

Danske vindmøller til havs

AF FLEMMING PETERSEN OG JYTTE THORND AHL

Artiklen analyserer udviklingen af de danske havvindmøller i perioden 1991 til 2013. Analysen tager afsæt i forskning inden for vindmøllehistorie med reference til Thomas Hughes teknologiske systemer og M. Callons aktør-netværksteori. Som hovedaktørerne i netværket gennemgås forskellige regerings energipolitik, elforsyningen, statslige myndigheder, forskere i vindmølleteknologi, lokale og landsdækkende organisationer samt leverandører af teknologi og serviceydelser. Artiklen viser, at det i Danmark er lykkedes at opbygge et komplekst og velfungerende teknologisk netværk på havvindmølleområdet. En veludbygget vindmølleindustri, samt en grøn energipolitik med folkelig støtte har gået hånd i hånd med elforsyningens kommercielle interesser.

Teknologihistorisk forskning i vindmøller

Den første større udgivelse, der på internationalt basis samlede den hidtidige forskning inden for elproducerende vindmøller var E. W. Goldings "The Generation of Electricity by Wind Power" fra 1955. Netop i årene efter 2. Verdenskrig var der især i Europa stor interesse for vindmølleforskning. Det skyldtes frygten for, at man inden for en kort årrække ville have opbrugt jordens fossile brændstoffer, de stigende omkostninger ved elproduktion samt et politisk ønske om at være mere selvforsynende med energi. I løbet af 1960'erne svandt interessen for vindenergi med udsigten til billig elproduktion ved kernekraft samt nye fund af olie og naturgas. Men med energikrisen i 1973/74 og et øget ønske om selvforsyning og mere vedvarende energi kom der igen gang i arbejdet med forskning i vindmøller. Og bogen blev genoptrykt i 1976.

Samtidig startede en fabrikation af vindmøller flere steder i Europa og USA. Danmark deltog med en lang række mindre firmaer, som fabrikerede vindmøller til opsætning i Danmark og til eksport til Californien i begyndelsen af 1980'erne. Vindmøllefabrikation viste sig trods flere små fabrikkers lukning at være en succes i Danmark.

Den første historiske analyse af denne industriudvikling kom med Peter Karnøes doktorafhandling, der udkom i 1991 med titlen "Dansk vindmølleindustri". Peter Karnøes tese var, at den danske strategi inden for vindmøllefabrikation siden midten af 1970'erne var præget af en 'bottom-up' strategi, mens tyske og amerikanske vindmøllefirmaet havde benyttet en 'top-down' strategi. 'Bottom-up' strategien var kendetegnet ved et lokalt selvbygger- og entreprenørniveau, hvor der med forholdsvis få omkostninger byggedes mindre vindmøller ved hjælp af håndværkssnilde og erfaringer. Når vindmøllen viste sig egnet og kunne holde, udviklede og byggede man lidt efter lidt større modeller. Det skal ses i modsætning til 'Top-down' strategien,

Jytte Thorndahl, mag. art og museumsinspektør på Energimuseet siden 1987. Konstitueret museumsdirektør 2013-14. Forskning i elforsyningens historie i Danmark, især udbredelse af el i danske hjem samt studier i dansk vindmøllehistorie.

Flemming Petersen, cand.phil. i historie og museumsinspektør på Energimuseet siden 1985. Forskning i energiforsyningens historie, især med vægt på elektricitet, atomkraft, vindkraft og liberalisering.

hvor man udnytter forskningsbaseret viden om aerodynamik, flydesign og satser på at bygge storskalavindmøller.¹

Den tyske forsker i vindmøllernes udvikling og teknologihistorie, Matthias Heyman, understøttede og videreudviklede siden Peter Karnøes analyse af forskellige strategier i sin meget grundige afhandling, som blev trykt i 1995, "Die Geschichte der Windenerginutzung 1890-1990". Her analyserede han udviklingen af vindmøller i henholdsvis Tyskland, Danmark og USA. I en artikel i tidsskriftet "Technology and Culture" fra 1998 argumenterede Heyman for, at den noget overraskende succes i Danmark skyldtes en særlig teknologisk stil (technological style) som bestod af vidensmønstre og artefakter, der havde rødder i dansk vindmøllehistorie. Den danske teknologiske stil begyndte i 1890'erne med Poul la Cour og hans klapsejlere, som især blev brugt i landområderne og fortsatte ind i det 20. århundrede med Johannes Juul og hans Gedsermølle. Begge arbejdede med praktiske og alligevel innovative løsninger, og begge sikrede de relativt enkle, robuste og holdbare vindmøller.

Ifølge Matthias Heymann havde den amerikanske og tyske teknologiske stil rødder i det aerodynamiske vindmølle-design med smalle vinger, højt omdrejningstal og helt lette konstruktioner, som tog udgangspunkt i den østrigske ingeniør Ulrich Hütters arbejder under 2. Verdenskrig. Mens la Cour og Juul var mere eller mindre selv lærte inden for vindmølleområdet, havde Hütter studeret flydesign på tekniske universiteter i Wien og Stuttgart. Han blev også hidkaldt som konsulent ved designet af den første store amerikanske kæmpemølle Smith-Putnam, der blev rejst i begyndelsen af 1940'erne i Vermont, og som løb sig selv i stykker efter ganske kort drift.

Videnskabshistoriker Kristian Hvidtfeldt Nielsen analyserede i sit hovedfagsspeciale fra 1997 forskellen på dansk og amerikansk vindmølleteknologi med henholdsvis Gedsermøllen og Smith-Putnam-møllen som eksempler. Siden analyserede han i sin ph.d.-afhandling fra 2001 dansk vindmølleudvikling fra 1974 til 1999 ud fra en aktør- netværksanalyse, som gav en god redegørelse for de mange beslutningstagere, processer og forhold, der indgår i aktiviteter om danske vindmøller.²

Poul la Cours arbejde med vindmøller er grundigt behandlet i H. C. Hansens doktorafhandling fra 1985. Afhandlingen blev udgivet som bog i 1985. Her analyserede han Poul la Cours arbejde med vindmøller og hans betydning set ud fra datidens tekniske, samfundspolitiske og videnskabshistoriske forhold. Den tidlige danske vindmølleforskning fra Poul la Cour til og med Johannes Juul blev analyseret af museumsinspektør Jytte Thorndahl i en artikel i det svenske tidsskrift for teknologihistorie, "POLHEM", i 1996 samt i bogen "Gedsermøllen - den første moderne vindmølle" fra 2005.

I flere analyser af den nyere vindmøllehistorie lægges der stor vægt på den danske regerings støtte til forskning i vindmøller, økonomiske subsidier, opførelse af Prøvestationen for mindre vindmøller på Risø, en stærk forening af vindmølleejere, græsrodsbevægelser, som var markant i Danmark.³ De ideologiske strømninger i den tid, som udbygningen af vindmøllefabrikationen foregik i, var også af stor betydning. Det påviste den hollandske fysiker og samfundsforsker Rinie van Est i sin afhandling, der udkom som bog i 1999, "Winds of Change". Her sammenlignede han forholdene i Californien og Danmark og analyserede forskelle i udviklingen de to steder ud fra politiske forhold sammenholdt med teknologisk innovation. Est skelnede mellem innovative netværk og ideologisk koalition. Hans analyse viste, at Danmark i perioden fra 1974-1984 var kendetegnet ved såvel en *Fleksibel innovation* (fleksibel støtte fra regering til forskning og udvikling til vindmølleudvikling) som en *Fællesskabs innovation* (lokal håndværkertradition og fælles initiativer) på vindmølleområdet. De forskellige innovationsretninger var altid indkapslet i en ideologisk koalition. Op til midten af 1980'erne var der to fremherskende modstridende ideologier. Det etablerede politiske systems ideologi var præget af en balance med fastholdelse af den

socialliberale velfærdsstat samt ønsket om høj økonomisk vækst. Denne ideologi var på en række punkter i modsætning til en ganske udbredt græsrodsideologi, der ønskede en udvikling præget af fællesskab, og som var baseret på ideer om økologi, bæredygtighed og vedvarende energi. Bag den ideologi stod landsdækkende græsrodsorganisationer og lokale demokratiske grupper, der ønskede en begrænset vækst.

Denne artikel vil bidrage til at vise, at de to ideologiske retninger i 1990'erne smeltede sammen, og at de to innovationsnetværk begyndte at lære af hinanden. Nu blev økonomisk vækst og bæredygtighed i energipolitik og erhvervsstrategi ikke betragtet som hinandens modsætninger.

Senere analyser af Danmarks vindmølleinnovation fremhævede de samme ting om den specielle udvikling af vindmølleindustrien. Linda Kamp⁴ så f. eks. på forskellige læringsprocesser og fremhævede, hvordan aktørerne vedrørende udviklingen af de store vindmøller i Danmark på mange forskellige måder lærte at komme videre i udviklingen i et stort og komplekst netværk. Her lærte man ikke kun gennem forskning, men også gennem hyppig interaktion med brugerne samt af de producenter, der byggede små vindmøller. Man lærte meget gennem Trial and Error og tommelfingerregler. Desuden var der et stærkt hjemmemarked, en stærk organisation af vindmølleejere, månedlige statistikker om enkelte møllers produktion samt en Prøvestation for vindmøller på Risø, hvor ingeniørerne begyndte at arbejde for forbedringer af industriens vindmøller frem for at satse på at udvikle deres egne teknisk set mest effektive vindmøller.

De hidtidige analyser af danske vindmøller har været meget fokuseret på den tidlige innovative udvikling, og der har ikke været megen fokus på det store gennembrud for vindkraften i dansk elforsyning, som først skete i 1990'erne, samt de ændringer, som den danske elforsyning har undergået med elforsyningens liberalisering i 1990'erne. Der er netop siden 1995 sket en række ændringer inden for dansk energipolitik, som ikke er blevet inddraget i den nyeste historie om vindmølleopstilling i Danmark. Flemming Petersen, Energimuseet har i en årrække beskæftiget sig med den danske elforsynings liberalisering samt forholdet mellem elforsyning og politik.⁵ Mogens Rüdiger, Aalborg Universitet har ligeledes i sin doktorafhandling beskæftiget sig med dansk energipolitik.⁶

Teoretiske og metodiske valg: aktør og netværk

Et af de store teoretiske hovedværker inden for den teknologihistoriske forståelse af energisystemer er Thomas P. Hughes, der i sin bog "Networks of Powers" fra 1983 analyserede elforsyningens udvikling i USA, Tyskland og England ud fra et systemperspektiv. Her forstås et energisystem som et stort teknisk system, der efter en tid opnår momentum og påvirker andre strukturer. Hughes's teknologiske system kan til en vis grad bruges til at forstå elsektoren og dermed også havvindmølleparkerne i det danske elsystem. Der indgår også en lang række aktører og mindre netværk i hans system. Men en mere dynamisk forståelse kan opnås, hvis man bruger en langt mere udviklet forståelse af aktører og netværk, som bl.a. formuleret af Callon.⁷ Hans begreber kan bruges til en bedre forståelse af, hvordan samfund og teknologi interagerer. Det vil således i en analyse dreje sig om at identificere aktørerne og aktanterne (de ikke menneskelige aktører) i de forskellige netværk og undersøge, hvordan de interagerer, forhandler om at nå til enighed og følger et fælles mål. Det er i høj grad Callons forståelse af aktører og netværk, som har været inspirationen i denne artikel til at se og forstå, det sammenfiltrede netværk af aktører, som har bidraget til havvindmøllerne i de danske farvande.

I denne artikel skal de mange aktører i netværket identificeres for, at man kan opnå den fulde forståelse af det teknologiske system og dets samspil med det danske samfund. De politiske beslutninger har været afgørende for etableringen af de danske havvindmøller. Ejer kredsen til

vindmøllerne er også væsentlig, da de skaffer kapital til undersøgelser, etablering og opsætning og siden drift af selve parken. Den danske stat har støttet elproduktionen på havet med en fast afregningspris i en årrække, så investorerne kunne se, at projektet ville hænge sammen økonomisk. Desuden kræver en sådan udvikling, at der skal være vindmøller af passende størrelse, design og robusthed på markedet. Her havde danske vindmøllefabrikanter et forspring, da de første vindmølleparker til havs i 1991 og 1995 skulle etableres. Bl.a. fordi de havde deltaget i opsætningen af en række store forsøgsvindmøller på land.

De vigtigste aktører i det netværk, der har drevet udviklingen af havvindmøller frem, er vindmølleproducenter og elselskaber. Undervejs er leverandører af udstyr og serviceydelser til opsætning af møllerne også kommet til at spille en væsentlig rolle. Forskning og myndighedsbehandling har også været to vigtige forhold for udviklingen af havvindmølleparker.

Artiklen vil anskueliggøre, at udviklingen, som med møllehistorien frem til midten af 1990'erne, ikke kan beskrives med en bottom-up strategi (som fx hos Karnøe), fordi de vigtigste aktører i havvindmøllehistorien har været store veldrevne virksomheder, og fordi man hurtig valgte at gå fra små vindmølleparker til store med ydeevne som et helt kraftværks.

Den holdning, som befolkningen (herunder især lokalbefolkningen) og landsdækkende natur- og miljøorganisationer har haft til havvindmøller, og som er kommet til udtryk i pressen, har også været med til at sætte rammen for havvindmøllernes succes. Ideologisk har udviklingen og dermed aktørerne været præget af såvel en vækst- som bæredygtighedsstrategi. Politisk har man ønsket en grønnere elproduktion går hånd i hånd med en vækststrategi, hvor danske producenter af vindmøller og især DongEnergy har kunnet profitere af en sådan udvikling. Elselskaberne har kastet deres tidligere modstand mod vindkraft over bord, idet de opsatte rammevilkår, som liberaliseringen af energiforsyningen medførte, har befordret, at havvindmøller er blevet et profitabelt forretningsområde.

Artiklen her vil vise, hvordan udviklingen med havvindmøllerne er gået frem til i dag. Baggrunden for den position dansk vindmølleindustri har i dag, og den rolle som Vestas, Siemens Windpower og store energiselskaber som fx DongEnergy spiller på det europæiske energimarked, hænger sammen med en historie, som har været præget af gode støtteordninger, en aktiv miljø- og energipolitik og en lang tradition for at udnytte vind til elproduktion. Den danske succes med havvindmøller hænger således tæt sammen med den succes vindmøllerne generelt har haft i Danmark. Den danske vindmøllehistorie tager sin begyndelse i 1891, i hvert fald den der har med elproduktion at gøre. 100 år senere lanceres så havvindmøllen, netop på det tidspunkt, hvor vindmøllen som sådan får en betydende rolle i dansk elforsyning. Udviklingen siden har været præget af, at vindmøllerne stadig er blevet større og større.

Selv om der internationalt først nu er ved at komme gang i opsætningen af havvindmøller, og der stadig vil forekomme udvikling på det tekniske og logistiske område, så synes det som om, at man med rette kan tale om, at der på nuværende er udviklet et havvindmølle-koncept. At bygge havvindmølleparker har udviklet sig til en selvstændig og relativt kompleks teknologi, der bygger på mange aktørers samspil. Dog simpel i forhold til opbygningen af termiske kraftværker, som giver betydelig flere udfordringer for ingeniørerne. Havvindmøllerne ligner på mange måder landmøllerne, men når der opsættes havvindmøller, så opsættes de som parker, der samlet set svarer til store centrale kraftværker i kapacitet. Det betyder, at disse parker skal indpasses på en helt anden måde i nettet end få landmøller. De skal have deres egen fælles transformerstation, der skal nedlægges søkabler osv. Dertil kommer selve opsætningen af havvindmøller, som kræver et helt specielt set up med havneanlæg, skibe, kraner, mandskabstransport, nedspuling af kabler, bygning af fundamenter osv. Udviklingen af havvindmølleparker er således en ny teknologi, der sammenfatter den erfaring der gennem år er gjort i såvel offshorebranchen, vindmøllebranchen som kraftværksbranchen. Samspillet mellem de enkelte dele er afgørende på samme måde som i Hughes

tekniske systemer, men også samspillet mellem de direkte involverede partner i konstruktionen og driften, og disse aktører interaktion med det omgivne samfund. De direkte involverede partner i opbygningen af dette system har i fællesskab eller enkeltvis formået at overvinde de svagheder, der er opstået undervejs. Hughes system begrænser mulighederne for at vise, hvordan fx det politiske system indvirker på et teknisk system, derfor har vi kombineret Hughes med Callon og Est.

