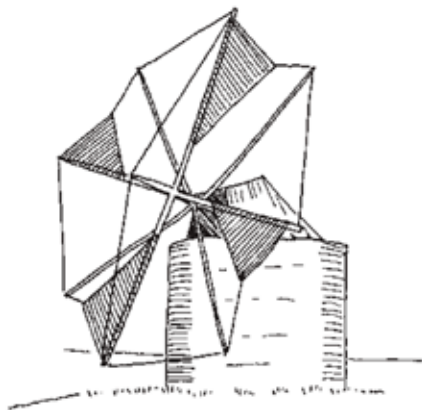


Vindmøllernes historie

Vindens energi er fra meget gammel tid blevet udnyttet på sejlskibe, men de første vindmøller blev bygget i Asien.

Europas første vindmøller blev bygget omkring år 1100. De blev brugt til at pumpe vand og male korn. De ældste europæiske vindmøller havde lave, kraftige tårne, som var bygget af sten eller mursten. Vingerne var sejl – udspændt på et simpelt træskelet. Rester af denne mølletype findes stadig i Grækenland og andre Middelhavslande.

I det flade Holland, hvor floderne flyder for trægt til vandmøller, byggede man vindmøller til at pumpe vand væk fra lavtliggende områder.



I det traditionelle landbrugssamfund har vindmøller og vandmøller gennem århundreder været et supplement til muskelkraften fra mennesker og trækdyr.

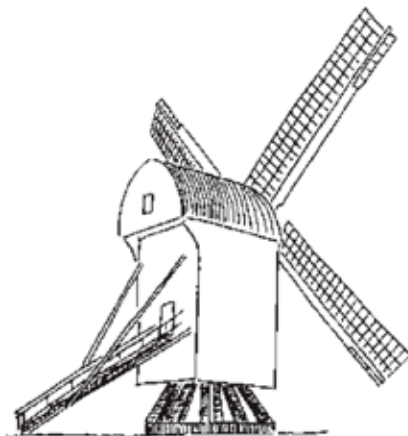
Stubmøllerne

I Danmark er vindmøller blevet udnyttet som kraftkilde siden midt i 1200-tallet. De første vindmøller var lavet helt i træ, og der er intet tilbage af dem.

De ældste danske vindmøller var stubmøller. Møllehuset med de fire vinger var anbragt på en sokkel, en »stub«. Stærke mænd kunne dreje hele møllehuset op mod vinden.

Langt op i 1800-tallet var der stubmøller på Københavns volde. Den sidste af disse møller blev revet ned i 1886. Den ældste danske stubmølle, som stadig er bevaret, blev opført på Stevns i 1778. Den er nu opstillet på det jyske frilandsmuseum på

Hjerl Hede. En anden gammel stubmølle fra samme tid står på Frilandsmuseet i Lyngby nord for København.



De hollandske møller

En ny type vindmøller kom til Danmark i begyndelsen af 1800-tallet. Det var de hollandske møller. De havde et kraftigt møllehus, funderet på en sokkel af kampesten. På møllehuset sad en drejelig møllehat med fire vinger. De bestod af et træskelet beklædt med sejldug, som kunne rulles sammen og bindes til vingeskellet (»svikkes«), når møllen ikke skulle køre.

På senere møller blev sejldugen på møllevingerne erstattet af træklapper, der ligesom persienner kunne lukke op og i, alt efter hvor kraftigt det blæste. Dermed blev møllen »selvsvikkende«.



DANMARKS
VINDMØLLEFORENING

Fakta om Vindenergi

Faktablad M5

Vindens energi blev overført til møllens kværne gennem et sindrigt system af aksler og tandhjul, lavet helt i træ, som regel hårdt egetræ.

I slutningen af 1800-tallet blev de hollandske møller udstyret med tværstilte krøjevinger - et sæt »sidepropeller«, som automatisk kunne holde møllehaten op mod vinden.

Hollændermøllerne kunne bygges langt større end de gamle stubmøller, og de kunne levere mere kraft. De store hollændermøller havde en grundmuret underbygning med en port igennem, så man kunne køre ind med hest og vogn og læsse af i tørvej.

Den mest kendte danske mølle af den hollandske type er nok Dybbøl Mølle ved Sønderborg. Den blev et nationalt symbol, fordi den blev ødelagt under de dansk-tyske krige i 1849 og 1864, og senere genopbygget.

