttelse af vinden, mere effektivitet og forbedret design. Udvikling af dette område vil betyde, at prisen for el produceret med vindkraft vil falde og dermed øge konkurrencedygtigheden overfor konventionelle energiformer. Der er en række særligt relevante udviklingsområder som eksempelvis intelligente sensorer og aktuatorer, værktøjer til måling og analyse, lastreduktion og reduktion af akustiske forhold. Sidstnævnte er vigtigt i forhold til opstilling af vindmøller og hensyntagen til omkringliggende naboer.



### 3.3 Hvor er vindmøllen – vindkraftværkets optimale placering?

Vindlaster og siting med henblik på:

- at udvikle forbedrede metoder til vindmåling
- at få øget viden om vindprofiler og vindressource som funktion af terræn og atmosfæriske forhold
- at forbedre indsigten i lævirkningen fra møller for at minimere produktionstab og laster
- få øget viden om de geofysiske forholds påvirkning af møllen (designgrundlag)
- store vindmølleparkers vekselvirkning, herunder vindforhold, bølge og strøm, og påvirkning af bunden
- udvikling af forbedrede metoder til vurdering af påvirkninger på omgivelserne
- øget viden om offshore vindmiljøer
- reducere usikkerhed ved vurdering af vindressourcer og laster fra vind, bølger og strøm

#### Perspektiver for kommercialisering

Viden om lævirkning, geofysiske forhold og vekselvirkning kan bidrage til at skabe billigere mølledesign, imens viden om vindressourcer og bedre micro siting kan bidrage til øget produktion. Disse forskningsområder kan bidrage til at sænke prisen for vindkraft produceret elektricitet og dermed øge konkurrencedygtigheden overfor konventionelle energiformer.

Udviklingsområder kan f.eks. være modeller til siting og dokumentation af optimal placering af vindmøller, i forhold til mest effektiv produktion under hensyntagen til de miljømæssige påvirkninger. Kigger man lidt længere ud i fremtiden kunne man forestille sig software modeller, der tager højde for forskellige klimatiske forhold og regulerer vindmøllerne efter disse, således at man undgår unødvendige klager og samtidig opnår mest optimal produktion.

### 3.4 Hvordan får man mest mulig vindkraft indpasset i energisystemet?

Vindkrafts integration i energisystemet med henblik på:

- at udvikle systemtjenester og elektrisk design så vindmølleparker kan agere som en kraftværksenhed, der spiller aktivt sammen med fremtidens fleksible energisystem, herunder lagringsteknologier og fleksibelt energiforbrug
- at udvikle tekniske og økonomiske modeller for styring af vindmøller og vindmølleparker, så vindkraft kan bidrage aktivt til op- og nedregulering i elsystemet
- at muliggøre bedre indpasning af store mængder vindkraft i elnettet, herunder styring og regulering af vindmøllerne, så de kan levere høj elkvalitet
- at sikre bedre indpasning af den enkelte mølle og møllepark i elnettet
- at udvikle vindmøllernes elektriske design omkring design af generatorer, effektelektronik, elektriske transformation og omformning samt styring og regulering
- forbedre prognoser for vindkraftproduktion vha. bedre prognose og meteorologi værktøjer, både mikro og makro modeller

#### Perspektiver for kommercialisering

Her ligger der en stor mulighed for udvikling af nye produkter og kompetencer. På grund af Danmarks størrelse, har vi alle muligheder for at lave et globalt demonstrationsprojekt, hvor vi viser, at det kan lade sig gøre at integrere store mængder vind i energisystemet. I et sådant demonstrationsprojekt er der behov for nye produkter, systemer og kompetencer på en lang række områder, alle med et globalt markedspotentiale. Særligt udvikling af software til styring af el-systemet og den enkelte vindmølle har store kommercielle perspektiver. I forhold til møllen er der f.eks. perspektiver i udvikling af nye komponenter omkring generator og brugen af effektelektronik i vindmøller.



### 3-5 Hvordan tager vi næste skridt offshore?

Offshore teknologi med henblik på:

- at udvikle nye koncepter for offshore parkernes elinfrastruktur
- at videreudvikle design procedurerne for selve vindmøllen, support-konstruktion og fundamenter for at reducere design usikkerheder
- at optimere og udvikle nye koncepter for fundamenter og installationsteknologi, med særligt fokus på dybere vand over 15 m
- at udvikle overvågnings og dataopsamlingsystemer med henblik på at kortlægge fejlfrekvenser og optimere vedligehold
- udvikle forbedrede adgangs- og sikkerhedsforhold
- øget viden om geoteknik og geofysik
- udvikle viden om materialer i et offshore miljø, med særligt fokus på korrosion
- udvikle optimale drifts- og vedligeholdelsesstrategier

#### Perspektiver for kommercialisering

Offshore er et stærkt stigende marked, som forventes at komme til for alvor at slå igennem i løbet af de næste 5-10 år. Danmark er et af de lande med størst offshore erfaringer og har derfor en unik mulighed for at skabe nye produkter til dette marked.

Offshore er fortsat en dyr løsning sammenlignet med onshore, på grund af anlægs- og vedligeholdelsesomkostninger. Men offshore er også vindmæssigt meget mere stabilt og forudsigeligt end onshore, hvilket giver mulighed for en mere effektiv og stabil elproduktion. For at offshore skal slå igennem kommercielt, er der behov for prisreduktion på en række områder. Det er blandt andet bedre design, produktion og installation af billigere supportstrukturer. Effektiv og forudsigelig drift er også altafgørende. Samtidig er der også perspektiver i udvikling af alternative mølletyper til offshore på store havdybder og langt fra land, f.eks. DC vindmøller. En udvikling af disse områder vil skabe store forretningsmuligheder for danske virksomheder.



## DANSK FORSKNINGS KONSORTIUM FOR VINDENERGI

Samarbejde imellem de førende forskningsinstitutioner indenfor vindkraft i Danmark.

## VINDKRAFTNET

Højteknologisk netværk etableret i et samarbejde mellem Dansk Forskningskonsortium for Vindenergi og Vindmølleindustrien.

Megavinds organisation samt centrale netværk indenfor vindkraftforskning i Danmark.

---

# MEGAVIND

## STYREGRUPPE

### VALIDERING, AFPRØVNING OG DEMONSTRATION

Komponenter og mølledele (selvstændig projektgruppe ledet af DTU)

### FORSKNING

Vindmøller (arbejdsgruppe under Megavind)

Vindkraftværker i energisystemet (arbejdsgruppe under Megavind)

## SEKRETARIAT

Vindmølleindustrien

## DANSK SELSKAB FOR VINDENERGI

Faglig og videnskabelig forening for vindkraftsektoren i Danmark.

**MEGAVIND**

**Sekretariat Vindmølleindustrien**

Vester Voldgade 106

DK-1552 København V, Danmark

Tel: +45 3373 0330

Fax: +45 3373 0333

E-mail: [danish@windpower.org](mailto:danish@windpower.org)

[www.windpower.org/megavind](http://www.windpower.org/megavind)

Forsidebillede: Welcon