Havvindmøller i dag

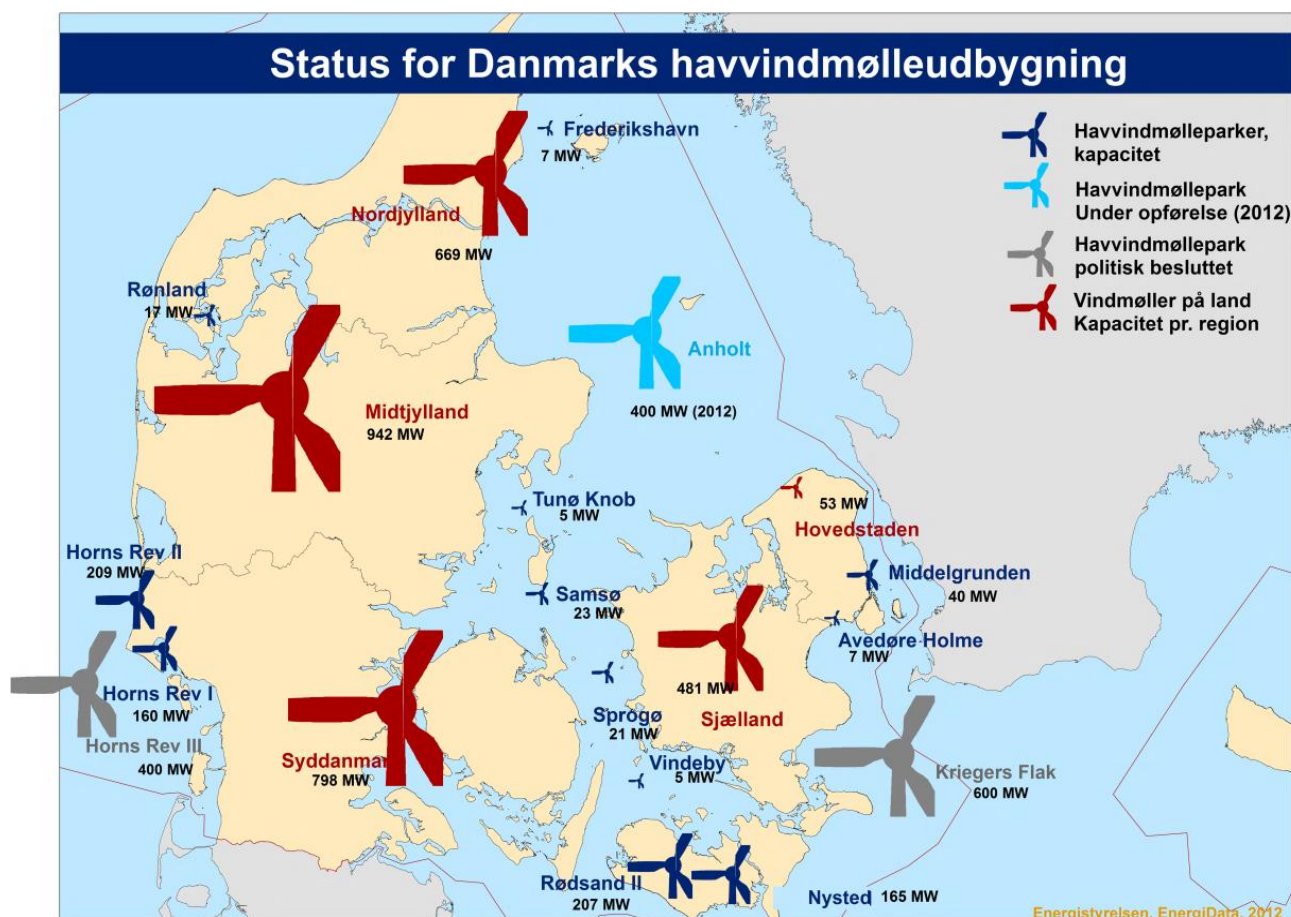
Indtil sommeren 2013 er der opført og idriftsat følgende havvindmølleparker i Danmark:

1. Vindeby (1991) 11 møller, 5 MW
2. Tunø Knob (1995) 10 møller, 5 MW
3. Middelgrunden (2000) 20 møller, 40 MW
4. Horns Rev I (2002) 80 møller, 160 MW
5. Rønland (2003) 8 møller, 17 MW
6. Nysted (2003) 72 møller, 165 MW (også kaldet Rødsand 1)
7. Samsø (2003) 10 møller, 23 MW
8. Frederikshavn (2003) 3 møller, 7 MW
9. Horns Rev II (2009) 91 møller, 209 MW
10. Avedøre Holme (2009/10) 3 møller, 11 MW
11. Sprogø (2009) 7 møller, 21 MW
12. Rødsand II (2010) 90 møller, 207 MW (også kaldet Nysted 2)
13. Anholt (2013), 400 MW
14. Frederikshavn 6 forsøgsmøller, 7 MW

Den samlede installerede kapacitet er således oppe på omkring 1200 MW, hvilket på en typisk hverdag, hvor det danske elforbruget er højere end på fri- og helligdage, udgør mere end 30%. For at udnytte den samlede kapacitet på havvindmøllerne kræves der dog en vindhastighed på minimum 15 sekundmeter.

Ud over disse 14 havvindmølle anlæg har danske selskaber som DongEnergy, Vestas, Siemens Windpower, Bladt Industries, A2Sea m.fl. deltaget i eller haft ansvaret for bygningen af havvindmølleparker i udlandet. De udenlandske havvindmølleparker med dansk deltagelse har samlet set en større kapacitet end de ovenfor nævnte.

I Klimakommissionens rapport fra 2010 beskrives, hvordan Danmark i 2050 kan have en energiforsyning, der ikke længere anvender fossile brændsler, men udelukkende er baseret på vedvarende energikilder.⁸ Af de vedvarende energikilder, som Danmark, skal gøre brug af, er der de største forhåbninger til vindkraften og ikke mindst til vindmøller til havs. Havvindmøllerne alene vil kunne dække det danske energiforbrug i 2050 ca. 2 gange. Videnskabsfolkene bag rapporten regner dog ikke med, at der skal etableres en enstrengt energiforsyning kun baseret på havvindmøller. Der skal også satses på solenergi og biobrændsler. Under alle omstændigheder er det dog højst sandsynligt, at havvindmøllerne bliver de nye stærke trækheste i den danske energiforsyning, som kulkraftværkerne har været det i en årrække. Dermed bliver el, som i mange år har været problembarnet i energiforsyningen pga. miljøbelastningen fra afbrænding af kul, løsningen inden for både transport, opvarmning og elforbrug. Idet el i fremtiden i højere grad skal anvendes til transport og opvarmning.

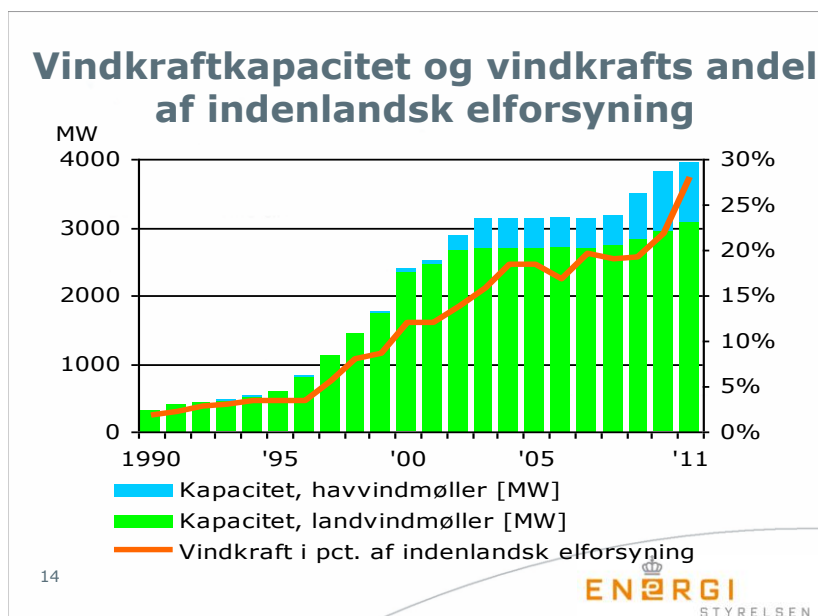


Kilde: Energistyrelsen 2012.

Klimakommissionens rapport blev inspiration for de forhandlinger, der i 2011 blev indledt om et nyt energiforlig. I energiforliget, der blev indgået i marts 2012 af stort set samtlige partier i folketinget, er det besluttet, at udbygningen med vindkraft på havet frem mod 2020 øges med 1.000 MW havmøller og 500 MW kystnære havmøller. En kraftig udbygning, der dog skal skaleres noget op i perioden fra 2020 til 2050, hvis Klimakommissionens mål skal nås.

Selv om der er en kraftig fremvækst i havvindmøller, så spiller de i 2012 kun en mindre rolle i den samlede energiforsyning. Idet de for det første kun udgør en mindre del af vindkraftens andel, som igen kun bidrager med ca. 30% af elproduktionen, som igen kun udgør ca. 33% af den samlede energiforbrug.

Havvindmøllerne er trods denne relative begrænsede rolle inde i en rivende udvikling og vil som ovenfor nævnt nok få stor betydning de kommende år både for energiforsyningen, men også for dansk industri og økonomi.



Af denne figur fremgår det tydeligt, at selv om der er en kraftig fremvækst i antal havvindmøller og deres ydeevne, så spiller de i 2012 kun en mindre rolle i den samlede energiforsyning. Idet de kun udgør en mindre del af vindkraften, som igen kun bidrager med omkring 30% af elproduktionen, som igen kun udgør ca. 33% af det samlede energiforbrug. Kilde: Energistyrelsen 2012.

Vindmøllers størrelse er gennem de sidste 25 år vokset med en jævn og stabil hastighed. Få ville for bare 10 år siden have forestillet sig kommercielle møller på 2-3 MW og derover, som kendetegner vindmøllemarkedet i dag. Alene over fire år har udviklingen medført, at vindmøllernes størrelse i effekt er fordoblet. Såfremt den udvikling fortsætter, vil de største prototyper allerede i 2015 være omkring 30 MW. Der synes dog at være en vis tøven i vindmøllebranchen i forhold til den fortsatte vækst af vindmøllernes størrelse. Specielt har tekniske udfordringer med henblik på at opnå en større pålidelighed vist sig at være mere kritiske end forudset.

Internationalt er opsætningen af havvindmøller først nu ved at komme i gang. Indtil videre har der været et langt større marked for opstilling af vindmøller på land end til havs, og sådan vil det også være fremover.⁹

Ved opstilling på havet er der relativt begrænsede fordele ved at gøre møllerne højere i forhold til vindhastighedsprofilen. Der er andre teknologiske muligheder for større energiudbytte per mølle ved f.eks. at øge generatorstørrelse og omdrejningshastighed i stedet for rotordiameteren.¹⁰ Samlet set taler en række forhold således for, at der ikke vil ske en fortsat forøgelse af størrelsen på vindmøllerne, som det er set over de seneste år. På den baggrund synes det mest realistisk at antage, at de største vindmøller i 2015-2025 vil være 5-15 MW med vingediameter på 125-200 meter og med navhøjder på 100 til 150 meter.

Energipolitikken som "driver"

I 1970'erne og 1980'erne var der fra politisk hold et ønske om, at elværkerne bidrog til at undersøge mulighederne for vindkraft. Det betød etableringen af nogle store møller som fx Nibemøllerne, Tjæreborgmøllen og etablering af vindmølleparker på land med nye typer af vindmøller fra danske fabrikker. Det skete bl.a. som resultat af en aftale, som blev indgået mellem Energiministeriet og

Elkraft, Elsam og Danske elværkers Forening i 1985. I følge 1985-aftalen skulle elværkerne inden 1990 bygge 100 MW vindmøller fordelt med 45 MW til de sjællandske elselskaber og 55 MW til de jyske og fynske. Uden om regeringen var der et grønt flertal bestående af Det Radikale Venstre, Socialdemokratiet, SF og VS. Der blev således i denne periode ført en grønnere politik, end regeringen lagde op til.

Øst for Storebælt nedsatte elselskaberne et vindmølleudvalg, der skulle koordinere opsætningen af deres 45 MW vindmøller. I spidsen for udvalget sad civilingeniør Frank A. Olsen. Det viste sig snart vanskeligt at få placeret et tilstrækkeligt antal møller, så man kunne leve op til de 45 MW. Elkraft henvendte sig derfor i 1987 til Energiministeriet med et ønske om at opstille en vindmøllepark ud for en østvendt kyst. Århus amt, hvor det også kneb med at finde egnede placeringer til landmøller, fik også udformet en rapport, som beskrev tre mulige havplacerede vindmølleparker - den ene ved Skødshoved Flak.¹¹

I 1988 besluttede Elkraft således i forlængelse af 1985-aftalen og på baggrund af et oplæg fra Frank A. Olsen, at der skulle udfærdiges et skitseforslag til en havplaceret møllepark ud for Vindeby på Lolland.¹² Et halv år senere gik projektet i gang, og i oktober 1991 blev verdens første havvindmøllepark indviet af energiminister Anne Birgitte Lundholt.¹³ Ideen med en havvindmøllepark var ikke pludselig faldet ned fra himlen, men havde været undervejs i nogle år. I USA, England og Sverige havde man således i perioden 1978-1980 på forskellig vis foretaget undersøgelser af muligheden for at sætte vindmøller op på havet,¹⁴ og i 1983 kom den første danske rapport om mulighederne for at bygge offshore vindmølleparker.¹⁵ Bag rapporten stod medarbejdere i Elsams kraftværksafdeling med assistance fra Monberg & Thorsen A/S. Gruppen havde fået til opgave at undersøge de tekniske og økonomiske forhold i forbindelse med placering af offshore-vindkraftanlæg i de danske farvande. Projektet var iværksat under Energiministeriets og Elværkernes Vindkraftprogram, der startede i 1977 med forskellige undersøgelser, som havde til formål at belyse vindkraftens muligheder som et supplement i den danske elforsyning. Det daværende Finansudvalg havde i december 1976 vedtaget, at 11,2 millioner kroner af de i alt 50 millioner kroner, som var blevet afsat til udvidet energiforskning og -udvikling, skulle bruges til et udviklingsprojekt for større vindkraftanlæg. Elværkerne supplerede med yderlige 3 millioner kroner til dette arbejde.¹⁶ Den første rapport om havplacerede vindmøller inspirerede til nogle af de valgte tekniske løsninger, men herfra og til den endelige færdiggørelse var der lang vej med mange nye tekniske løsninger på såvel indretning som opførelse. Gennemførelsen af projektet må betegnes som et pionerarbejde. Ikke mindst med hensyn til fundamenternes udformning og monteringen af vindmøllerne. I Sverige havde man et år tidligere opsat verdens første havmølle, som var på 220 kW. Ved Vindeby blev der opsat 11 møller på hver 450 kW.

Energihandlingsplanen Energi 2000 fra 1990 var et nybrud i dansk energipolitik, som siden 1973 primært havde handlet om etablering af en flerstrengt energiforsyning. Energi 2000 var den danske regerings opfølgning af anbefalingerne i Brundtlandrapporten. Det overordnede mål i Energi 2000 var, at den danske energisektors udledning af kuldioxid (CO²) i år 2005 skulle reduceres med 20% i forhold til niveauet i 1988. Det betød pålæg til elsektoren om 1) i et vist omfang at skulle erstatte kullene med andre brændsler, og 2) etablering af en lang række decentrale kraftvarmeværker, der som brændsel skulle benytte naturgas, affald, biogas og flis og 3) at investere i vindmøller og på et tidspunkt også i havvindmøller. Effektmæssigt var vindmøllerne det mindst betydningsfulde i denne sammenhæng.

Elværkerne var ikke glade for Energi 2000, og samtidig med deres kritik af planen ytrede de oftere og oftere, at det var umuligt at leve op til 1985-aftalen, fordi der ikke kunne findes plads til flere møller på land, især fordi kommunerne ikke ville give de nødvendige tilladelser.¹⁷

I 1991 blev Elsam og Poul Nielson, Socialdemokratiet uden regeringens deltagelse enige om en fælleserklæring, hvor der blev åbnet en politisk bane for, at elværkerne kunne få lov til at bygge

to nye kraftværker - et med gas og et andet med kul som brændsel. Samtidig forpligtigede Elsam sig til at bygge en havvindmøllepark med samme kapacitet som parken ved Vindeby.¹⁸ Først i 1994 besluttede Elsam at sætte gang i bygningen af mølleparken ved Tunø knob øst for Århus. Vindeby i 1991 og Tunø Knob 1994 var således et resultat af 1985-aftalen.

Da Svend Auken blev miljø- og energiminister i 1994 blev mange af de problemer, der havde været med myndighedsbehandling, ryddet af vejen. Der skete derefter et boom i bygningen af møller på land, de fleste møller blev bygget af private,¹⁹ som med de tilgængelige støtteordninger fik en meget fordelagtig forrentning af investerede midler. På grund af de mange vindmøller kom der flere og flere klager over larm fra naboer til vindmøller og over den visuelle forurening af det danske landskab.

Miljø- og energiminister Svend Auken fremlagde i 1996 afløseren til Energi 2000, nemlig Energi 21. I endnu højere grad end tidligere skulle den danske elproduktion klares med el fra vindkraft. Det fremgår også af Energi 21, at de stadig større møller, der kom på markedet, ville gøre det endnu sværere at finde egnede landplaceringer. Så derfor ville det med de gode erfaringer fra de første havvindmølleparker være realistisk med en større satsning på havvindmøller på den anden side af 2005. Målet var således, at der i 2030 skulle være installeret 4000 MW på havet. Efterfølgende fulgte der krav fra energiministeren om, at elværkerne skulle opsætte vindmøller med en kapacitet på mindst 200 MW inden år 2000.²⁰



Svend Auken spillede som minister i 1990'erne en vigtig rolle for havvindmølleparkerne. Foto: Energimuseet.

Samtidig med fremlæggelsen af Energi 21 blev elselskaberne anmodet om at nedsætte et udvalg, der skulle udarbejde en handlingsplan for udbygning med havbaseret vindkraft. Planen og en rapport, som forelå i 1997, blev et væsentligt grundlag for den videre udbygning af havvindmølleparker i Danmark.²¹ For det første blev det konstateret, at målet på 4000 MW, som foreslået i Energi 21, var realistisk, og at det teknisk set kunne lade sig gøre at indplacere store havvindmølleparker i den danske elforsyningsstruktur, selvom der også var en del problemer, der skulle findes løsninger på. For det andet slog rapporten fast, at økonomien i kommende parker ville blive endnu bedre end i de allerede to eksisterende pga. overgangen til en ny type fundament og til større møller. Rapporten anbefalede, at næste skridt skulle blive bygningen af et par store demonstrationsparker, hvor kapaciteten skulle op på størrelse med et kraftværk. Ideen med at tage et skridt fra 5 MW til ca. 160 MW var både, fordi man skønnede, at de miljømæssige belastninger ville være forholdsvis mindre ved store anlæg, at det ville være billigere end mange små anlæg, og at det ville være væsentligt at få afprøvet og udviklet den teknologi og logistik, der skal til, når der

bygges store parker. Rapporten udpegede også en række placeringer for nye havvindmølleparker, bl.a. Horns Rev og Rødsand.