At være møller var oprindeligt et privilegeret erhverv. Hver mølle havde eneret på at male bøndernes korn i et bestemt område, og mølleren var ofte en fremtrædende mand i sognet. Arbejdstiden for møllersvendene var meget skiftende. De måtte ofte arbejde om natten, når der var god vind.

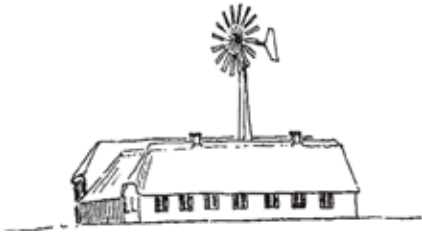
Mølleprivilegierne blev afskaffet i 1862, da næringsfrihed blev indført i Danmark.

I 1880 var der ifølge statistikken cirka 2.300 selvstændige møllere i Danmark. Men kornmøllerne på landet blev efterhånden trængt tilbage af de nye dampmøller i byerne. Kulfyrede dampmaskiner gav billigere og mere pålidelig energi end de gamle vindmøller.

Landmændenes egne møller

Samtidig betød ophævelsen af mølleprivilegierne, at landmændene fik lov til at have deres egne gårdmøller eller husmøller. Også konkurrencen herfra ramte de selvstændige mølleri hårdt.

Det nøjagtige antal af landmændenes husmøller kendes ikke. Et gæt går ud på, at mellem 20.000 og 30.000 danske landbrugsejendomme omkring 1920 havde deres egen lille vindmølle, som leverede kraft til tærskværker, kværne,



motorsave, vandpumper m.v. Husmøllerne var mest udbredt i det vestlige og nordlige Jylland.

Nogle af landmændenes møller stod frit på jorden. Andre var nærmest små stubmøller, der var anbragt på et kort stolpetårn, en stok, på taget af laden. Når møllen skulle trække en maskine nede i bygningen, blev vingerne beklædt med kludesejl, og møllen måtte drejes ind i vinden med håndkraft.

Senere kom vindmotorer, der var fremstillet af jern, med 4-6 vinger og drejelige klapper vinkelret på vingearmen (klapsejlere). Andre landmænd anskaffede vindroser med mange tætsiddende blade, anbragt som stråler fra en sol.

Men flere og flere landmænd fik petroleumsmotorer, dieselmotorer og senere elektromotorer, som blev drevet af el fra elnettet. Og de mange små husmøller blev efterhånden skrottet.

Poul la Cours møller

I 1891 begyndte fysikeren Poul la Cour, der var lærer i naturvidenskab på Askov Højskole, at eksperimentere med vindkraft til produktion af elektrisk strøm. La Cour blev kaldt »trolde manden fra Askov, der lavede lys og kraft af regn og blæst«.

Han fik støtte af staten til at opføre en forsøgsmølle ved højskolen - et træhus med et tårnstativ og fire sejlkledte møllevinger. Sejlene blev dog ret hurtigt udskiftet med klapsejlervinger af træ. Og

en ny og større forsøgsmølle blev opført i 1897.

La Cours mølle producerede jævnstrøm til højskolen og senere også til folk i Askov by. Han eksperimenterede desuden med at oplagre vindens energi i form af brint og ilt.

Når elektricitet ledes gennem vand, spaltes vandmolekylerne til brint og ilt, som kan lagres i tanke og senere blandes og give et klart lys i særlige lamper. Blandingen kaldes knaldgas, fordi den let kan eksplodere. Men i syv år fik Askov Højskole lys fra la Cours knaldgas uden alvorlige uheld.

Senere gik han over til at lagre vindenergi i bly-akkumulatorer, som kunne give el, når vinden svigtede. Askov-møllen brændte i 1929, men en ny mølle blev opført og blev først revet ned i 1968.

Højskolemanden Poul la Cour drømte om, at hele den danske landbefolkning skulle forsynes med lokalt produceret energi fra små elværker. I en årrække uddannede han »landlige elektrikere« på tre måneders kurser på højskolen, og rundt om i landet blev der opført små landsby-elværker, heraf cirka 30 med vindmøller.