Kun en måned efter, at rapporten havde set dagens lys, modtog Elsam, Elkraft og DEF et brev fra Svend Auken, hvor han anmodede om, at myndigheder og elsektor i fællesskab skabte rammerne for de kommende havvindmølleparker.²² I september tiltræder Elsam, at de vil bygge verdens største havvindmøllepark på 160 MW ved enten Horns rev eller syd for Læsø.²³ Efter en justering af elforsyningloven februar 1998 pålægger Svend Auken den 13. februar Elsam og Elkraft at opføre 5 demonstrationsanlæg af hver ca. 150 MW.²⁴ Her indgår anlægget ved Horns Rev. Det pålæg, som førte til Horns Rev 1 og nogle år senere til Nysted 1, var af afgørende betydning for, at Danmark bragte sig i spidsen på dette område. Både fordi man med Horns rev 1 og Nysted fik gjort helt nye og nødvendige erfaringer med etablering og drift, samt fik lavet procedurer for, hvordan myndighederne kunne godkende en park til realisering. Horns Rev 1 og Nysted tog flere år at få gennem godkendelsesproceduren. Da man skulle i gang med de næste etaper af udbygningen med havvindmøller, havde elselskaber, leverandører og myndigheder i fællesskab udviklet et såkaldt "one stop shop" koncept, som går ud på, at bygherren kun skal henvende sig til et sted, nemlig til Energistyrelsen, som så sørger for at få godkendelsen på plads med inddragelse af alle de nødvendige myndigheder. En myndighedsbehandling, som også er "solgt" til udlandet, fordi det har vist sig altafgørende for at få selskaber til at byde ind på projekter med havvindmølleparker. Myndighedsbehandlingen er kompleks, idet den både omfatter hensyn til trafik, militær, sikkerhed, fiskeri og miljø.

Tilbage i 1996 var der vedtaget en ny ellov, som på sigt kom til at sætte rammerne for al elproduktion og dermed også for den havbaserede. Loven introducerer liberaliseringen af dansk elforsyning. Svend Auken vurderede, at liberaliseringen var uundgåelig, og før EU fastsatte regler, fik han gennemført denne lov, som sørgede for, at den vedvarende energi blev beskyttet, selvom der nu blev lagt op til et frit marked for elektricitet. Den vedvarende energiproduktion blev udpeget som et område, der kunne få PSO støtte. På elområdet blev netvirksomhederne (ejere af nettet) og et nyoprettet og statsligt elselskab med systemansvar pålagt en række forpligtigelser, det såkaldte PSO (public service obligations). Det var eksempelvis sikring af forsyningssikkerhed, udbetaling af pristillæg til miljøvenlig elektricitet samt forskning og udvikling i miljøvenlige elproduktionsteknologier. Samtidig blev det sådan, at Auken fik indført begrebet prioriteret elektricitet. Det vil sige, at strøm fra vindmøller og decentrale kraftvarmeværker gik forud for strøm fra kulraftværker.

I 1999 blev loven justeret gennem en elreform, der primært beskæftigede sig med ejerskabet til sektoren. En detalje her blev også, at elselskabernes produktionsanlæg kunne bygges med private investorer.

Efter, at Fogh Rasmussen regeringen kom til i 2001, blev der i realiteten sat en stopper for udbygningen med vindmøller, også på havet. Regeringen udtrykte med forskellige tiltag og udmeldinger mistillid til Aukens energipolitik, og til at klimaforandringer skulle begrunde en satsning på vedvarende energi. I marts 2004 indgik organisationen ELFOR på vegne af alle elselskaber i Danmark en aftale med staten, der blev vedtaget af alle partier i Folketinget på nær Enhedslisten. Aftalen drejede sig primært om en justering af den liberalisering af elforsyningen, som Auken havde fået gennemført. Den betød, at kommunerne og andelshaverne fik råderet over den egenkapital, der lå i de selskaber, som de ejede. Der var tale om et beløb på ca. 20 mia. kr. plus ca. 14 mia. kr. for NESAs. Til gengæld overgav elselskaberne vederlagsfrit deres ejerandele i Eltra, Elkraft System og Elkraft Transmission til staten, der oprettede selskabet Energinet.dk.²⁵ Aftalen var hverken Aukens eller resten af venstrefløjens livret, og derfor fik de som en slags kompensation med i aftalen, at der skulle gennemføres et udbud på 2 nye havmølleparker på hver 200 MW. Der blev sigtet mod en placering ved Horns Rev og ved Omø Stålgrunde (det blev efterfølgende

besluttet at placere den anden havvindmøllepark ved Rødsand). Det blev skønnet, at de 2 nye parker kunne forsyne 350.000-400.000 husstande med elektricitet, svarende til ca. 7 % af det samlede elforbrug.

Aftalen var således ikke udtryk for et holdningsskifte i regeringen. Det skete først januar 2007, da Fogh Rasmussens VK-regering fremlagde et nyt energipolitisk udspil, som var et fundamentalt skifte i forhold til den hidtil førte politik vedrørende vedvarende energi. Det centrale mål blev nu igen, at Danmark på sigt skulle frigøre sig fra fossile brændsler. I 2025 skulle den vedvarende energi fordobles, så den kom til at udgøre mindst 30 pct. af det danske energiforbrug, og dette mål kunne der skrues op for, hvis viden og teknologi åbnede nye muligheder. Med de forskellige energiforlig, der fulgte, blev der opstillet mål for omfanget af fx havvindmølleparkers bidrag til den danske energiforsyning. Det betød, at Energistyrelsen ikke længere pålagde elselskaberne at bygge fx havvindmølleparker. Nu blev de udbudt med en bestemt sikret pris på en kilowatttime i en årrække. Disse vilkår blev så fordelagtige, at i hvert fald DongEnergy så det som en god forretning at bygge havvindmølleparker. I årene 2009-13 synes det også som om, at eksterne partnere som fx pensionskasserne betragter vilkårene så fordelagtige, at det vil give et fornuftigt afkast at investere i fremtidens havvindmølleparker. I øvrigt er der tilsvarende vilkår for havvindmøller en del andre steder i Europa. Da fx Storbritannien i 2009 valgte at satse på udbygning med havbaseret vindkraft, der tilbød de nationale myndigheder her en pris for hver kilowatttime, som var dobbelt så høj, som den man fik ved at bygge møller på land.²⁶ DongEnergy, som på det tidspunkt havde god erfaring med både danske og britiske havmøller satsede stort, bød og fik flere kontrakter i hus på en gang.

Økonomisk og politisk er der sket et skift i de forhold, som har drevet havvindmøllerne frem. I perioden 1990 til 2004 var havvindmøllerne en del af en elsektor, der fungerede på princippet "hvile i sig selv". Trods dette princip, så var det en målsætning hos elselskaberne, at strømmen skulle fremstilles så billigt som mulig. Af den grund var vindmøller langt hen ad vejen ikke elværkernes livret, idet det var meget billigere at fremstille el med kul end med vind. De skiftende regeringer ønskede dog på trods af det forhold, at der skulle ske en udbygning med vindkraft. Dette ønske var begrundet i en energipolitik, der både skulle sikre en flerstrengt forsyningsstruktur og som skulle bidrage til, at det samlede udslip af CO² fra fossile brændsler blev reduceret. Selv om de aftaler, der blev indgået mellem regeringen/folketinget og elsektoren på overfladen så ud som frivillige aftaler, var der langt hen ad vejen tale om pålæg. Elsektoren udtrykte med jævne mellemrum i egne medier og pressen deres modstand mod vindmøllerne. Liberaliseringen af elsektoren, der begyndte i 1996 og var fuldt implementeret i 2004, gjorde, at vindkraften og dermed havvindmøllerne fra at være blevet indført med pisk, nu blev indført med gulerod. Kritikere har hævdet, at guleroden har været for lækker, dvs. at den garanterede pris elselskaberne har fået for strøm fra havvindmølleparker har været for høj. Elselskaberne selv mener, at først de sidst opførte havvindmølleparker har givet en pris, så det reelt kan svare sig.²⁷ Sammenlignet med udlandet, især Storbritannien, må man også sige, at det i en årrække har været en bedre forretning at opføre havvindmøller i udlandet end i Danmark.

Skal der nævnes en politiker, som har gjort en forskel, så må Svend Auken nævnes. Han sørgede først for, at der blev lavet det nødvendige udredningsarbejde i 1996-97, og dernæst pressede han elselskaberne til at bygge Horns Rev 1 og Nysted havvindmølleparker. Erfaringerne herfra blev afgørende for, at Danmark blev førende på dette område.

Elselskaberne

Ud over politikerne på Christiansborg har elselskaber, myndigheder, forskningen og leverandører af møller, kabler, fundamenter og serviceydelser spillet en vigtig rolle for udviklingen af havvindmøller.

En væsentlig forskel i udviklingen af havvindmølleparker og landmøller er, at udviklingen af landmøller i en lang periode i høj grad var præget af græsrodsorganisationer og små og mindre entreprenører, mens det ikke gælder for havvindmøller. Det er almindelig accepteret blandt teknologihistorikere, at udviklingen af landmøller kan beskrives med en bottom up strategi.²⁸ Den forklaringsmodel gælder dog ikke for havvindmølleparkerne, som er blevet drevet frem af store danske elselskaber og store veletablerede møllevirksomheder, som især Siemens og Vestas. Godt nok er man begyndt med små havvindmølleparker på 5 MW i begyndelsen af 1990'erne, men hurtigt skiftede man kurs til bygningen af betydeligt større parker. Det er bredt accepteret blandt eksperter i såvel elselskaber, mølleselskaber og myndigheder, at det var af afgørende betydning for udviklingen af havvindmøller, at man i 1997 anbefalede, at det næste step i udviklingen, ikke var en langsom opskalering, men i et huk at gå fra 5 MW til ca. 160 MW.

Indtil 2005 var elsektoren i Danmark primært baseret på en forbrugerejet struktur. Forbrugerne ejede elsektoren gennem deres lokale forsyningsselskab, som stod som leverandør af elektricitet. Nogle selskaber var således andelsselskaber med forbrugerne som andelshavere, mens andre var kommunale med borgerne som de indirekte ejere. Forsyningsselskaberne ejede regionalvis produktionsselskaber, som også havde højspændingsforsyning under sig. Produktionsselskaberne ejede igen landsdelsselskaber som Elsam og Elkraft. Disse to selskaber stod for styringen af den samlede elproduktion, for udenlandsforbindelserne og for den overordnede planlægning og udbygning af elproduktionen. Fra oliekrisis og atomkraftdebattens begyndelse i begyndelsen af 1970'erne og fremad blev disse to selskaber også i højere og højere grad ordførende for den samlede elsektor.

Disse to selskaber havde ikke en udpræget positiv holdning til vindmøller, og den blev udtrykt i både pressen og i forhandlinger med politikere og centrale energimyndigheder. Alligevel udførte disse selskaber og de underliggende produktionsselskaber loyalt de opgaver med vedvarende energi, som blev pålagt fra politisk hold. De var således med, da der fra slutningen af 1970'erne kom gang i vindkraften i Danmark. De energiplaner, der blev udarbejdet fra politisk hold, indeholdt, at der skulle gøres forsøg med vindkraft for at undersøge, hvordan den mest optimale vindmølle kunne udformes. Elselskaberne deltog med opgaver, som retrospektivt er blevet vurderet at have spillet en betydende rolle for udviklingen af det danske vindmøllekoncept. Nibemøllerne fra 1979, som elværkerne byggede, indgik således i det tekniske og økonomiske grundlag for de første beregninger, der blev lavet over vindmøller på havet i 1981.²⁹ I 1985 fik elværkerne, som tidligere nævnt, pålæg om at opføre et antal vindmølleparker med en samlet kapacitet på ca. 100 MW. Samtidig med disse vindmølleparker opførte Elsam/Vestkraft Tjæreborgmøllen i 1988, mens Elkraft opførte fem større møller ved Masnedøværket. Hos Elkraft dannede man en afdeling for vindkraft, mens samtlige elselskaber øst for Storebælt nedsatte et Vindkraftudvalg. Civilingeniør Frank A. Olsen blev sat i spidsen for både det ene og det andet.³⁰ Kort tid efter fik han overbevist Elkrafts ledelse om, at det ville være fornuftigt at afprøve vindkraft på havet. Det blev til verdens første havvindmøllepark, der blev idriftsat 1991.

Hos Elsam havde bestyrelsen i 1988 en debat om vind, herunder selskabets aktive deltagelse i den havbaserede elproduktion samt decentrale kraftvarmeværker. I referatet kan man bl.a. læse:³¹

Bestyrelsen har ikke stor tiltro til vind og decentral kraftvarme. Der bruges milliarder på økonomisk usikre ting. Vi oplever (blandt medlemsselskaber) en udpræget modvilje mod den nødvendige

udbygning og fornyelse af elsystemet. En krone investeret i et højeffektivt kulkraftværk giver mere miljø end en kr. investeret i vind eller decentral kraftvarme. Energiministeren ser gerne Elsam gennemføre et demonstrationsprojekt sigtende på teknisk-økonomisk afprøvning af havbaseret vindkraft. Direktørudvalget kan ikke anbefale.

Da Elkraft i 1991 havde gjort, hvad energiministeren havde bedt om, og mølleparken ved Vindeby så ud til at fungere, blev det dog svært for Elsam at vægre sig mod også at bygge en havvindmøllepark. I 1991 blev der indgået en aftale med Elsam og Socialdemokratiet om, at Elsam skulle bygge en park ved Tunø³². Det blev til vindmølleparken ved Tunø Knob, som stod færdig i 1996. Både Vindeby og Tunø parkerne var på 5 MW.

Peter Stenvad Madsen, som i 1993 blev ansvarlig for opførelsen af parken ved Tunø Knob, husker: "I starten af 1996 havde vi en lille indvielsesceremoni i Midtkrafts kontrolrum i Hasle, og der var direktøren for Elsam, Poul Sachmann, med, og han holdt en tale og ønskede tillykke med projektet. Det var jo gået godt, og møllerne kørte, men nu håbede han så sandelig heller ikke, at man skulle bygge mere af den slags offshore vindmøller. Nu måtte det være slut."³³

I det tidlige forår 1996 bad Miljø- og Energiministeriet dog elselskaberne om at udarbejde en handlingsplan for udbygningen med havbaseret vindkraft. Rapporten skulle foreligge 1. juli 1997. På trods af stor skepsis i Elsams bestyrelse og direktion deltog ingeniører fra Elsam i det udredningsarbejde, der i 1997 førte til en plan om den fremtidige udbygning med havvindmølleparker. I arbejdet med rapporten havde ingeniørerne fra Elsam fået pålagt at tøjle deres begejstring for en fremtidig udbygning med vind på havet. "Da vi så i 1996 skulle til at lave en havvindmølleplan, og vi skulle have planen færdig, da gjorde Elsam sit for at stoppe den. Jeg var formand for udvalget og med fra Elkrafts side, mens Jens Bonefeld var med fra Elsams side. Det var Jens Bonefelds chefer, der prøvede at stoppe det. Jeg trodsede ham og arbejdede døgnet rundt på at få skrevet den færdig."³⁴ Rapporten slog fast, at det økonomiske grundlag for at etablere storskala havvindmølleparker havde udviklet sig positivt. Vindforholdene viste sig bedre end tidligere skønnet, og investeringerne i eltilslutning og fundamenter var betydelig lavere end tidligere overslag, og dertil kom, at nye større møller ville gøre det endnu billigere. For at opnå fordelene var det dog en forudsætning, at man skulle satse på stordrift, det vil sige parker på omkring 150 MW eller mere. Rapporten sandsynliggjorde ligeledes, at der, som skønnet i Energi 21, var et potentiale på mindst 4000 MW i de danske farvande.³⁵

Kort tid efter, at rapporten var udkommet, var miljø- og energiminister Svend Auken med bl.a. formanden for Elkraft, Birthe Philip på en rejse til Washington for at deltage i et internationalt topmøde arrangeret af WWF Verdensnaturfonden. Med udgangspunkt i ovennævnte rapport proklamerede Svend Auken, at den danske regering havde besluttet sig for en plan, hvor der skulle opsættes 500 vindmøller på havet med en samlet kapacitet på 750 MW. En plan, som han også betegnede som "En gave til Verden".³⁶

På trods af Elsams lidt bagstræberiske holdning til vindkraft, var der i slutningen af 1995 tegn på opblødning. Elsams direktør Georg Styrbro kunne således på et bestyrelsesmøde den 28.9. fastslå, 1) at vind er et af de bedste midler til CO₂-reduktion, og 2) at hvis ikke elværkerne etablerer vindmøllerne, vil private gøre det ud fra økonomiske motiver.³⁷ I 1996 ansøgte således et privat og udenlandsk selskab, der hed SEAWest, om at måtte bygge et storskala kraftværk med vindmøller i Nordsøen. Og så lige pludselig, ja nærmest over night, så ændrede Elsam holdning. Ja, vi kan jo nok ikke stoppe det her, så må vi hellere hoppe på vognen.³⁸ Den 23. september 1997 kunne direktøren for Elsam, Georg Styrbro, fremlægge et udkast til aftale om, at Elsam gik i gang med at etablere en havvindmøllepark ved Horns rev i Nordsøen. Bestyrelsen tiltrådte.³⁹

Herefter gik Elsams ansatte med Jens W. Bonefeld i spidsen som projektleder i gang med forarbejdet til Horns rev. Mange ting skulle udtænkes fra bunden. Således hele myndighedsarbejdet, geologiske undersøgelser, valg af mølletyper og fundamenter, og dertil kom selve arbejdet med at

bygge parken. Det, som også var nyt, var selve opførelsen. Der skulle opbygges en arbejdsplads med nogle specielle og nye opgaver. Der skulle flyttes folk fra land til parken og retur, der skulle sættes folk på møller fra forskellige typer af fartøjer. "Vi skulle finde ud af, hvilke regler, der gjaldt for denne type arbejde. Vi kunne spørge de forskellige typer myndigheder, som søfartsvæsnet osv., men fik sjældent helt præcise svar. Så vi måtte zigzagge os frem. Det var nyt land, fx da vi fremsatte et ønske om, at måtte sætte folk ned på møllerne fra helikoptere."⁴⁰ De største problemer gav dog møllerne, som efter en periode med mange fejl endte med at skulle i land for at blive hovedrenoveret. Vejrliget på Nordsøen havde vist sig hårdere end ved Vindeby og Tunø. Prisen var meget høj og betød, at Vestas i en periode var økonomisk knock outet og måtte trække sig fra havvindmøllemarkedet. Andre leverandører tjente ikke stort,⁴¹ men bed sig fast på markedet. Ud over møllerne viste selve opstillingen af en så stor park på havet at give en række nye besværligheder, som der skulle findes løsninger på. Selv om alt ikke blev gjort optimalt, fik man med Horns rev 1 øjnene op for de ting, der skulle og kunne optimeres. Rent økonomisk mistede Elsam ikke stort på denne del af projektet, da de havde sikret sig gennem en god kontrakt med Vestas. Mange af de erfaringer, der blev gjort, har siden været af stor værdi i de efterfølgende parker. Og på trods af de mange besværligheder mistede Elsam som organisation ikke modet mht. at bygge havvindmølleparker i fremtiden. De ekstra udgifter, der var forbundet med at bygge en havvindmøllepark, havde Auken og myndighederne godkendt kunne lægges på elpriserne. Det kunne man frem til liberaliseringen af elsektoren, i den såkaldte monopoltid, og det betød, at alle elforbrugere via deres elforbrug kom til at betale for dette eksperiment.