I det lange løb kunne vindkraften dog ikke klare sig i konkurrencen med de store kulfyrede kraftværker, som producerede vekselstrøm, og det landsdækkende højspændingsnet, som efterhånden blev opbygget.

I 1928 skrev forfatteren Poul Henningsen i et afskedsdigt til »Vindmotoren«:

»Ingen kan undgå livets aften, tiderne veksler for motorkraften. Alt har sin chance, og du har haft den.«

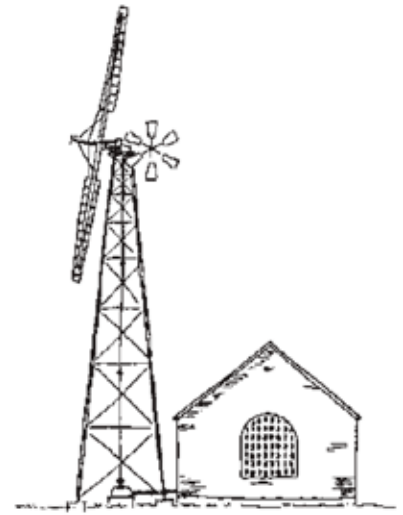
Vindkraft i krigstid

Under de to verdenskrige, da der var mangel på kul og olie, fik vindkraften alligevel en ny chance.

Under 1. verdenskrig 1914-18 var der cirka 250 elproducerende møller i Danmark, heraf 120 i forbindelse med elværker. Men allerede i 1920 var der kun 75 små elværker, der brugte vindmøller, og i 1940 var tallet faldet til 25.

Den fynske møllebygger og maskinfabrikant Knud Lykkegaard, der havde været på kursus som »vindelektriker« i Askov, byggede klapsejlere med en effekt på op til 60 kilowatt. Og i 1919 fik den danske ingeniør Povl Vinding patent på verdens første vindmølle med vinger, der var udformet efter aerodynamiske principper.

Denne mølle kom i produktion under navnet »Agricco«. Den havde drejelige



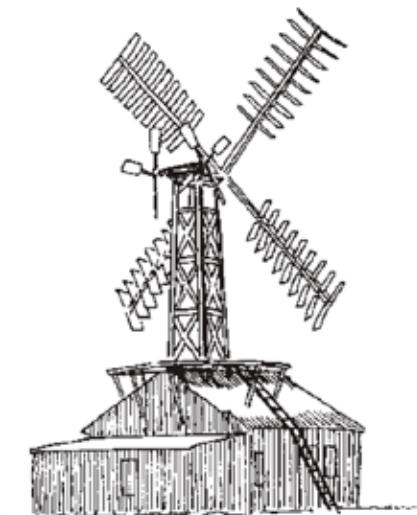
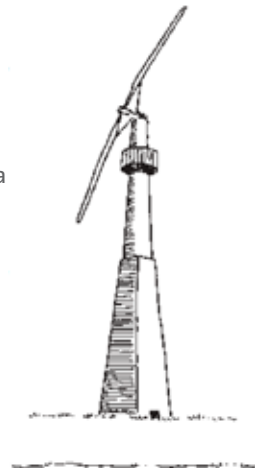
vinger med en profil ligesom flypropeller. Praktiske forsøg viste, at den havde en ydelse, der var ca. 50 procent større end traditionelle klapsejlere med samme vingefang.

I 1930'erne, da det kneb med afsætningen, stillede Lykkegaards firma vindmøller op ved mindre elværker for egen regning og solgte strømmen for cirka 10 øre pr. kilowatt-time. Og under den tyske besættelse 1940-45 blev der igen brug for de gamle klapsejlere. Lykkegaards private møller blev overtaget af elværkerne, og han byggede flere.

I alt var der under krigen cirka 70 elproducerende klapsejlere med en vingediameter på 14-18 meter og en maksimal effekt på 30-40 kilowatt. Knud Lykkegaard kørte rundt og tilså møllerne i en elektrisk bil, der blev opladet med vindkraft-elektricitet.

I de første krigsår udviklede cementkoncernen F. L. Smidth sammen med flyfirmaet Kramme & Zeuthen en ny jævnstrømsproducerende mølletype med aerodynamiske vinger. Nogle af møllerne havde to vinger med en rotordiameter på 17 meter, andre havde tre vinger med en diameter på 24 meter.