Siden Horns Rev 1 har elsektoren i Danmark i det store hele ikke ytret en negativ holdning til havvindmøller. Mølleparkerne blev i en periode bygget på skift mellem de vest- og øst-danske elselskaber. Også selskabet DONG, som primært arbejdede med boreaktiviteter i Nordsøen og distribution af gas på fastlandet, fik interesse for havvindmøller, og med det som sigte etablerede de i 2002 en afdeling med Frank A. Olsen i spidsen.

Da de øst- og vstdanske elselskaber og DONG i 2006 fusionerede til det store energiselskab DongEnergy, blev der således sammenbragt kompetencer på havmølleområdet fra tre selskaber. Disse tre selskaber havde hver især en strategi for havvind. Ved at lægge de enheder sammen, som stod for at realisere disse strategier, havde DongEnergy en meget større talentmasse på dette felt end nogen virksomhedsleder havde turdet træffe beslutning om med den daværende markedssituation. Det gjorde, at DongEnergy pludselig var verdensledende inden for dette område, selvom selskabet i international sammenhæng var et lille energiselskab. Denne personalemæssige situation var medvirkende til, at havmøller blev et vigtigt led i DongEnergy's strategi.⁴² En anden afgørende faktor for, at DongEnergy satsede stort på dette område i sin strategi var en ny situation, som opstod i 2008.

I vinteren 2008/2009 blussede den britiske energidebat voldsomt op. Umiddelbart efter nytår opstod der en konflikt mellem Rusland og Ukraine om gasleverancer.⁴³ Samtidig steg gaspriserne med 33%, og gastykket i hovedledningerne fra Rusland til en række europæiske lande faldt betragteligt. I pressen blev vendingen "energikrise" igen anvendt. I England brød et gaslager sammen og det tryk, der havde været på verdensøkonomien og dermed også på den britiske økonomi i de forudgående år havde vist, at der ikke var for meget kapacitet i den britiske energiforsyning. Det stod klart for de britiske politikere og energiselskaber, at Storbritannien ikke ensidigt kunne være afhængig af import af russisk gas, eller andre fossile brændsler.

Da der samtidig var en bred opinion for mere grøn udvikling besluttede de britiske politikere sig for at sætte gang i store offshore planer. Man gik fra først at give offshore parkerne 1 grønt certifikat, hvor man kunne producere 1kwh på linje med onshore vind, så gik man til 1,5 og ganske kort tid efter til 2. Nu fik man dobbelt så meget støtte til offshore som til onshore, og det fik i den grad sparket gang i offshore vind.⁴⁴

På kort tid besluttede de britiske politikere mange store havvindmølleprojekter med fx London Array, Ormonde Projektet og Walney. DongEnergy stod stærkt, som kommende bygherre, da selskabet ud over erfaringerne fra Danmark med bl.a. Middelgrunden, Nysted og det igangværende projekt med Horns rev 2, havde stået for havvindmølleparkerne Burbo Bank i Liverpool Bay og var i færd med at opføre Gunfleet Sands 1 + 2.⁴⁵ I april blev der indgået en aftale om, at DongEnergy skulle opføre Walney vindmøllepark, der ville komme op på en samlet effekt på 367 MW, og på samme tid var de endelige forhandlinger om DongEnergys deltagelse i London Array, verdens største havvindmøllepark, ved at blive afsluttet.

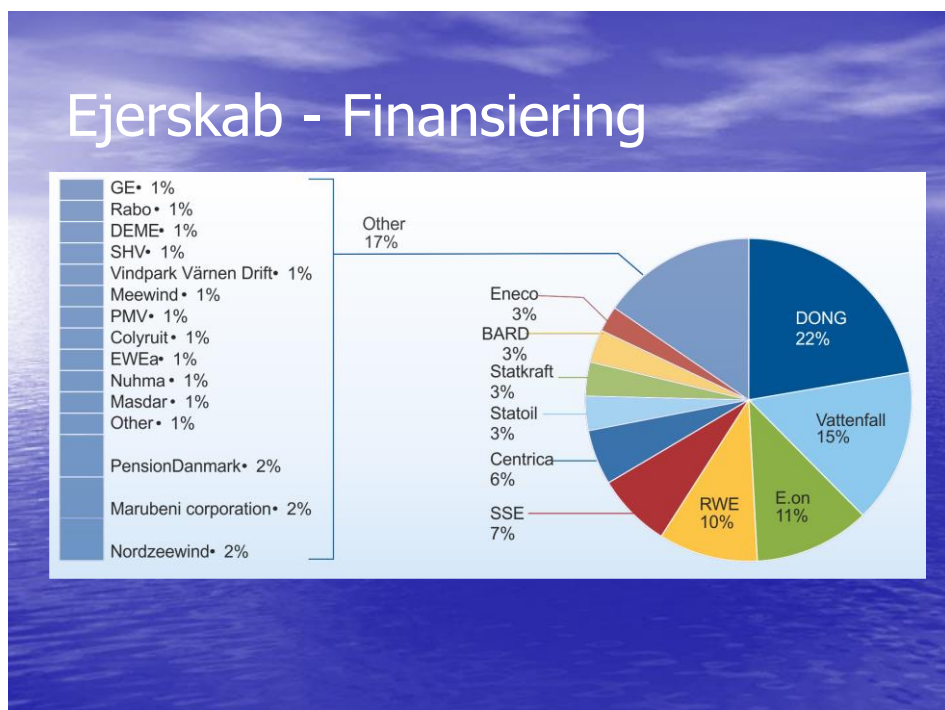
Inden aftalerne vedrørende de kommende britiske havvindmølleparker blev underskrevet offentliggjorde DongEnergy i marts 2009 en leverandøraftale med Siemens Energy Sector på 500 vindmøller med hver en kapacitet på 3,6 MW - en af de største ordrer nogensinde i Siemens historie.⁴⁶

Næsten samtidig gjorde man noget tilsvarende i Tyskland med tarifregimet som i Storbritannien. Der var tidligere blevet delt licenser ud, men der skete ikke rigtig noget før nye tariffer kom til omkring 2008/09. Den energimangel, som man havde disse år, var med til, at der blev gjort noget ved tarifferne, så det kunne svare sig med investeringer i havvindmølleparker. Selvfølgelig spillede debatten om CO² og drivhuseffekt også en rolle. I denne situation stod lille DongEnergy med nogle unikke kompetencer, som så kunne bruges i Tyskland og Storbritannien.⁴⁷

DongEnergy lykkedes langt hen ad vejen med sin strategi og fik aftaler i hus med bygningen af flere udenlandske havvindmølleparker. Der var så meget fart på i en periode, at man også opdagede, at det var nødvendigt med ekstern finansiering. For at få en optimal udnyttelse af både det hold af ansatte som planlagde og projekterede parkerne, som dem der udførte arbejdet, var det nødvendigt med en kontinuerlig overgang fra det ene til det næste projekt. Det krævede så store investeringer, at selve finansiering blev et nyt parameter for at klare sig i konkurrencen. For DongEnergy var det ikke bare et spørgsmål om at tjene penge på at eje havvindmølleparker, men i lige så høj grad på at bygge dem. Finansiering var et væsentligt parameter for succes. Leder af DongEnergys vinddivision Christina Grumstrup Sørensen udtaler således i foråret 2013:⁴⁸

Ud over kompetencerne, og vores markedssituation, så har det været vigtigt at kunne få medfinansiering. Nok mere end andre energiprojekter er vi lykkedes med medfinansieringen. Det hænger også sammen med, at vi skønner levetiden for en park er 20 år. En tidshorisont, som investorerne kan overskue, og samtidig kan vi fremvise Vindeby, som stadig ikke er rusten. Det giver vores projekter stor robusthed. Vi har stadig gode kompetencer på dette område - de sidder i den afdeling, der hedder partnership. Dette tredje ben i vores strategi, er absolut lige så vigtig som de to andre.

DongEnergys førende markedsposition er dog blevet truet af andre nordeuropæiske selskaber som Vattenfall, E.ON, RWE og SSE, som også har fået øjnene op for, at der kan tjenes penge på etablering og drift af havvindmølleparker. Uden for Europa findes der stort set ikke havvindmølleparker. I virkeligheden er der kun få steder i verden, at man har et område som Nordsøen, der med sin lave havdybder giver gode vilkår for havvindmøller.



Ejerskab til havvindmølleparker i Europa, 2012. Kilde: Ewea statistik, 2012.

I DongEnergy har man valgt at satse stort på havvindkraften. Frem til 2020 vil halvdelen af alle DongEnergy's investeringer ligge inden for dette område. 40% i olie og gasområdet, og de sidste 10% på kraftværkerne. Målet er, at firmaet i 2020 har installeret ca. 6500 MW vindkraft. I 2013 er installeret effekt for virksomheden oppe på omkring 1700 MW.⁴⁹

Afgørende for elselskabernes rolle i udviklingen af havvindmøller blev, at de i midten af 1990'erne indså, at det bedre kunne betale sig for dem som selskaber at deltage i bygningen af havvindmøller end at stå uden for udviklingen. De tilsidesatte deres holdning om, at det var vigtigt at kæmpe for, at kul i elproduktionen var billigst og bedst for samfundet. Opsplitningen af elsektoren i en vestlig og østlig del betød, at der to steder i Danmark blev udviklet de stort set samme kompetencer på havvindmølleområdet. Med dannelsen af DongEnergy fik udviklingen af havvindmøller et afgørende momentum hjulpet på vej af især den energipolitiske udvikling i Storbritannien.

Den pris, samfundet skal betale for strømmen fra havvindmølleparker er ikke blevet mindre med årene, men det er elselskabernes udgifter til produktion af strøm på havvindmøller,⁵⁰ dermed er der skabt et godt grundlag for et fornuftigt afkast.⁵¹ Det var der ikke tidligere. Når det er lykkedes at tjene mere, så skyldes det primært, at man har optimeret opstillingen af havvindmølleparker. Hertil hører primært, at stadig større møller har gjort det billigere at installere parkerne. Jo færre antal fundamenter, tårn- og vingeinstallationer og kabeltræk jo billigere. Dertil kommer, at optimerede arbejds gange og installationsfartøjer dedikeret til opstilling af møller også har gjort deres.⁵² Målsætningen for bl.a. DongEnergy er for de kommende år at forsætte optimeringen, således at prisen pr. produceret kwh. kan komme ned fra de nuværende ca. 140 Euro/MWh til 100 Euro/MWh, således at strøm fra havvindmølleparker kan konkurrere med strøm fra moderne termiske værker.⁵³

Forskningen

Leder af DongEnergy's vinddivision Christina Grumstrup Sørensen udtaler i foråret 2013:⁵⁴

På det forskningsmæssige har vi små samarbejdsprojekter. Bl.a. med Megavind og Risø, men det er ikke noget vi dyrker i større stil. Grunden er, at bygningen af havvindmølleparker langt hen ad vejen bygger på kendt viden, teknologi og forskning. Det er mere den praktiske organisering af kendte elementer, vi udvikler på. Det er nok mere oplagt, at leverandørerne har et samarbejde med forskningen.

Risø og DTU har ikke spillet en lige så stor rolle for havvindmølleparker, som de gjorde i den tidligere vindhistorie fra 1978- 1995.⁵⁵ Der pågår til stadighed en udvikling af møller. De er som nævnt blevet større, men principperne for møllernes opbygning er først de allerseneste år begyndt at ændre sig, ved at man fx arbejder hen mod gearløse møller. De danske forskningsinstitutioner med Risø/DTU i spidsen har dog løbende arbejdet med løsningen af specifikke problemstillinger vedrørende vindressourcer, integrationen af vindkraft i det samlede elsystem, offshore vindkraft, aeroelastisk design, måleteknik og fjernstyring, nye materialer til konstruktion samt vindens natur. Kun en mindre række af disse forskningsområder har direkte relation til havvindmøller, men alle områder har det indirekte.

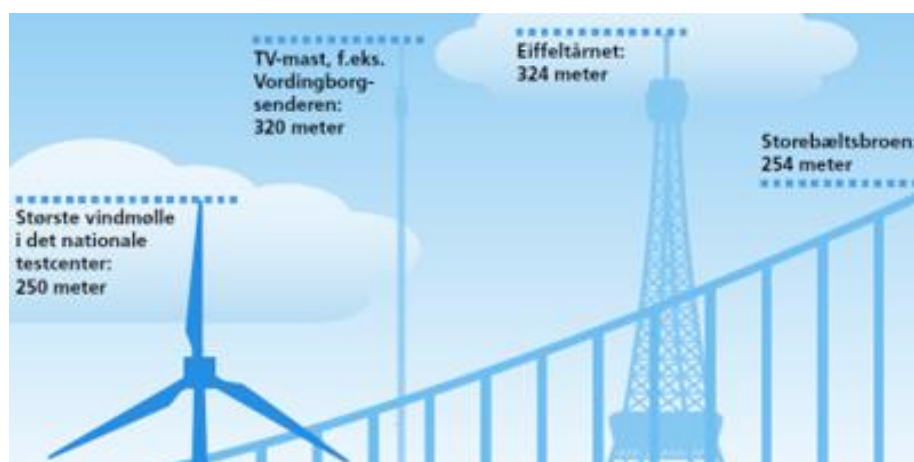
DTU Vindenergi er i det internationale førerfelt inden for forskning og udvikling, og dette arbejde bringes i anvendelse i uddannelse, innovation og myndighedsbetjening. Instituttet har et tæt samarbejde med de relevante DTU Institutter og med øvrige vindenergiforskningsgrupper i Danmark, bl.a. gennem Dansk Forskningskonsortium for Vindenergi. Internationalt har instituttet ligeledes et stærkt netværk til forskningsverdenen og mange internationale forskningsprojekter er blandt andet forskningsfinansieret af EUs rammeprogram.

Forskningen spiller en stor rolle for, at verdens førende mølleproducenter med underleverandører er hjemmehørende i Danmark. "Danmark er en vidensbase, når det gælder vindkraft. Vi har en god symbiose med andre virksomheder i branchen og med forskningsinstitutioner, som fx Risø, DTU, Aalborg og Århus universitet."⁵⁶ Når Siemens Windpower således er placeret i Danmark og ikke i Tyskland, hænger det i høj grad sammen med denne vidensbase. Derfor var det også magtpålgende for politikerne at gennemføre Østerild teststation for store vindmøller i 2012 på trods af store protester fra især den lokale befolkning. I høringsvar til forslag om lov om testcenteret, hedder det bl.a. fra vindmølleindustrien:⁵⁷

Den danske vindmølleindustri bidrag til vækst og beskæftigelse hviler på et stærkt samspil mellem forskningsafdelinger, afprøvningsfaciliteter og produktionsenheder. Opstilling af forsøgsmøller og dertil knyttede aktiviteter er derfor en vigtig forudsætning for at fastholde den danske styrkeposition. Der er i dag et stort behov for nye muligheder for afprøvning af nye prototype vindmøller.

Østerild testmøllerne spiller især en rolle for udviklingen af havvindmøller: "Politikerne har troet, at man har skullet lave offshore demonstrationsanlæg på havet. Det skal man ikke. Vi vil meget hellere have dem på land så længe, de ligner vindforholdene på vand. Det er meget billigere. Testmøllerne har jo nærmest hver dag besøg af et hav af teknikere. Det dur ikke til havs."⁵⁸

Ud over ny viden, som ofte bliver udviklet i fællesskab, så har en høj forskningsaktivitet betydet 1) at der er blevet uddannet højt kvalificeret og værdifuld arbejdskraft til vindmøllebranchen, og 2) at forskningen har bidraget afgørende til, at der i dag foreligger et gennemarbejdet regelsæt for, hvordan myndighedsarbejdet skal foregå, når der skal etableres nye havvindmøllepark.



*Testcenteret ved Østerild var et stort ønske fra vindmølleindustrien og forskningsinstitutionerne, og et stor flertal i folkettinget stemte det igennem trods store folkelige protester.
Kilde: Naturstyrelsen.*

Myndighederne

Fra den første vindmøllepark i 1991 ved Vindeby og flere parker frem er der pågået en lang række undersøgelser, så havvindmølleparkerne praktisk kunne realiseres og ikke komme i karambolage med andre samfundsinteresser, som fx søfart, fiskeri og miljø. Undersøgelserne er typisk blevet gennemført i et tæt forløb mellem bygherrerne, forskere og myndighederne.

Ved Vindeby gjorde man især noget ud af at undersøge forholdene for fiskene, mens fuglene var i fokus ved Tunø Knob. Ved de senere parker er der blevet gennemført brede VVM undersøgelser.⁵⁹ Generelt må man sige, at havvindmøllernes påvirkning af dyrelivet er blevet skønnet til at være begrænset og meget mindre end frygtet. Nogle steder synes havvindmølleparkerne nærmest at have optimeret livsvilkårene for fisk og fugle.⁶⁰ Der er også blevet gennemført sociologiske undersøgelser, som har afdækket en udbredt lokal utilfredshed med møllerne, først og fremmest på grund af den visuelle forurening. Myndighederne har dog kun i begrænset omfang valgt at tage hensyn til denne utilfredshed og de høringssvar, der har tilsluttet sig denne holdning. Det at bygge på havet har også afstedkommet mange nye regler for, hvordan sikkerheden skal være for dem, der udfører arbejdet.

De miljøregler, der gælder for havet, varetages udelukkende af statslige myndigheder, så kommuner, amter og regioner har ikke været involveret i godkendelsen af havvindmølleparker. Det har været bygherrerne, som har organiseret de mange tilladelser ved at henvende sig til myndigheder under både Energiministeriet, Energistyrelsen, Miljøministeriet, Miljøstyrelsen, Fiskeriministeriet, Forsvarsministeriet, Fødevarerministeriet og Industriministeriet.

Med de nye havvindmølleparker er denne komplicerede procedure blevet forenklet, således at bygherrerne nu kun skal henvende sig til en myndighed, som så sørger for at bære ansøgningen igennem de forskellige myndighedsbehandlinger. Der er således sket en stor "produktudvikling" på selve myndighedsbehandlingen, således at der i dag foreligger et færdigt koncept for, hvad der skal gøres, når der skal etableres en ny park. Et koncept som man fra vindmølleindustrien også har forsøgt at gøre til standard, således at når der bygges parker i udlandet, så følger man samme procedure.

Henning Kruse fra Siemens Windpower udtaler således: "I de mange internationale fora, hvor jeg sidder, der bliver der kigget meget på den måde, vi gør det på i Danmark, og ofte bliver det brugt som model. I Vindmølleindustrien,, der forsøger vi at eksportere den danske måde at gøre

det på. Det gør vi for branchens egen skyld. Jo flere af de regler, vi kan få ud i verden, jo bedre og lettere er det for dansk industri."⁶¹



Seks af ti vindmøller ved verdens første havvindmøllepark ved Vindeby fra 1991, Energimuseet.

Lokale interesser og landsdækkende organisationer

Fra 1990'erne og frem til i 2013, hvor denne artikel stopper, har der været gennemført en lang række opinionsundersøgelser, hvor danskerne holdning til vindkraft har været undersøgt.⁶² Igennem alle årene har der været støtte på over 80% til en øget udbygning med vindkraft i Danmark, og tendensen har været, at vindkraften er blevet mere populær. I 2011 svarede 88% af de adspurgte i en Megafon-undersøgelse, at vi i fremtiden skal have mere strøm fra vindmøller, og at de fremtidige møller først og fremmest skal placeres på havet.

Det har således ikke været svært for landspolitikerne, at kæmpe møllernes sag. Alligevel har lokale kræfter og landsdækkende organisationer været på barrikaderne ved forberedelserne til flere af de danske havvindmølleparker.

Ved Vindeby var der ingen protester, der ytrede sig. Ved Tunø knob-projektet var der 30 placeringer i spil, men Energiministeriet afviste, efter konsultation hos diverse styrelser, alle på nær Tunø Knob pga. fugle-, fiske- eller landskabsinteresser. På Tunø Knob måtte der i forvejen ikke fiskes, da området havde været anvendt som militært skydeområde, og rent fugle- og naturmæssigt var der ingen særlige forhold, der gjorde sig gældende.⁶³ Den 15. juni 1994 havde Energiministeriet inviteret til offentlig møde om sagen på Amtsgymnasiet i Odder. I salen var der flere kritiske ryster vedrørende larm og udsigten, som flere mente ville blive spoleret.

I Århus Byråd var både Socialdemokratiet, Venstre og Det Konservative Folkeparti imod havmøllerne, og flertallet i byrådet vedtog at protestere. Den samme holdning havde byrådet i

Odder.⁶⁴ Århus Amt støttede projektet, og ligeledes Dansk Ornitologisk Forening og Danmarks Naturfredningsforening.⁶⁵ Danmarks Naturfredningsforening fik lovet en undersøgelse af fuglelivet, som kostede 5 millioner, hvoraf Elsam betalte de 3 millioner. Skov- og naturstyrelsen krævede, at der i forbindelse med projektet blev gennemført et omfattende visualiseringsprojekt med foto- og videovisualisering, hvor man kunne se landskabet med snurrende møllevinger. I princippet havde Energiministeriet dog allerede principgodkendt vindmølleplanerne på Tunø Knob. I starten af oktober 1994 ansøgte Midtkraft på Elsams vegne det nye Miljø- og Energiministerium, hvor socialdemokraten Svend Auken var minister, om endelig projektgodkendelse. I mellemtiden fortsatte Midtkraft med at projektere havmøllerne og indhente tilbud på møller, fundamenter, kabler m.m. Man ventede spændt på, hvilken indflydelse høringssvarene ville få for behandlingen i ministeriet. Miljø- og Energiministeriet havde i princippet alene bestemmelsesretten for placering af møller til havs og kunne uden betingelser godkende havmøllerne og vælge at se bort fra protesterne. Den 23. december 1994 godkendte Miljø- og Energiministeriet Tunø Knob vindmøllepark,⁶⁶ og allerede 2. januar 1995 var firmaet C.G. Jensen A/S klar til at gå i gang med støbningen af sænkekassefundamenterne på Århus Havn. Jyllandspostens leder den 6.1.1995 var fuld af harme over godkendelsen:⁶⁷

Mølleparken ved Tunø Knob er i sin oprindelse et resultat af den nuværende udviklingsminister Poul Nielsens foretagsomhed. Som energiordfører for Socialdemokratiet tvang han i august 1991 Elsam til at acceptere projektet som led i en studehandel om et ekstra kulfyret kraftværk ved Aalborg.

Han havde sandsynligvis et politisk flertal bag sig, men beslutningen har aldrig været behandlet i Folketinget. Den er lige så demokratisk betændt som det forhold, at Svend Auken har kunnet godkende havmøllerne uden at være nødt til at tage hensyn til de berørte kommuner eller protesterende borgere. Energiministeriet råder enevældigt over de indre farvande, når det gælder opstilling af vindmøller. Perspektivet er mildt sagt skræmmende. Poul Nielsens rolle var ekstraordinært speciel, idet han indtil sin nylige ministerudnævnelse samtidig var medlem af vindmøllefabrikken Vestas bestyrelse... For resten er det netop Vestas, der skal levere de nye havmøller.

I 1996 foreslog Københavns Miljø- og Energikontor, at man undersøgte mulighederne for at opsætte en havmøllepark ud for København. Kontoret nedsatte en arbejdsgruppe primært bestående af borgere fra området, som var interesserede i vindkraft. Det medførte, at man med økonomisk støtte på 1,0 mio. kr. fra Energistyrelsen gennemførte en undersøgelse, der pegede på, at det både teknisk, miljømæssigt og økonomisk set var muligt at opføre en vindmøllepark på Middelgrunden.⁶⁸ Der var her tale om et initiativ, der havde rod i en gruppe frivillige, der privat var engageret i vindkraft på havet. Ugen efter, at bevillingen fra Energistyrelsen var udmeldt, stiftede man den 28. maj 1997 Middelgrundens Vindmøllelaug I/S med 800 medlemmer, der tilsammen havde tegnet sig for ca. 2.500 andele i den kommende vindmøllepark.

Rent lovgivningsmæssigt var det nyt, at private borgere kunne engagere sig i opstilling af havmøller. Hvad der blev besluttet vedrørende dette projekt ville kunne danne præcedens for efterfølgende havmøllelaug. Middelgrundens Vindmøllelaug mente, at der burde gælde de samme forhold for møller til havs, som de der blev opstillet på land af private. Resultatet var, at ledningsnettet internt i havparken blev betalt af bygherren, mens tilkoblingen til land blev betalt af transmissionselskabet, og at lauget indtil videre ikke skulle betale for brugen af kablet. I samme periode blev der arbejdet med en elreform, og det gav en del problemer, fordi man ikke havde afklaring på, hvad den ville betyde fremover. Man havde derfor også travlt med at få underskrevet kontrakter med leverandørerne, inden den nye reform trådte i kraft i 2000.

Fra begyndelsen var der politisk opbakning til projektet. Enhedslisten foranledigede bl.a., at der i finansloven for 1997 blev afsat penge til undersøgelse af muligheden for laugsdeltagelse ved etablering af havmølleparker. Københavns Borgerrepræsentation godkendte også meget tidligt

projektet og vedtog, at Københavns Energi (KE) kunne samarbejde med laugene, og at KE kunne opføre deres egen del af parken, som et led i at opfylde kraftværkernes aftale med Energiministeriet om opstilling af vindmøller på land.⁶⁹ Københavns Energi var et kommunalt ejet energiselskab, som stod for elforsyningen til store dele af København. KE var interesseret i at opføre så mange havmøller som muligt, mens Arbejdsgruppens oprindelige forslag lød på 20 vindmøller. Man ansøgte i fællesskab Energistyrelsen om tilladelse til at opstille 27 vindmøller. Men på grund af kritiske indsigelser nøjedes man med at opsætte 20 vindmøller. På grund af det lange forarbejde hos myndighederne havde vindmøllerne dog allerede på det tidspunkt udviklet sig til en størrelse, så man kunne opsætte møller på 2 MW. Dermed kunne man opnå en samlet effekt på 40 MW, og parken ville blive Danmarks hidtil største. Energistyrelsen pålagde bygherrerne at gennemføre en VVM redegørelse. Men det viste sig, at alle de basisundersøgelser, der hidtil havde været lavet til projektet, var tilstrækkelige til, at man kunne fremstille en basisbeskrivelse af Middelgrunden.

Energistyrelsen godkendte ansøgningen 13. december 1999. Der var indkommet en del bemærkninger fra myndigheder, kommuner, foreninger og private personer. Kun få myndigheder havde bemærkninger. Fiskeridirektoratet krævede, at man i henhold til loven skulle gennemføre forhandlinger med de lokale fiskere og om nødvendigt betale erstatning, Miljøstyrelsen gjorde opmærksom på, at dele af Middelgrunden var forurenede med tungmetaller. Skov- og Naturstyrelsen, Københavns Amt, Gentofte Kommune, Lyngby-Taarbæk Kommune, Akademirådet, Foreningen til Hovedstadens Forskønnelse samt to privatpersoner fremførte, at mølleprojektet ville påvirke det visuelle miljø, og at man helt burde undlade, at sætte vindmøllerne op.⁷⁰ Meningerne var dog delte, i bl.a. Gentofte kommune var Gentofte-listen samt Socialdemokratiet for projektet, mens den øvrige del af byrådet var imod. I Lyngby-Tårnby kommune støttede Det Radikale Venstre projektet.⁷¹ Også de svenske myndigheder blev hørt, og her var både Länsstyrelsen i Skåne Län samt Malmö Kommun positivt indstillet.⁷² Der var kun to private personer, der klagede over parken. Da der netop havde været en del protester rettet mod mølleparkens synlighed, havde Energistyrelsen valgt at give tilladelsen mod, at der kun blev opsat 20 vindmøller, og for at gøre parken mindre synlig valgte man at opstille vindmøllerne i en bue frem for på tre rækker. I øvrigt i en bue med en krumning svarende til søernes bue i København.

Ved Horns rev 1 som ved de efterfølgende store havmølleparker blev der lavet omfattende VVM-redegørelser. De problemer, der blev nævnt i disse redegørelser, var ikke afgørende nok til at bremse projekterne. Efter parkerne stod færdige, er der blevet gennemført undersøgelser, som har vist, at fisk og marsvin er vendt tilbage og, at fugletrækkene passerer uden om. Efter Horns Rev 1 stod færdig, fik Elsam foretaget en sociologisk undersøgelse, hvor man undersøgte, hvordan havmølleparken blev modtaget i lokalområdet. Man undersøgte såvel lokalbefolkningens holdning til møllerne før og efter parken var blevet opført.⁷³ Denne undersøgelse viste, at der generelt var en skeptisk holdning til havmølleparken på grund af dens negative indflydelse på områdets hovederhverv turisme og dels fiskeri. Man frygtede, at havmøllerne ville forringe havudsigten og afholde turisterne i at komme til området i lige så stort omfang som tidligere. Mange af de adspurgte i undersøgelsen var generelt tilhængere af vindkraft, men var imod havmølleparken ud for deres egen kyst. Men de endte med at acceptere den, da den først var rejst, og det viste sig, at turisterne strømmede til i lige så stort antal som tidligere. Allerede i 2003 blev havmølleparken i turistbrochurer omtalt som en attraktion i lighed med andre seværdigheder, og blev brugt til at markedsføre området i kataloger med udlejning af sommerhuse.⁷⁴ En af de interviewede svarede i 2004: "Set i tilbageblik er det ikke den største ulykke, der er overgået befolkningen, og forhåbentlig bliver det til gavn for miljøet."⁷⁵



Horns rev 1, bygget af Elsam, Energimuseet

I de lokale aviser kunne man konstatere en ret begrænset debat om vindmøller ulig den massive debat, der var vedrørende Tunø Knob og Nysted Havmøllepark. En gennemgang af avismaterialet fra 1997 til 2003 viser en overraskende begrænset omtale af projektet. Projektet blev omtalt, da man gik i gang med forundersøgelserne i 1997. Lokalavisen JyskeVestkysten sluttede i 2000 efter høringsen med at konstatere, at der var tale om en "Forgæves kamp mod møller" og sluttede med at oplyse, at Blåvands Huk kommune havde besluttet at stoppe protesterne over planerne. De lokale politikeres kritik af planerne var gengivet, og over sommeren havde en ejendomsmægler udtalt, at han mente, at huspriserne i Blåvands Huk ville falde som følge af parken. Der var ingen særlig dækning af lokale tilhængere af planen i samme avis, tværtimod blev projektet snarere betragtet som en lokal kamp mod "København". Dertil kom, at der flere gange i avisartiklerne var en personificering af problemstillingen, hvor skytset blev rettet mod netop miljø- og energiminister Svend Auken - der var overskrifter som "Diktat fra Auken" (29.april1999), "Den mand er farlig" (1.november 1999) og "Aukens magtbrynde" (16.marts 2001). Generelt var der også i samme periode en kritisk holdning i venstre-avisen Jyske-Vestkysten omkring tilskudsordninger til vindkraft.⁷⁶ Avisens holdning kan have været en medvirkende årsag til, at mange lokale havde en negativ holdning til vindmøllerne.