Begge typer havde mølletårne af beton, og møllerne havde en effekt på 40-70 kilowatt. Der blev bygget cirka 20 af disse møller, de fleste ved lokale elværker, og flest med to vinger.



En af F. L. Smidth-møllerne blev placeret på lavt vand ud for Neksø på Bornholm og var således verdens første hav-mølle.

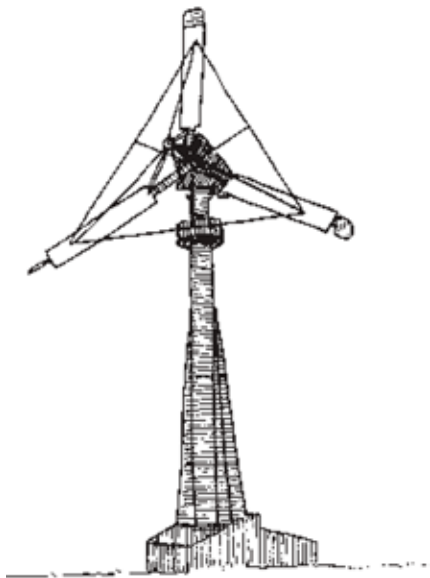
Gedser-møllen

En anden af de praktisk orienterede »vindelektrikere«, som havde været på kursus i Askov, var Johannes Juul. Han blev senere ingeniør hos det sjællandske elselskab SEAS. Her gennemførte han i årene omkring 1950 en række forsøg med vekselstrøm-producerende vindmøller.

Juul konstruerede den såkaldte Gedser-mølle, der skulle blive forbillede for de møller, som møllefabrikanter udviklede efter energikriserne i 1970'erne.

Gedser-møllen var i drift fra 1957 til 1967. Den havde en effekt på 200 kilowatt og tre vinger med en diameter på 27 meter – samme størrelse som de moderne møller nåede op på i slutningen af 1980'erne. Juul opfandt også de luftbremser, der sidder på vingespidsene af mange moderne vindmøller.

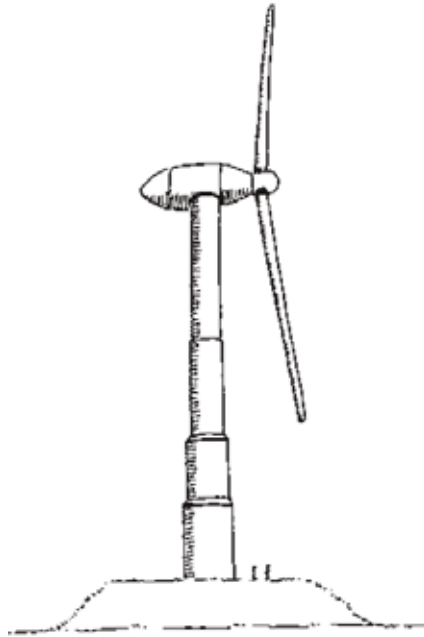
Møllen i Gedser var et led i Danske Elværkers Forenings vindkraftprogram, som blev afsluttet i 1962. Vindkraftudvalget konkluderede, at vindmøller ikke med de daværende lave oliepriser kunne konkurrere med kraftværkernes elproduktion. Johannes Juul var dog ikke enig i denne konklusion.



Tvind-møllen

Da olielandene i 1973 satte prisen på råolie kraftigt i vejret, blev der atter interesse for at undersøge mulighederne i vindkraft og anden »alternativ energi«.

Elever og lærere på Tvind-skolerne ved Ulfborg i Vestjylland opførte 1975-78 »verdens største vindmølle« med en vinddiameter på 54 meter og et 53 meter højt betontårn.



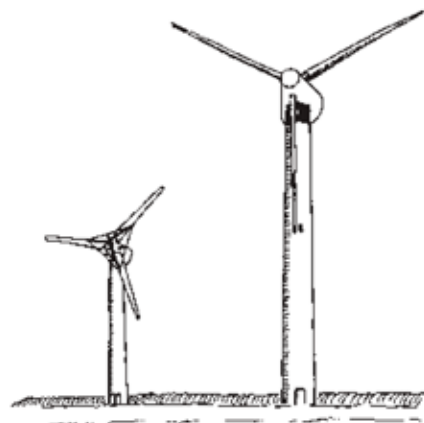
Tvind-møllen blev bygget af »mølleholdet«, der bestod af frivillige uden særlig sagkundskab. Der blev samarbejdet med ingeniører om vingeprofilet og de centrale beregninger, men det fulde ansvar for opførelsen lå hos mølleholdet.