Danmarks Naturfredningsforening fik ca. 30 henvendelser fra bekymrede sommerhusejere i løbet af foråret og sommeren 2000, også her gik bekymringerne på, at naturen ville blive ødelagt med udsynet til så mange vindmøller i horisonten. Men da foreningen i august 2000 afholdt et møde om sagen, var der slet ikke den samme interesse for at ytre sin utilfredshed og kun få personer mødte op. Herefter valgte lokalkomiteen at skrue ned for kritikken af projektet, da det på trods af alt var et vigtigt miljøhensyn, der lå til grund for parkens opførelse.⁷⁷

Undersøgelsen viser, at der generelt i lokalsamfundet har været for lidt information om projektet. Lokale politikere og embedsfolk undrede sig over, at de ikke var blevet inddraget i sagen tidligere. Man kæmpede for at få flyttet parken længere ud i havet, men kæmpede forgæves og følte afmagt. Man følte det som en statslig beslutning og et statsligt indgreb i et lokalt naturområde, der også kunne få forringede økonomiske forhold som følge af projektet. Men turisterne viste sig at komme alligevel, og parken indgår i dag som en turistattraktion med en udstilling ved Blåbjerg Fyr, som fortæller om parken. Kun fiskerne led et egentligt tab, og krævede erstatning for tabte fiskeriindtægter. I 2006 fik fiskerne efter flere års forhandlinger 3 millioner kroner i erstatning af Elsam for tabt fiskeri. Beløbet blev delt mellem tre lokale fiskeriforeningen.⁷⁸

Efter, at Auken 13. februar 1998 pålagde Elsam og Elkraft at opføre 750 MW havvindmøller, gik Elkraft også ind på at udfylde deres del af opgaven, som var 450 MW. Hurtig fik Elkraft sendt en ansøgning om principgodkendelse til etablering af en park ved Nysted. Et år senere godkendte Energistyrelsen denne ansøgning og endnu et år senere forelå der en VVM redegørelse. Dertil kom endnu et år før den endelige godkendelse til opførelse forelå 2001.⁷⁹ Parken stod færdig 2003, og på samme måde som ved Horns Rev 1 blev der også her lavet en rapport om den lokale befolknings holdning til mølleparken før og efter etableringen.⁸⁰

Reaktionerne var meget lig dem ved Horns Rev, selvom modstanden var lidt større ved Nysted. Det forklares med, at her var det de fastboende, som måske fik ødelagt udsigten. Dækningen i den lokale avis Lolland-Falster Folketidende var ligesom den føromtalt avisomtale i JyskeVestkysten negativ, i hvert fald i perioden 1997-98. Stemningen skiftede, da Vestas i 1999 etablerede en produktion af vindmøllevinger i Nakskov med deraf følgende nye jobs i landsdelen. Der var i de første år mange artikler om de lokale kommuners og amtsrådets holdning til projektet. Der var overskrifter som "Kommuner i kamp med havvindmøller" (7. august 1997), "Fælles aktion mod mølleparken" (8. september 1997), "Massivt nej til havvindmøller" (11. september 1997), "Flertal mod havmølleplan" (23. marts 1998). Kilderne til artiklerne var lokale politikere, embedsmænd og repræsentanter for interesseorganisationer som Danmarks Naturfredningsforening. Der blev kun i meget få udtalelser bragt forklaringer fra Energistyrelse eller bygherre. Det fremgår af avisartiklerne, at de lokale embedsmænd og politikere langt fra var tilfredse med det materiale, de havde fået tilsendt fra de centrale myndigheder. Ind imellem blev kritikken også udmøntet som en personlig kritik af Svend Auken, som "Auken har ingen vindmølleaftale skrevet på papir" (7. oktober 1997). I det hele taget bar avisdebatten præg af, at der var tale om et lokalsamfund, som følte sig trynet af staten og et ministerium, som havde bestemt, at der skulle ligge en havmøllepark 10 km. ude i horisonten. Alligevel vendte protesterne, da man i 2002 kunne konstatere, at den nye regering stoppede andre planlagte havmøller. Nu kunne man pludselig læse "Forkastelig ide at skrotte møller" (24. januar 2002). I 2002 blev der oprettet en byggeplads på Gedser havn, hvor ca. 300 personer var beskæftiget med havmølleprojektet, det hjalp også på den lokale opbakning.⁸¹

Ved Horns Rev 2, Rødsand 2 (også kaldet Nysted 2) og Anholt har der været meget få lokale protester, og de landsdækkende organisationers protester har også været vage. Omfattende og flerårige miljøovervågninger har også vist, at der kun er ubetydelige virkning på dyrelivet ved havmøller. Lokalt har kommunerne nærmest sloges om, at blive udgangspunktet med havnefaciliteter, forsyninger, service, catering mv. for nye havvindmølleparker. Kampen om arbejdspladser har været det helt afgørende argument i kampen om at få lokaliseret havvindmølleparker. Et andet parameter, der var med til at bedre stemningen om havvindmølleparker var en generel accept i befolkningen af, at der skulle gøres noget ved CO²-emissionen.⁸² En faktor, der trak i samme retning, var da også store og kendte virksomheder, som Novo Nordisk indgik partnerskab med DongEnergy for at brande sig med en grøn profil. Selskabet besluttede i 2007, at selskabet i løbet af 7 år skulle skære 10% af det CO²-udslip, som virksomheden var årsag til. Det betød ud over energibesparelser på virksomheden, at Novo Nordisk

forpligtigede sig til at købe el fra Horns Rev 2. Efter denne partnerskabsaftale fik DongEnergy i de kommende år klimapartnerskaber med 130 andre virksomheder og kommuner, som også ville profilere sig med en grøn profil ved bl.a. at købe havvindmøllestrøm til en lidt højere pris end den almindelige markedspris for elektricitet. På den måde bidrog disse virksomheder til at finansiere havvindmølleparkerne.⁸³

Accepten af havvindmølleparker i befolkningen er i perioden fra 1990-2013 blevet større og større, bl.a. på grund af en tiltagende overbevisning om, at man som individ og samfund skal gøre mere ved drivhusproblematikken. Dertil kommer, at de første parker, som i høj grad blev presset igennem fra centralt og statsligt hold, ikke viste sig at skæmme eller ødelægge naturen som frygtet. Meget af kritikken kom fra aviser og borgere, som samtidig med kritikken af havvindmøllerne også opponerede mod Svend Auken's håndfaste styring af energipolitikken. Kommuner og privatpersoner kunne i virkeligheden ikke gøre meget vedrørende havvindmølleparkerne, da beslutningen om at opføre dem ikke lå hos lokale myndigheder, men i centraladministrationen og i sidste ende hos politikerne. Denne følelse af at være kørt ud på et sidespor var til stor irritation og bidrog til kritikken. Flertallet af befolkningen var for vindkraft, så det var en gentagelse af den gode gamle historie om, at man gerne ville have atomkraft, bare ikke i sin egen baghave.

Leverandørerne

Processen i etableringen af en havvindmøllepark foregår som oftest på den måde, at først indgås der et politisk forlig, så er der en styrelse (i Danmark Energistyrelsen), der laver nogle undersøgelser og på den baggrund laves et udbudsmateriale. For at være på forkant begynder interesserede energiselskaberne allerede på det tidspunkt med de første undersøgende sonderinger. Så følger egne forundersøgelser for at lave beregning på realistiske bud. I den fase er der også foreløbige kontakter til forskellige leverandører, hvilket ofte inkluderer betingede kontrakter med mølleleverandørerne. Når energiselskabernes bud foreligger, går der igen en periode, hvor myndighederne er på banen, inden det bekendtgøres, hvem der får opgaven. Fra det tidspunkt går der typisk halvandet år, hvor der beregnes, planlægges og laves endelige kontrakter med leverandører. Selve udførelsen tager også ca. halvandet år.⁸⁴

Skåret lidt firkantet ud, så kan man sige, at hovedleverandørerne til en havvindmøllepark er leverandører af 1) vindmøller, 2) fundamenter, 3) transformere og kabler og 4) installationsydelser. De største ordrer i en sådan proces går til mølleproducenterne. I dag er der flere virksomheder om budet, alligevel er det dog de to danske vindmølleproducenter Vestas og Siemens Windpower (i det omfang det kan kaldes dansk), der står for at levere næsten 90% af møller til havvindmølleparker.

Fra begyndelsen har det været disse to producenter, som har deltaget i opbygningen af danske havvindmølleparker. Ved Vindeby valgte bygherrerne, at det skulle være Bonus møller. Bonus solgte i 2004 sig selv til det verdensomspændende tyske firma Siemens, som på det tidspunkt ikke havde vindmøller i sin portefølje.

Når valget ved Vindeby faldt på Bonus møller, var det fordi dette firma havde møller med den mest rigtige størrelse i forhold til, at parken skulle indeholde ca. 10 møller, og at den samlede effekt skulle være 5 MW. En anden afgørende faktor var, at bygherren gik op i at få en mølle, der var så tæt som mulig for at undgå, at saltågerne kunne trænge ind i møllen. Udgangspunktet blev en landmølle, som så blev tillempet til at skulle stå på havet. Det vil sige, at der 1) blev gjort ekstra ud af at overfladebehandle såvel tårn som nacelle, 2) blev skabt overtryk inde i møllen, så der ikke kunne trænge saltluft ind, og 3) blev installeret et affugtningsanlæg, der brugte spildvarme fra generator og gear.⁸⁵ Projektleder for Elkraft/Seas, Frank A. Olsen, var meget optaget af, at projektet

ikke måtte blive en fiasko. Skulle der ske en videreudvikling med havvindmøller, var det vigtigt at vise, at vindkraft virkede på havet. Så der skulle ikke tages chancer. Selv vurderer han "Hvis ikke vi havde lavet de succesfyldte anlæg, så tror jeg slet ikke, vi havde fået lov til at bygge flere vindmøller. Og DONG havde ikke været verdens førende.."86

Valget af vingetype viste sig dog ikke at være det rigtige. På land var stall-profilerede vinger på den tid mest udbredt. Da denne vingetype samtidig giver færrest reparationer, var det udslagsgivende for valget. Vinden viste sig dog at opføre sig anderledes på havet. Det gjorde, at vingerne til Tunø-møllerne og andre senere havmøller blev regulerbare. En anden ting, man opdagede, var at lynbeskyttelsen af vingerne skulle være meget bedre, så også det kom med i efterfølgende havmølleparker.

Tunø-knob blev med Vestas-møller og Middelgrunden med Bonus-møller. På den tid var der en lige konkurrence mellem de to selskaber. Bygherrernes valg var ofte ud fra de erfaringer, der på tidspunktet for udbuddet var blevet gjort med landmøller inden for den møllestørrelse, man ønskede installeret på havet.

Da Elsam i 1999 skulle vælge mølle til Horns rev 1 henvendte de sig til 5 forskellige leverandører af vindmøller. Bonus valgte ikke at give et bud. "Vi var simpelthen ikke klar til at stille så mange møller op så langt til havs. Vi turde ikke."87 Valget faldt på Vestas, fordi firmaet tilbød at opstille en 2 MW mølle, der var noget større end de øvrige konkurrenters. Da man havde besluttet den samlede kapacitet på parken, betød en så stor mølle færre fundamenter, færre kabeltræk osv., og det blev vurderet til at ville billiggøre projektet betragteligt.88 Retrospektiv fortrød Elsam dette valg:89

Man må konstatere, at Vestas ikke var klar, da de skulle til at sætte møller op til havs. De havde udviklet en mølle, som de havde testet på land, men den var ikke klar til vores projekt. Vi fandt først ud af dette problem lidt sent. For ikke at sænke projektet begyndte vi at sætte tårne op uden nacelle og vinger. Derefter gjorde vi det ufornuftige, at vi pressede Vestas til at sætte det sidste på tårnene. Det viste sig, at nacellerne var ufærdige. I bakspejlet kan man konkludere, at det var en stor fejl. Vi burde have ventet på, at nacellerne var helt trimmet til havbrug. Det gav problemer med idriftsættelsen, og i 2004 havde vi et møde med Vestas, hvor de måtte erkende, at de havde så mange problemer med møllerne, at de måtte have nacellerne retur til land for at udbedre fejlene og manglerne. Det var en stor og dyr beslutning for Vestas, men det var også den rigtige. Vi troede, at Vestas tjente en masse penge på deres onshore, så de sagtens kunne betale den kæmperegning, der kom ud af at gennemføre denne store renoveringsopgave. De stod ved deres ansvar, selv om det økonomiske var ved at knække nakken på dem. Ud over at betale for reparationerne, skulle de også dække vores produktionstab. Vi i Elsam havde indgået en for os god aftale, som gjorde, at vi stort set ikke mistede noget på det rent økonomisk – ikke ud over lidt ekstra omkostninger til ekstra projektledelse. Mølleordren lød på ca. 830 millioner kroner, og jeg skønner, at deres udgifter for den operation med at tage møllerne i land og genmontere dem har kostet omkring 500 millioner kr., selvom de offentligt kun har meldt ca. 300 ud.

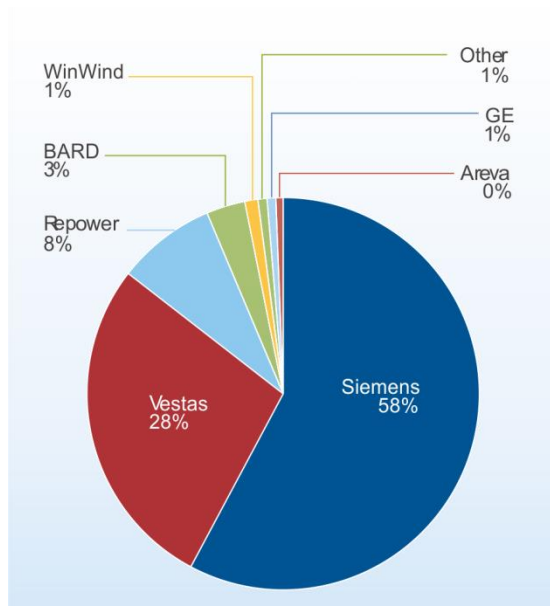
Horns rev 1 blev skæbnesvangert for Vestas. Det ramte firmaets økonomi hårdt i en årrække, og da DongEnergy i slutningen af 2008 valgte at indgå en rammeaftale med én mølleleverandør til flere engelske havvindmølleparker på en gang, havde Vestas netop valgt at trække sig fra offshore-markedet, også fordi de havde tekniske problemer med den mølle (V90), som på det tidspunkt var den potentielle mølle til havbrug. Derfor faldt DongEnergy's valg på Siemens, som nu havde overtaget Bonus.

DongEnergy forklarer forløbet:90

Som nævnt tidligere, stod vi ved en skillevej i 2008, bl.a. pga. pundets kurs, der raslede ned. Vi forsøgte i den forbindelse, at samle nogle af de engelske projekter, så vi kunne opnå nogle stordriftsfordele. Og på det tidspunkt, var Siemens de eneste i markedet med et brugbart produkt.

Kontrakten blev indgået, og med de mange projekter, der skulle realiseres, så kan man sige, at vi hang på Siemens i både 2009, 2010, 2011 og 2012, uden at det skal forstås negativt.

Der har været antydninger i pressen om, at ansatte i DongEnergy og Siemens var forlovet eller nærmest gift med hinanden, og at det er forklaringen på, at Vestas i en årrække syntes at være dømt ude. Det har ikke kunnet bekræftes. På det sidste har DongEnergy og Vestas arbejdet sammen om udviklingen af en 8 MW mølle med henblik på brug på havet, og i 2013 tyder alt på, at Vestas er på vej tilbage til offshoremarkedet. I øvrigt har de aldrig været helt ude, fx har de leveret til E.ON-projekter.



Leverandører af møller til havvindmølleparker i Europa samlet over årene til og med 2012. Kilde: Ewea statistik 2012

Fundamenterne til de første havvindmølleparker var betonsænkekasser, et princip som man kendte fra bygningen af Storstrømsbroen. Monberg og Thorsen samt Højgaard og Schultz bød på opgaven. Førstnævnte fik opgaven, men blev senere fusioneret med det andet firma til MT Højgaard, som i dag er det firma, der har installeret flest fundamenter til havvindmølleparker. Da man bevægede sig ud på dybere vand i Nordsøen gik man over til at bruge monopæle, som bliver banket ned i undergrunden, en opgave, som MT Højgaard har gjort sig til specialist i.

Gennem årene har først Elkraft, Elsam og senere DongEnergy fået stor kompetence i at anvende monopæle, som er en kendt teknologi fra olie- og gasindustrien, men som tidligere ikke var blevet produceret i store antal. På Horns Rev 1 var det første gang, man i stor stil anvendte monopæle. De første blev brugt ved Samsø-projektet. Det er en kompetence, som siden er forfinet, og som vi kan bryste os af her i Danmark. Her har DONG Energy spillet en rolle, ligesom Rambøll og Cowi også har spillet en væsentlig rolle. "Det er en teknik vi bruger, om det så er vindmølleparker vi bygger for engelske eller tyske energiselskaber."⁹¹

Produktudviklingen er sket både med hensyn til at forfine produktet og til at gøre dem meget billigere gennem industriel produktion. Inspirationen kom fra offshorebranchen, hvor man i forbindelse med boreplatforme også benyttede disse pæle. Når der opstilles boreplatforme benyttes kun få pæle, mens en vindmøllepark kræver op til mere end hundred styk, hvilket stiller helt anderledes krav til en rationel fremstilling.

Monopæl-fundamentene består af et stålrør, fra 2010 typisk med en diameter på 4 meter og en godstykkelse på 30-54 millimeter. Rørets totale vægt er mellem 125-155 tons. Monopælene rammes med en hydraulisk hammer ned i havbunden til en dybde på 22-24,5 meter. Fundamentet afsluttes med en 80-100 tons tung rørformet topsektion, der er udstyret med flange, hvorpå mølletårnet fastgøres, og hvor indvendige og udvendige platforme og bådlanding til møllen etableres. For at sikre monopælfundamentet mod erosion er pælen omgivet af et beskyttende lag af sten.

Bladt Industries i Ålborg er ligeledes en dansk virksomhed, som med leverancer af stålfundamenter til havvindmølleparker har vokset sig meget større. Monopælene er blevet udviklet, så de har kunnet bære større og større vindmøller.



Fundament til Horns rev 2, sat op af MT Højgaard, Energimuseet

Når fundamentene så står klar til mølletårn, nacelle og rotor, skal der bruges en ny type installationsfartøjer, som har været det største smertensbarn i havvindmøllernes tekniske historie. "Det var vel fordi, at her var der ikke erfaringer fra land at bygge videre på. I de indre danske farvande var der ikke de store problemer, men da vi bevægede os ud i Nordsøen og i farvandet omkring de britiske øer, så fik vi at føle, at her skulle der noget helt andet udstyr til, når parkerne skulle installeres."⁹² Først og fremmest pga. af bølgerne og blæsten, og nogle steder også pga. undergrunden. Bølgerne og blæsten har gennem årene givet store forsinkelser for mange vindmølleparker. I Nysted og på Horns rev 2, som blev bygget i 2008 og 2009, benyttede man gamle ombyggede fartøjer fra olie- og gasindustrien. Først i 2012 begyndte DongEnergy og andre selskaber i rollen som bygherrer at benytte fartøjer, som er direkte udtænkt til installation af havvindmølleparker.

Ved Horns Rev 1 blev det Kurt Thomsens skibe fra Fredericia, der kom til at opsætte møllerne på havet for Vestas, og det uden noget forudgående kendskab til denne opgave. Bygherrer og leverandøren var tilfredse, og siden har firmaet fået bygget nye og mere moderne skibe. I 2013 hedder firmaet A2SEA, og det har opsat mere end 800 vindmøller og 400 fundamenter på havet. Firmaet har i dag over 400 ansatte, og har siden 2009 været ejet af DongEnergy. Vindmøllefabrikanten Siemens blev medejere af firmaet i 2010.⁹³

I 2008 blev Fred. Olsen Windcarrier stiftet, også dette selskab har som andre fået bygget installationsfartøjer, som har forbedret opsætningen af møller. På den måde begyndte der omkring 2011 at komme mange nye fartøjer til markedet, som var dedikeret til vindmøller, og som har den plads, der er nødvendig for udstyr og mandskab, og som har de ben, der er nødvendig til forskellige typer af undergrund. Når der bygges en vindmøllepark, så er der mange løft dagligt, og det stiller nogle helt andre krav, end til de fartøjer, der anvendes ved olie- og gasplatforme. Processen fra

parkerne i 2002 og til i dag er gået fra at bruge nogle gamle og ofte udtjente fartøjer, som var blevet tilpasset opsætninger af møller på havet til fartøjer, som passer præcist til byherrerens behov. "Det er nok der, hvor man kan sige, at vores industri er blevet mest modnet."⁹⁴

Som nævnt tidligere i denne artikel, så kan selve havvindmølleteknologien som sådan betragtes som simpel sammenlignet med et termisk kraftværk. En pind i jorden og så en færdig mølle ovenpå, som projektleder Jens Bonfeld lakonisk udtrykker det i et interview.⁹⁵ Dog er det sådan, at skal havmøllerne have en fremtid, så skal denne produktionsform gøres mere konkurrencedygtig. Det betyder igen, at møllerne skal gøres større, og at alle elementer fra fundamentet til dele i møllen skal optimeres med hensyn til pris og driftssikkerhed. Det er dyrt at sende folk på havet for at lave reparationer, og derfor skal driftssikkerheden være høj. Det kan bl.a. gøres ved at installere nogle elementer dobbelt eller ved overvågningsudstyr, så man hele tiden er på forkant med problemer. Et andet tiltag er at forsimple opbygningen ved fx at lave gearløse møller. Når møllerne gøres større kommer der nye og anderledes krav til udformning, fundament, installationsmateriel og håndtering. For bygherrerne har det været altafgørende at arbejde hen mod en øget grad af industrialisering af selve opførelsen af parkerne, som er en kompleks proces med mange partner, der skal bringes til at spille rationelt sammen.⁹⁶

Med Anholt havmøllepark er mange ting i opførelsen lykkedes, som tidligere er gået galt. Ja nu er vi i en situation, hvor vi kan konstatere, at vi er blevet færdige en måned før planen. Samtidig har vi holdt os inden for budgettet, så man må sige, at det er gået godt....Skal vi lære noget af det, så må vi sige, at logistikken kan blive bedre, og at de installationsfartøjer vi brugte, ikke var de bedste. Vi troede, at indre farvand ikke krævede de bedste fartøjer, men også her kan vejret være voldsomt. Det er mølleinstallationen, der har givet os flest overraskelser.

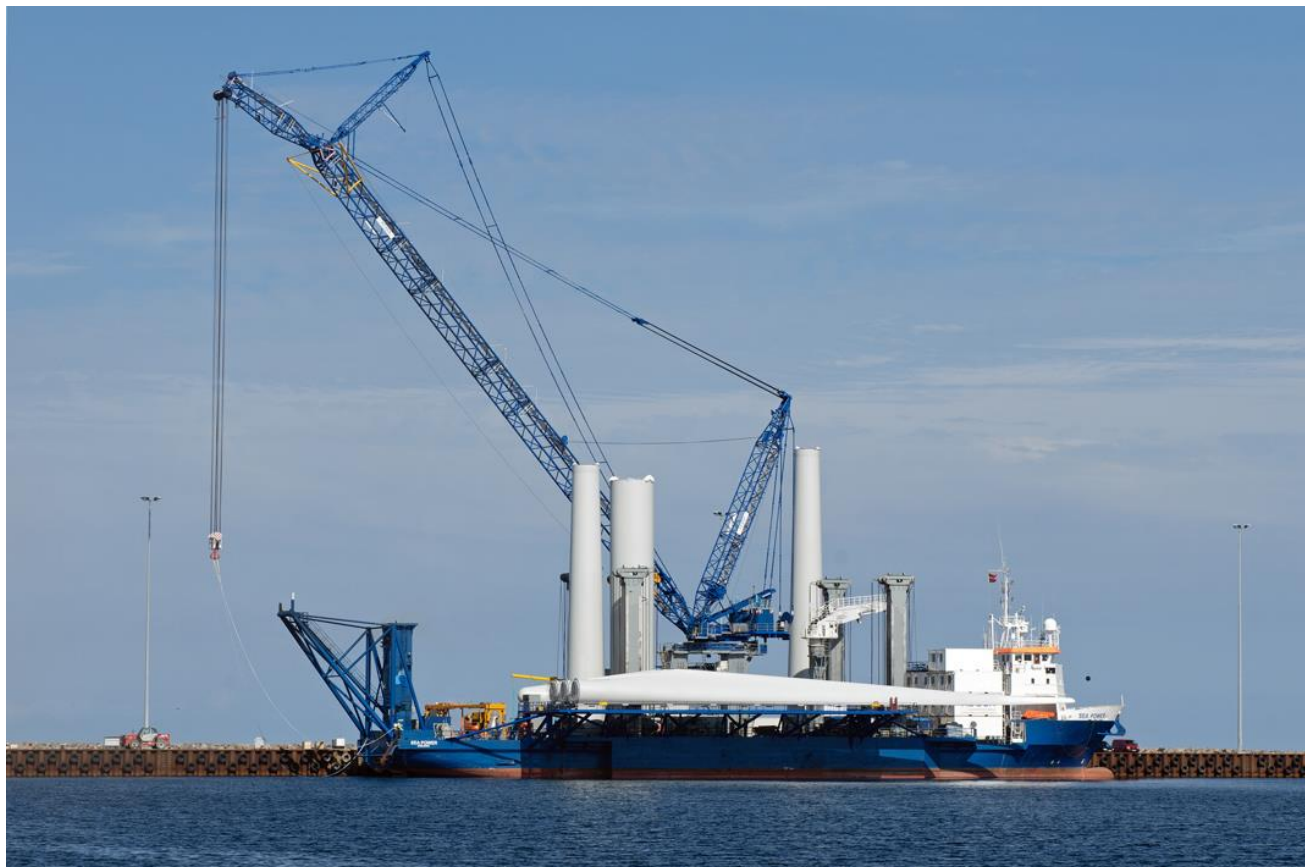
Selv om mange ved, at Anholt var et stort projekt, så er det alligevel ikke synligt for den almindelige dansker, bl.a. fordi det ikke foregår midt i en storby, men langt ude på havet. Tilfældet er dog, at fx Anholt har været Danmarks største byggeplads i perioden 2011-13. Det gælder både i udstrækning med en byggeplads på 5 x 20 km, men også med hensyn til antal ansatte, idet der har været mere end 3000 personer ansat. Når der var flest i gang, var der omkring 1000 på en gang. I et sådant projekt er der et flow af medarbejdere. Når fundamentene er færdige, skal en del af disse folk videre til det næste vindmølleprojekt, mens nye så træder ind på banen. Nogle medarbejdere hyres lokalt, mens en del også rejser fra sted til sted, som fortidens jernbanebørster. Omkring halvdelen af dette hold, som har det meste af Nordeuropa som arbejdsplads, er danskere.⁹⁷

Når så stor en arbejdsplads skal fungere, er der også behov for mange små leverandører af produkter og serviceydelser. Havneanlæg skal bygges om, der skal bygges lagerplads, der skal være catering, der skal foretages mindre reparationer på udstyr osv. I Grenå organiserede lokale virksomheder i forbindelse med Anholt havvindmøllepark et klyngesamarbejde under navnet Djurs Windpower.⁹⁸ Denne model kendes også fra andre havnebyer, som bliver udgangspunkt for kommende havvindmølleprojekter.

Sammenfattende kan man om leverandørerne til havvindmølleparker sige, at flere mindre og større leverandører har bidt sig fast på dette marked, at de har bidraget til produktudviklingen, og at de i dag er en del af et samlet konceptet, som er blevet så modent, at det er muligt at både tjene penge og fortsætte produktudviklingen. Ifølge Flemming Thomsen fra DongEnergy:⁹⁹

Det gælder, at vi med de første projekter ved Horns rev og Rødsand blev tvunget til at gennemføre projekterne uden at få noget afkast, og vores leverandører tjente nok heller ikke stort. Så prisen (på strøm fra parkerne) er ikke ændret nedad, næsten tværtom, men vores afkast er steget. Og det gælder også for alle andre, der er med i dette game. Uden fornuftig indtjening ville den industri, som det er blevet, jo uddø, og det er ikke i vores interesse. Dertil kommer, at der er blevet investeret i bedre

tekniske løsninger – parkerne er simpelthen bedre kørende i dag end tidligere. Sandsynligheden for, at parkerne overlever 25 år, som vi forventer, er blevet meget større med de nye parker. Det er i dag blevet en forretning, det var det ikke med de første parker, hvor det var et idealistisk foretagende.

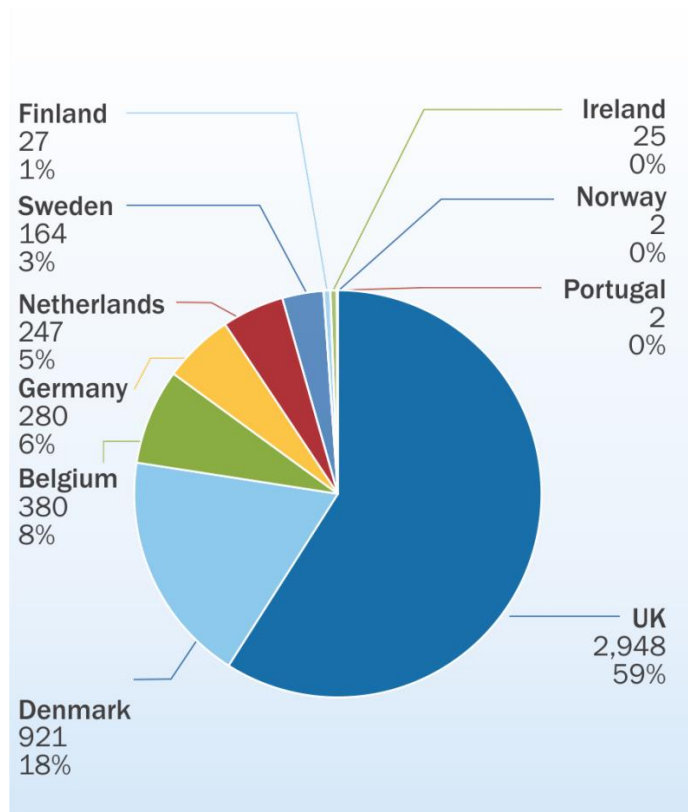


Installationsfartøj i Grenaa havn, brugt til Anholt vindmøllepark 2012-13, Energimuseet

Havvindmølleparkerne var ikke blevet noget uden statslig styring og regulering. De frie markeds kræfter havde ikke skabt grundlaget for denne nye industri, men har gennem årene bidraget til, at prisen stadig er blevet mindre og dermed har de været medvirkende til, at denne produktionsform kan overleve og blive et seriøst bidrag til fremtidens energiforsyning, i hver fald i Danmark og Storbritannien og til dels også Tyskland og Holland. Omlægningen af den danske energiproduktion fra en baseret på kulkraftværker til havvindmøller kræver meget store samfundsmæssige investeringer. Fx koster en havvindmøllepark som Anholt i nærheden af 10 mia. kr. Det betyder, at mange virksomheder har været villige til at investere for at gøre sig konkurrencedygtige, også fordi der er opstået politisk konsensus om, at Danmark i 2050 primært skal have sin energi fra havvindmøller. Leverandørerne har indset, at der er omsætning og indtjening i den grønne omstilling, og at det er en mangeårig proces. Det har i sig selv bidraget, til denne industris overlevelse, selvom det må forventes, at den udenlandske konkurrence bliver større. I 2013 er prisen på en MWh på europæisk plan 140 Euro. Målet er, at den i 2020 skal nedbringes til 100 MWh.¹⁰⁰ Dermed begynder prisen at blive konkurrencedygtig med den, der gælder for termiske kraftværker. Prisen på gas og skifergas til termiske kraftværker vil dog kunne forrykke dette forhold.

Storbritannien (UK) er i 2012 det land i Europa, som har flest vindmøller til havs i Europa.¹⁰¹ Uden for Europa findes der endnu ikke nævneværdige havvindmølleparker, og generelt må det

nævnes, at havvindmøller ikke foreløbig kommer til at spille nogen stor rolle globalt, da der kun findes få steder med egnede forhold. Der er kun få steder med tilstrækkelig lave vanddybder og tilstrækkelig megen vind. Både Siemens og Vestas slår således også fast, at markedet for havvindmøller i fremtiden kun vil være en mindre del af det samlede salg.¹⁰²



Procentvis fordeling på lande af den samlede installerede kapacitet i havvindmølleparker i Europa. Kilde Ewea statistik 2012.

Danmark førende med havvindmøller

Når Danmark er blevet førende med etablering af havvindmølleparker skyldes det flere forhold. En grøn energipolitik, som har satset på vindkraft og som har skaffet finansieringen gennem bl.a. forhøjede elpriser, har været af afgørende for udviklingen af havvindmøller. Dertil kommer, 1) at de største producenter af vindmøller er bosiddende i Danmark, 2) at Danmark var først til at installere og gøre erfaring med bygning og drift af vindmølleparker, 3) at elselskaberne fra slutningen af 1990'erne loyalt med dygtige ingeniører implementerede energipolitikken med hensyn til havvindmøller, 4) at der var en tiltagende folkelig opbakning til havvindmøller, 5) at fusionen af elselskaberne E2, Elsam og Dong i 2006 førte til, at et stort antal ansatte med kompetencer inden for etablering af havvindmølleparker blev samlet og blev markedsførende globalt set, 6) at Storbritannien i vinteren 2008/09 oplevede en energikrise med manglende gas og høje priser og derfor omlagde energipolitikken, så den kom til at indeholde en stor satsning på havvindmøllekraft, 7) at Danmark havde en række virksomheder og leverandører, som bidrog til at produktudvikle og opbygge et fælles koncept for konstruktionen af havvindmølleparker. En række begivenheder og

forhold som tilsammen gav momentum til havvindmøllerne, og som gjorde, at processen med etablering og drift blev industrialiseret, således at prisen på etablering og drift af havvindmølleparker er faldet betydeligt. Det grønne folkelige engagement, som skubbede vindmølleeventyret i gang i 1970'erne og 1980'erne, er fra 1990erne erstattet af en gennemreguleret energisektor baseret på den grundlæggende holdning, at energiproduktionen skal foregå uden fossile brændsler, og at når rammen for produktionen først er sat, så skal den foregå på de frie markedskræfters evne til at optimere den valgte produktionsform. Inden for denne ramme har de forskellige aktører hver spillet deres rolle.

Historien om de danske havvindmøller er derfor et eksempel på, at det er lykkedes at opbygge et kompleks teknologisk netværk, hvori der indgår bygning af møller, opsætning af møller, transport og bygning til havs, transmission af el fra hav til land osv. Opgaverne udføres af en række forskellige virksomheder, som har fundet sammen i et fællesskab, hvor hver part spiller sin veldefinerede rolle. Dette teknologiske netværk med dets aktører ville dog aldrig have kunnet fungere uden, at der var en politisk og befolkningsmæssig goodwill. Den grønne energipolitik har været den store igangsætter for vindmølleeventyret, men det har også været afgørende, at natur- og miljøorganisationer har bakket op om den store forretningsmæssige indsats, og omvendt at virksomhederne har kunnet se en kommerciel fordel ved at bidrage til den grønne omstilling.

Vi mener dermed, at historien om havvindmøllerne meget fint kan forstås i teoretisk forklaringsramme, hvor såvel Hughes, Callons og Est teorier, som er beskrevet i indledningen, anvendes sammen.

Utrykte kilder:

Referater af Elsams bestyrelsesmøder 1972-2000, beror hos DongEnergy

Energimuseet

Interviews med Jens W. Bonefeld (Elsam/DongEnergy), Flemming Thomsen (Elsam/DongEnergy), Henning Kruse (Bonus, Siemens Windpower, Dansk Vindmølleindustri) Christine Grumstrup Sørensen (DongEnergy), Frank A. Olsen (Elkraft/DONG/DongEnergy), Peter Stenvad Thomsen (Elsam/Vestas). Disse interviews er gennemført af Jytte Thorndahl og Flemming Petersen i 2012-13 og beror på Energimuseet sammen med en museumssag om havvindmøller, der er indsamlet i forbindelse med et projekt støttet af Kulturstyrelsen.

Pressemeddelelser og koncernmeddelelser fra DongEnergy findes på nettet. Ligeledes er mange dokumenter vedr. energipolitik og havvindmøller tilgængelige på Energistyrelsens hjemmeside

Litteratur

Callon, M.: *Society in the Making: The Study of Technology as a Tool for Sociological Analyses*. I Bijker, Hughes and Pinch: *The Social Construction of Technological Systems*. Cambridge and London, 1993.

Christensen, B. (ed.): *Wind Power. The Danish Way*, Askov 2009

Energiministeriet: *ENERGI 2000. Handlingsplan for en bæredygtig udvikling*. Energiministeriet april 1990.

Est, Rinie van: *Winds of Change: A comparative study of the politics of wind energy innovation in California and Denmark* by. Utrecht, The Netherlands, 1999

Garup, R. & Karnøe, P.: *Bricolage versus breakthrough: Distributed and embedded agency in technology entrepreneurship* i *Research Policy* 32(2), 2003, s. 277-300

Gipe, P.: *Wind Energy Comes of Age*, New York, 1995

Golding, E.W.: *The Generation of Electricity by Wind Power*. London, 1955

Hansen, H.C.: *Poul la Cour grundtvigianer, opfinder og folkeoplyser*, Askov Højskoles Forlag, 1985

Heymann, M.: *Die Geschichte der Windenergienutzung 1890-1990*. Frankfurt am Main, 1995

Heymann, M.: *Signs of hubris. The shaping of wind technology styles in Germany, Denmark, and the USA, 1940-1990* i *Technology & Culture*, Vol. 39, Nr. 4, 1998, s. 641-670.