Den store mølle i Tvind er i modsætning til de fleste andre møller »bagløber« – det vil sige, at vingerne stiller sig i læsiden af tårnet. Det har den fordel, at belastningerne på krøjesystemet bliver reduceret. Endvidere kører møllen med variabel hastighed og frekvensformer. Den maksimale effekt er 960 kilowatt – det vil sige cirka halvdelen af, hvad generatoren kan yde. Begrundelsen er begrænsede afsætningsmuligheder til nettet og en længere levetid.

Tvind-møllen kører stadig efter at have fået nye vinger i 1993. Den har nu mere end 70.000 driftstimer bag sig. Den samlede produktion har passeret 12 mio. kilowatt-timer.

Topstyrede vindmølleforsøg

I 1976 indledte Handelsministeriet, som dengang tog sig af den danske energi-



politik, et forskningsprogram for større vindmøller sammen med elselskaberne og nogle industrifirmaer.

Omkring 1980 blev der opført to forsøgs-møller ved Nibe. Tårnene af beton var 41 meter, og møllerne havde hver en kapacitet på 630 kilowatt. Der var en del tekniske vanskeligheder, blandt andet med glasfibervingerne, som måtte udskiftes med trævinger.

I 1981 blev aktieselskabet Dansk Vindteknik oprettet med Energiministeriet som hovedaktionær. Selskabet skulle udvikle store vindmøller, men havde betydelige tekniske og økonomiske problemer. I 1985 trak Energiministeriet sig ud, og det sjællandske elselskab SEAS blev hovedaktionær.

Med EF-støtte blev der rejst fem 750 kilowatt møller fra Dansk Vindteknik på Masnedø ved Vordingborg. Også her var der tekniske problemer. I 1989 blev virksomheden fusioneret med det private vindmøllefirma Vestas.

Den jysk-fynske elværkssammenslutning Elsam byggede i 1988 en stor mølle på 2 Megawatt i Tjæreborg ved Esbjerg. Men de vindmølleparker, som elselskaberne senere har opført efter aftale med Energiministeriet, har udelukkende møller, som er udviklet af de private danske vindmøllefirmaer.

Også i USA, Tyskland og Sverige har staten støttet forsknings- og udviklingsprogrammer med store vindmøller. Høj-teknologiske virksomheder har iværksat kostbare projekter, hvor man blandt andet har forsøgt at udnytte erfaringer fra flyindustrien. Men resultaterne var skuffende.

Navnlig gik det dårligt for det kæmpestore tyske GROWIAN-projekt, hvor en mølle til 330 mio. kr. med tårnhøjde og vingediameter på 100 meter blev opgivet og pillet ned i 1987 efter en samlet driftstid på mindre end 300 timer.

Små møller med succes

Udviklingen af en moderne dansk vindmølleindustri begyndte nedefra. Private vindkraftinteresserede, håndværkere og mindre virksomheder tog fat på at producere mindre møller. De første år blev møllerne primært solgt til private familier, der ønskede at dække deres eget elforbrug. Da møllerne i begyndelsen af 1980'erne blev større, rejstes mange af møllerne af lokale, der gik sammen i et vindmøllelaug.

I 1973 byggede snedkermester Chr. Riisager i Skærbæk ved Herning den første privatejede vindmølle, som blev sluttet til elnettet. Riisagers mølle var inspireret af Johannes Juuls design fra Gedser-møllen. I 1976 solgte Riisager de første to



møller. De havde en vingediameter på 10 meter og en generator med en effekt på 22 kilowatt. Herefter fulgte i 1978 en serieproduktion af 74 møller med generatoreffekt på hhv. 22, 30 og 45 kilowatt.

En anden pionermølle var HVK-møllen. Den første, der nettilsluttedes i 1978, havde en generatoreffekt på 22 kilowatt og en vingediameter på 10 meter. Den var designet af Henrik Stiesdal og bygget af Karl Erik Jørgensen, Herborg Maskinværksted. I 1979 blev rettighederne til møllen solgt til maskinfabrikken Vestas i Lem, der hidtil blandt andet havde fremstillet landbrugsvogne.