Jørgensen, U.: *Networks of change: From grassroots and local supply to global wind turbine industry*. Part of: *Networks of Design*. Full conference paper publ. in proceedings/book. Presented at: *Networks of Design*, 2008, University College of Falmouth

Kamp, L.M.: *Learning in wind turbine development - a comparison between the Netherlands and Denmark*. Academic Thesis, Utrecht University, 2002.

Kamp, L. M.: Ruud E. H. M., Smits and Cornelis D. Andriessse, 'Notions on learning applied to wind turbine development in the Netherlands and Denmark' i *Energy Policy* 32 (14), 1625 -1637, 2004

Kamp, L.M.: *Danish and Dutch wind energy policy 1970-2000: lessons for the future* i *International Journal of the Environment and Sustainable Development* 5 (2), 2006, s. 213-220.

Kamp, L.M.: *Sociotechnical analysis of the introduction of wind power in The Netherlands and Denmark* i *International Journal of Environmental Technology and Management* 9, (2/3), 2008, s. 276-293

Kamp, L.M.: *The development of wind power in The Netherlands and Denmark; the influence of different innovation strategies and policies* i P.A. Strachan, D. Toke and D. Lal (Eds.), *Wind power and power politics*, Routledge, 2009

Karnøe, P.: *Dansk Vindmølleindustri – en overraskende international succes: Om innovationer, industriudvikling og teknologipolitik*. København, 1991

Kjær, J. m. fl.: *Danish Offshore Wind – Key Environmental Issues*. DongEnergy, Vattenfall, Energistyrelsen og Skov-og Naturstyrelsen, 2006

Krause, Gesche (ed.): *From Turbine to Wind Farms - Technical Requirements and Spin-Off Products*. 2010

Ladenburg, Jacob: *Attitudes towards Wind Power Development in Denmark*. Working paper, 3, Institute of Food and Resource Economics, The Royal Veterinary and Agricultural University, 2006

Ladenburg, J. og Krause G.: *Local attitudes towards wind power The effect of prior experience*. i Krause, Gesche (ed.): *From Turbine to Wind Farms - Technical Requirements and Spin-Off Products*. InTech, 2011, s. 4-14.

Lauber, V. (ed.): *Switching to Renewable Power: A Framework for the 21st Century*. London, 2005

Lemming, J. & Andersen, Per Dannemand: *Wind Power in Denmark. Technology, Politics and Results*. Energistyrelsen, København, 1999

Miljø & Energiministeriet: *Energi 21. Den danske regerings handleplan for Energi*. 1996.

Nielsen, K. Hvidtfeldt: *Vindmølleteknologi – teknologihistorisk stadium af danske og amerikanske vindmøller før 1962 med focus på actor-netværk-analyser af hhv. Gedsermøllen og Smith/Putnam-vindturbinen*. Unpublished Master's Thesis. Department of History of Science. Aarhus Universitet, 1991

Nielsen, K. Hvidtfelt: *Tilting at Windmills : On Actor-Worlds, Socio-Logics, and Techno-Economic Networks of Wind Power, 1974-1999*. Phd. Afhandling, Institut for Videnskabshistorie, Århus Universitet, 2002

Nielsen, K. Hvidtfelt: *Danish Wind Power Policies from 1976 to 2000: A Survey of Policy Making and Techno-Economic Innovation* i Lauber, V.: *Switching to Renewable Power: A Framework for the 21st Century*. London, 2005

Petersen, F.; Nielsen, H. (ed.); Nielsen K., Jensen, H. Siggaard: *Til samfundets tarv - forskningscenter Risøs Historie*, Roskilde 1998

Petersen, F. (ed.), Grøn, B.: *Det danske vindmølleeventyr*. København 2007

Petersen, F.: *Dansk elforsyning med staten på sidelinjen* i *Erhvervshistorisk Årbog* 2009, Århus.

Petersen, F. og Rüdiger, M.: *Elektricitet og politik i 1990'erne* i *Økonomi & Politik*, Nr. 3., Oktober 2009

Rüdiger, M.: *Energi og regulering. Energilpolitisk regulering og DONG A/S 1972-2004*, København, 2007

Rønsholdt Nielsen, S.: *Offshore Wind Farms and the Environment – Danish Experience from Horns Rev and Nysted*. Energistyrelsen, København, 2006

Thorndahl, J.: *Danske elproducerende vindmøller 1892-1962* i *POLHEM. Tidsskrift for teknikhistorie*, Göteborg, 1996/4 Årgang 14, s. 322-391

Thorndahl, J.: *Gedsermøllen – den første moderne vindmølle*. Skrifter fra Elmuseet nr. 15, Bjerringbro, 2005

Thorndahl & Christensen, B.: *Time for Survival and Development 1920-1945* i Christensen, B (ed.): *Wind Power. The Danish Way*, Askov, 2009

Thorndahl, J.: *Elværkernes vindmøller 1977 -1988. Fra Gedser til Tjæreborg* i *Kapitler af vindkraftens Historie i Danmark* 8. årgang udgivet af Energimuseet, Poul la Cour Museet, Nordisk Folkecenter for vedvarende Energi og Danmarks Vindkraftshistoriske Samling, 2013.

Noter

¹ Karnøe 1991 s. 176 ff.

² Nielsen 2001

³ Petersen, Nielsen (red.), Nielsen, Siggaard Jensen: *Til samfundets tarv*, 1998, s. 388-410: Nye vinde over Risø

Petersen (ed.) og Grøn: *Det danske Vindmølleeventyr*, 2007

⁴ Linda Kamp, 2004

⁵ Petersen, 2009, og Petersen & Rüdiger, 2009

-
- ⁶ Rüdiger, 2007
- ⁷ Callon, 1993
- ⁸ Klimakommissionens rapport, 2010
- ⁹ Interview med Henning Kruse, s. 9
- ¹⁰ Energistyrelsen, Fremtidens Havvindmølle placeringer, version 1, 2007
- ¹¹ Vindmøller på havet. Århus Amtskommune 1987 udarbejdet af R&H.
- ¹² ELKRAFTnyt 14,12,1988
- ¹³ ElsamPosten 1991, nr. 10, s. 5
- ¹⁴ Lindley, D. et al., 1980: Assessment of offshore siting of wind turbine generators. Third International Symposium on Wind Energy Systems, August 26-29. Kilar L. A. et al. 1979: Design study and economic assessment of multi-unit offshore wind energy conversion systems application. Westinghouse Electric Corporation, Advanced Systems technology, East Pittsburgh. WASH-2330-78/4, June 1979. Hardell R. et al. 1979: Sjöbaserade vindkraftverk. Ett uppdrag för Nämnden för energiproduktionsforskning. SIKOB (Svensk Industris Konstruktions och Beräkningskontor AB), mars 1979. samt Hardell R. and Ljungström 1978: Offshore based wind turbine systems for Sweden - A system concept study. Second International Symposium on Wind Energy Systems, Oktober 3.-6- 1978.
- ¹⁵ Offshore vindkraft i Danmark, 1983. Energiministeriets og Elværkernes vindkraftprogram EEV 83-01. marts 1983
- ¹⁶ Thorndahl, Jytte, 2013: *Elværkernes vindmøller 1977-1988. Fra Gedser til Tjæreborg*. I Kapitler and Vindkraftens Historie. 2013
- ¹⁷ El og energi, november 1990, s. 5: *Skaf arealerne - så bygger vi møllerne*. El og Energi, oktober 1990, s. 34: *Verdens første havmøller*
- ¹⁸ Referat af bestyrelsesmøde hos Elsam den 26. september 1991
- ¹⁹ Danmarks Vindmølleforening: *Hvem ejer vindmøllerne?* Fakta om Vindenergi, Ø7 www.dkvind.dk/fakta/07.pdf
- ²⁰ Miljø- og Energiministeriet, pressemeddelelse 15. februar 1996
- ²¹ *Havmølle-handlingsplan for de danske farvande*, juni 1997. Elselskabernes og Energistyrelsens arbejdsgruppe for havmøller. SEAS, Haslev.
- ²² Referat fra Elsam bestyrelsesmøde den 28. juli 1997
- ²³ Referat fra Elsam bestyrelsesmøde den 23. september 1997
- ²⁴ Energistyrelsen: *Danmarks energifortider, hovedbegivenheder på eneenergimrådet*, s. 48 findes på: http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/dokumenter/publikationer/downloads/energi_fortider_28apr06tfh.pdf (9.12.2013)
- ²⁵ Eva Tingkær, *Elselskabernes grundlov*, 2012; Flemming Petersen: *Dansk elforsyning med staten på sidelinien*, i *Erhvervshistorisk Årbog 2009*, s. 216
- ²⁶ Interview med Christine Grumstrup Sørensen, s. 3
- ²⁷ Interview med Flemming Thomsen
- ²⁸ Peter Karnøe 1991, s. 176 ff.
- ²⁹ Eriksen, P.B. : *Offshore vindkraftanlæg. Belastninger*. Elsam, 1981 og 1982.
- ³⁰ Interview med Frank A. Olsen, s. 2-3
- ³¹ Referat fra Elsams bestyrelsesmøde den 8.12. 1988
- ³² Referat fra Elsams bestyrelsesmøde den 26.9. 1991
- ³³ Interview med Peter Stenvad Madsen, s. 5
- ³⁴ Interview Frank A. Olsen, s. 5
- ³⁵ Forordet til *Havmøllehandlingsplan for de danske farvand*, udarbejdet af Elselskabernes og Energistyrelsens arbejdsgruppe for Havmøller, juni 1997
- ³⁶ Blandt omtalt i Information 6. oktober 1997
- ³⁷ Referat fra Elsams bestyrelsesmøde, den 28. september 1995
- ³⁸ Interview Peter Stenvad Madsen, s. 5
- ³⁹ Referat fra Elsams bestyrelse den 23. september 1997
- ⁴⁰ Interview med Jens W. Bonefeldt, s. 5.

-
- ⁴¹ Interview Jens W. Bonefeldt, s. 3-4
- ⁴² Interview med Christina Grumstrup Sørensen, s. 4
- ⁴³ Politiken 3.januar 2009
- ⁴⁴ Interview med Christina Grumstrup Sørensen, s. 3-4
- ⁴⁵ Koncernmeddelelse fra DongEnergy 22.04.2009
- ⁴⁶ Koncernmeddelelse fra DongEnergy 6.3.2009
- ⁴⁷ Interview med Christina Grumstrup Sørensen, s. 3-4
- ⁴⁸ Ibid. s. 9
- ⁴⁹ Interview med Flemming Thomsen, s. 7
- ⁵⁰ Ibid. og Flemming Thomsen
- ⁵¹ Interview med Jens Wittrock Bonefeld og Flemming Thomsen, s. 6
- ⁵² Ibid.
- ⁵³ Interview med Christina Grumstrup Sørensen, s. 5
- ⁵⁴ Interview med Christina Grumstrup Sørensen, s. 4
- ⁵⁵ Petersen mv.: *Til Samfundets Tarv*, s. 410
- ⁵⁶ Henning Kruse, interview, s. 1
- ⁵⁷ Høringssvaret findes bl.a. via:
[Http://www.windpower.org/download/630/100305_Vindm%F8lleindustrien_H%F8ringssvar_Testcenter_i_%D8sterild.pdf](http://www.windpower.org/download/630/100305_Vindm%F8lleindustrien_H%F8ringssvar_Testcenter_i_%D8sterild.pdf) (9.12.2013)
- ⁵⁸ Henning Kruse, s. 8
- ⁵⁹ *Havmøller Horns Rev. Vurdering af Virkning på Miljøet. VVM-redegørelse.* ElsamProjekt, Fredericia, Maj 2000
- ⁶⁰ BIO/consult as: *Possible effects of the offshore wind farm at Vindeby on the outcome of fishing*, januar 2002, s. 11
- ⁶¹ Interview med Henning Kruse, s. 4
- ⁶² Dansk Vindmølleforening: <http://www.dkvind.dk/fakta/M6.pdf> (9.12.2013)
- ⁶³ ElsamPosten 1994, nr. 7, s. 2-3
- ⁶⁴ Aarhus Stiftstidende 20.08. samt 23.08.1994
- ⁶⁵ Midtpunkt 1994 nr. 4 side 16
- ⁶⁶ TEK-NYT 1994 (Midtkraft), 17. 23. december 1994
- ⁶⁷ Jyllandsposten 06.01.1995 1. sektion s. 8
- ⁶⁸ Københavns Miljø- og Energikontor: *Vindmøllepark på Middelgrunden. Forundersøgelser fase 1a/31.* København. 1997
- ⁶⁹ Københavns Miljø- og Energikontor: *Havmøller på Middelgrunden Forundersøgelser, fase 2 og 3.* 2000
- ⁷⁰ Danmarks Naturfredningsforening var i starten meget kritiske overfor projektet, og udtalte sig negativt ved en første høringsrunde i 1998. Men DN's lokale komite for København var positivt indstillede, og en del medlemmer meldte sig ud i protest. På er Repræsentantskabsmøde i november 1998 vedtog DN's repræsentantskab en resolution, der underkendte forretningsudvalgets indstilling. (Ibid. s. 37)
- ⁷¹ Energistyrelsen: *Godkendelse af vindmøllepark på Middelgrunden.* 8. kontor 13. december 1999. J. nr. 6140-0003. s. 17 -24
- ⁷² Ibid. s. 26
- ⁷³ Kuehn, Susanne 2005: *Havvindmøller i lokalområdet - en undersøgelse ved Horns Rev Havmøllepark.* Forskningsrapport 2005-067
- ⁷⁴ Tougaard, J.; Carstensen, J.; Wisz M.;Jespersen, M.;Teilmann; J.;Bech; N.; Sov, N. Neri: *Harbour Porpoises on Horns Reef. Effect of the Horns Reef Wind Farm. Commissioned Report.* Roskilde 2006, side 34
- ⁷⁵ Som note 73, s. 30
- ⁷⁶ Som note 73, s. 15-18
- ⁷⁷ Tidsmæssigt faldt Horns Rev projektet sammen med en forstærkning af højspændingsledningerne mellem Esbjerg og Vejen, hvilket samlede en protest med 5000 underskrifter mod linjeføringen. Ved Horns Rev var der slet ikke samme omfang i modstanden mod parken. (se note 73 side 40)
- ⁷⁸ Politiken 25.01.2006 offentliggjort på Politikens hjemmeside Politiken.dk/indland

⁷⁹ Miljø og Energiministeriet, Energistyrelsen. Brev dateret 27. juli 2001 Godkendelse af demonstrationsvindmøllepark ved Rødsand

⁸⁰ Susanne Kuehn: *Havvindmøller i lokalområdet - en undersøgelse ved Nysted Havmøllepark. Baggrundsrapport. Forskningsrapport 2005-057*. ECON Analyse 30. juni 2005

⁸¹ Ibid.

⁸² Januar 2013, Analyse foretaget af InsightGroup, analyseenheden i OmnicomMediaGroup, på vegne af WWF Verdensnaturfonden og Codan. I forhold til tidligere mener nu et flertal, at man ikke kan overlade denne sag til politikere og erhvervsliv, man må selv gøre noget ved sagen.

http://awsassets.wwfcdk.panda.org/downloads/danskernes_holdninger_til_klimaforandringerne.pdf

⁸³ *Klimapartnerskab med Novo Nordisk*. Downloadet fra www.DongEnergy.com/da/forretningsaktiviteter/customers_markets/aktiviteter/klimapartnerskab 27.06.2013 Der blev af Mandag morgen foretaget en undersøgelse af Klimapartnerskaberne. Rapporten "Klimapartnerskaber og værdiskabelse". DONG Energy og Mandag Morgen. 2011. (9.12.2013) *Partnere aftager strøm fra Horns Rev 2*. Downloadet fra DONG Energys hjemmeside www.DongEnergy.com/hornsrev2/da/om_horns_rev_2/om_projektet/pages/partnere_aftager_strom_fra_horn_s_rev_2.aspx (27. 06.2013)

Bent H. Sørensen: *DONG satser stort på klimapartnerskaber*. Berlingske Business hjemmeside www.m.business.dk 2. maj 2009.

⁸⁴ Interview med Flemming Thomsen, s. 5

⁸⁵ Interview med Henning Kruse, s. 5

⁸⁶ Interview med Frank A. Olsen, s. 9

⁸⁷ Interview med Christina Grumstrup Sørensen, s. 8

⁸⁸ Interview med Flemming Thomsen, s.

⁸⁹ Interview med Jens W. Bonfeld, s.4

⁹⁰ Interview med Henning Kruse, s. 7

⁹¹ Ibid., s. 2

⁹² Ibid., s. 8

⁹³ Oplysninger fra A2SEAs hjemmeside: www.a2sea.com (17.06.2013)

⁹⁴ Interview med Christina Grumstrup Sørensen, s. 2

⁹⁵ Interview med Jens W. Bonfeld, s. 6

⁹⁶ Interview med Flemming Thomsen s. 7

⁹⁷ Ibid.

⁹⁸ Notat fra seminar om havmøller på Helnan Marina 21.5. 2013 v. Lene Skovsgaard Sørensen, Djurs Windpower

⁹⁹ Fælles interview med Jens W. Bonfeld og Flemming Thomsen, s. 6

¹⁰⁰ Interview med Christina Grumstrup Sørensen, s. 5

¹⁰¹ Ewea, statistik 2012

¹⁰² Henning Kruse interview, s. 9