Firmaet Danregn i Brande leverede vandingsanlæg til landbruget, men begyndte i 1980 at producere Bonus-møller. Samme år begyndte Nordtank i Balle på Djursland, som lavede tanke til transport af olie m.v., at producere vindmøller. Samtidigt hermed fremstillede VVS-installatør Svend Jensen i Frederikshavn vindroser. SJ-Windpower-møllerne blev anvendt til opvarmning af vand.

I 1978 blev foreningen Danske Vindkraftværker dannet af vindmølleejere og andre vindkraftinteresserede. Foruden at varetage mølleejeres fælles interesser, blev det fra starten også formuleret som foreningens formål at oplyse om vindkraft. Foreningen skiftede senere navn til Danmarks Vindmølleforening. Foreningens medlemsblad, månedsmagasinet Naturlig Energi, har siden 1978 dokumenteret vindmøllernes ydeevne ved at bringe statistik og driftserfaringer fra vindmøller.

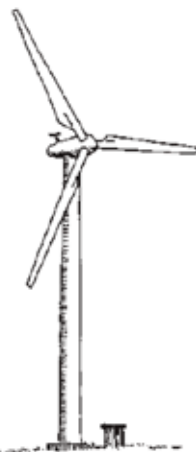
Også i 1978 blev Prøvestationen for Vindmøller oprettet på Risø. Året efter vedtog Folketinget, at private, som ville rejse

en vindmølle, kunne få et statstilskud på 30 procent af anlægsprisen. Dette tilskud blev efterhånden aftrappet og ophørte helt i 1989.

En international industri

Vindmølle-»småindustrien«, som opstod i slutningen 1970'erne var et resultat af et stort folkeligt engagement og en politisk goodwill overfor udvikling og udbygning med vindkraft. Småindustrien har i dag udviklet sig til en stor og betydelig industri. I begyndelsen af firserne var der omkring 20 virksomheder, som fremstillede vindmøller. I dag er kun 2 af de største tilbage: Vestas og Siemens (tidligere Bonus, Nordtank og Micon). De er til gengæld store, og for dem begge gælder, at de udspringer af udviklingen omkring 1980.

Ser man på, hvad vindindustrien fylder i industrilandskabet, er det værd at bemærke, at der er mange underleverandører til denne industri. Ikke kun tårnfabrikker, vingeproducenter, styringsproducenter, men også en række virksomheder i den etablerede maskinindustri er leverandører til vindmølleindustrien – af alt fra skruer og bolte, maling og glasfiber til gearkasser og generatorer. Den største deciderede vindmølleunderleverandør er firmaet LM Wind Power, som gennem mange år har leveret vingerne og bremser til vindmølleindustrien i ind- og udland.



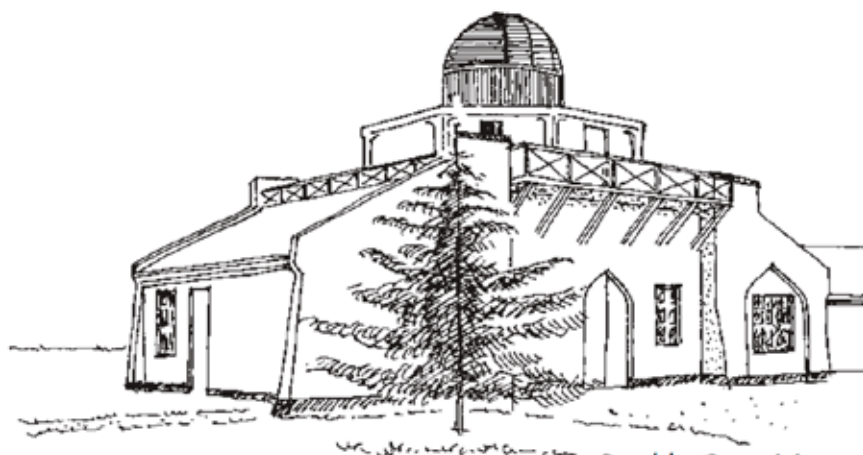
Der værnes om historien

Med den stigende betydning af vindkraft i Danmark er interessen for den historiske udvikling også vokset. Ikke



blot »samtidshistorien«, fra energikrisen i 1973/74 til i dag, men også den historiske udvikling tilbage til forrige århundrede som beskrevet i dette faktablad. Følgende initiativer har set dagens lys i de senere år:

- Energimuseet har haft temaudstillinger om vindkraft generelt og specifikt om Poul la Cours arbejde omkring forrige århundredeskifte. Nacellen og vingerne fra Gedsermøllen er udstillet. Ved museet er også genopført en af møllerne fra den første serieproduktion i nyere tid: en 22 kW Riisager-mølle fra 1978.
- I 1997 blev foreningen Danmarks Vindkraftshistoriske Samling stiftet. Foreningen samler dele af historiske møller, artikler og anden dokumentation om de gamle møller. Derudover forsøger man også at samle materiale fra pionértiden for den seneste udvikling (1975-80).
- I april 2000 blev Poul la Cour Fonden stiftet. Et initiativ som udsprang fra Askov, hvor Poul la Cour havde sit virke for mere end 100 år siden. Fonden er etableret med midler fra vindmølleindustrien og har erhvervet Poul la Cours gamle møllebygning og laboratorium på Møllevej i Askov. Bygningen danner nu rammen om en permanent Poul la Cour-udstilling. »Poul la Cour Museet« fik i sommeren 2000 sin egen støttekreds.



Poul la Cour Museet

- Nordisk Folkecenter for Vedvarende Energi har et museum over moderne vindmøllehistorie bl.a. med historiske vindmøllenaceller og komponenter samt prototyper fra 70'erne. Tillige udstilles en række vindmøllevinger.
- Energimuseet, Poul la Cour Museet, Nordisk Folkecenter for Vedvarende Energi og Danmarks Vindkraftshistoriske Samling har siden 2004 udgivet det fælles årsskrift "Kapitler af vindkraftens historie i Danmark" samt i 2012 bogen "Fra husmøller til havmøller" med en samlet gennemgang af de sidste 150 års historie.

Kilder for nærmere oplysning om dansk vindmøllehistorie

Energimuseet
v. museumsdirektør Georg Stenstrop
Bjerringbrovej 44, Tange
8850 Bjerringbro
Tlf. 8668 4211
www.energimuseet.dk

Danmarks Vindkraftshistoriske Samling
v. formand Birger T. Madsen
Sekretariat:
Kurt Ganer-Tolsøe
Geflevej 80
6960 Hvide Sande
Tlf. 9734 1289 / 2924 3228
www.vindhistorie.dk

»Poul la Cour Fonden«
v. formand, Bjarke Thomassen
Møllevej 21, Askov
6600 Vejen
Tlf. 2763 7036
www.poullacour.dk

Poul la Cour Museets Venner
v. formand Povl-Otto Nissen
info@povlonis.dk

Nordisk Folkecenter for Vedvarende Energi
Kammersgaardsvej 16, Sdr. Ydby
7760 Hurup Thy
Tlf. 9795 6600
www.folkecenter.dk

Vindmølleindustrien i dag

De største vindmøller i almindelig drift på land er i dag på 3,6 MW og producerer ca. 12 mio. kWh om året.

Primo 2013 var der i Danmark i alt 5.010 møller med en samlet effekt på 4.162 MW. Vindmøllerne kan dække knap 32 % af elforbruget.

Den danske vindmølleindustri omsætter årligt for over 50 mia. kr., hovedsageligt til eksport.

Den samlede beskæftigelse i vindmølleindustrien i Danmark inkl. underleverandører skønnes til ca. 25.000 personer.

Vestas og Siemens havde tilsammen en verdensmarkedsandel på 20 % i 2010.

DANMARKS
VINDMØLLEFORENING

Fakta om Vindenergi

Fakta om Vindenergi udgives af Danmarks Vindmølleforening.

Faktabladene, der giver faktaoplysninger om en række udvalgte emner, kan rekvireres fra sekretariatet eller hentes på www.dkvind.dk.

Danmarks Vindmølleforening
Ellemarksvej 47, Bygning 6
8000 Århus C

Tlf. 8611 2600
(kl. 9-15, fredag 9-13)
Fax 8611 2700
E-mail: info@dkvind.dk
www.dkvind.dk

Faktablad M5, maj 2013