

# **VINDKRAFTEN**

# **TAR FART**

**En strukturell revolution?**



# **Vindkraft**

**En fördjupningsstudie om vindkraft  
inom projektet Framsyn och Tillväxtområden  
i svensk exportindustri**



# Förord

Sverige är ett exportberoende land som framgångsrikt skapat tillväxt, jobb och välbefinnande genom att företag har tagit fram lösningar som varit internationellt konkurrenskraftiga. Det är ingenting som kan tas för givet. Innovationer och nya marknader måste ständigt skapas, i en allt starkare global konkurrens. En stor del av näringslivet i Sverige är idag direkt eller indirekt en del av globala marknader. Företagens framtida konkurrenskraft och positioner på dessa marknader kommer att vara avgörande för deras lönsamhet och därmed också för ekonomisk tillväxt och jobbtillväxt i Sverige.

Projektet *Framsyn och tillväxtområden i svensk exportindustri* syftar till att identifiera framväxande globala tillväxtområden – EBOs (Emerging Business Opportunities) – och förutsättningar för svenska exportföretag inom ramen för dessa tillväxtområden. EBOs karaktäriseras av att de är under utveckling, vilket innebär att det ännu inte finns en definierad marknad med väletablerade aktörer eller aktörsroller. Istället karaktäriseras de av stor osäkerhet och därför betydande öppenhet, där nya aktörer och konstellationer växer fram, vilket ofta leder till nya värdesystem där branscher konvergerar och formar nya mönster för värdeskapande och nya aktörsnätverk.

Projektet drivs av Blue Institute, en tankesmedja grundad av Mercuri Urval, med fokus på strategi- och tillväxtfrågor. Mercuri Urval är ett svenskt konsultföretag med verksamhet i ett trettiotal länder, som arbetar för att stärka sina kunders konkurrenskraft genom att identifiera, utveckla och tillföra rätt kompetens och förmåga som gör det möjligt att bygga upp organisatorisk och strategisk styrka.

Analysarbetet och rapporterna inom ramen för *Framsyn och tillväxtområden i svensk exportindustri* är en del av den verksamhet som Blue Institute bedriver för att skapa och sprida kunskap om marknadsutveckling och de strategiska utmaningar som näringslivet står inför. Genom att arbeta utifrån ett industriellt nätverk, med en industriell tidshorisont och i nära samarbete med de företag som är involverade i tillväxtområdena har den kunskapen kontinuerligt validerats och spridits. Det här underlaget bör därigenom hjälpa beslutsfattare att driva strategier som bidrar till olika branschers förmåga att transformera sig i enlighet med konkurrensutvecklingen – för att säkra en långsiktig överlevnad och tillväxt. Programmet drivs med bidrag från VINNOVA.

Förståelse för svenskt näringslivs möjligheter och hinder inom framväxande globala tillväxtområden är av fundamental betydelse för svensk forsknings-, innovations- och tillväxtpolitik. Identifiering och karakterisering av viktiga drivkrafter och motkrafter för värdetillväxt, exporttillväxt och jobbtillväxt inom ramen för framtida tillväxtområden är därför utgångspunkten för VINNOVAs satsningar för att bidra till hållbar till-

växt genom behovsmotiverad forskning och utveckling av effektiva innovationssystem. Därför är en kvalificerad framsynsverksamhet en viktig del i VINNOVAs strategiutveckling.

VINNOVAs framsynsverksamhet fokuserar på framväxande globala tillväxtområden och förutsättningarna för att med offentliga satsningar på forskning, utveckling och innovation bidra till hållbar tillväxt i Sverige inom ramen för dessa. Framsynsverksamheten syftar dessutom till att identifiera andra typer av policyinsatser än investeringar i forskning, utveckling och innovation som är viktiga för att möjliggöra ekonomisk tillväxt och jobbtillväxt inom framväxande tillväxtområden. Därmed bör den kunna utgöra ett viktigt underlag för svensk närings- och tillväxtpolitik.

I de fördjupningsstudier som presenteras i den här skriftserien har avsikten varit att ge en helhetsbild såväl vad gäller områdets plats i ett globalt marknadssystem, vilka drivkrafter och motkrafter som finns, vilka aktörer som kan ta en position, samt de tekniska möjligheterna och statusen på forskning och utveckling.

Föreliggande fördjupningsstudie om vindkraft är en del av en kontinuerligt växande urvalsram bestående av utvecklingsområden som identifierats av näringslivet själva, där företagsledning har engagerats och identifierat utvecklingsprojekt som är kommersiellt gångbara inom 2 till 5 år. Ett fyrtiotal feasibility studier har genomförts inom urvalsramen. Fördjupningsstudien om vindkraft har utförts av Benjamin Ståhl, Blue Institute, med stöd av Johan Lilliecreutz, CMA. Tidsramen och karaktären i allmänhet av EBOs innebär att rapporten inte gör anspråk på att vara en definitiv beskrivning eller ha svar på alla frågor som väcks. Det är en rapport som beskriver och kommenterar den framväxande marknaden, och syftar till att skapa debatt och underlätta diskussion.

*Göran Liljegren*

Executive Chairman, Blue Institute

*Göran Marklund*

tf Vice Generaldirektör, VINNOVA

# Innehåll

Sammanfattning	7
Inledning	9
Vad är vindkraft?	11
Vindkraftens marknadspotential	15
Regionala marknader	17
Den svenska marknaden	18
Förutsättningar för marknadstillväxt	19
Aktörer och affärsmodeller	23
En strukturell revolution?	23
Komponenttillverkare och utvecklare	24
Vindkraftverkstillverkare	25
Projektörer	27
Operatörer	28
Finansiärer	29
Nya aktörer i vindkraftsindustrin	30
Slutsatser	32
Källor	34
VINNOVAs publikationer	37



## Sammanfattning

Globalt är vindkraft idag en stor marknad som växer mycket snabbt. Det är redan en betydande energikälla och kan komma att dominera elmarknaden inom ett par årtionden. Marknadsvärdet idag har uppskattats till € 36,5 miljarder. Ser man till vindkraftens andel av investeringar i nya anläggningar utgör den redan ca 40 % i Europa och USA. Tillväxttakten är hög och stigande, och marknadspotentialen för vindkraft är därför stor.

År 2007 installerades 20 GW vindkraft och under 2008 ca 27 GW, och totalt uppgick den globala kapaciteten 2008 till ca 120 GW. Mer än hälften av all befintlig vindkraft har installerats de senaste tre åren. Vindkraft står idag för ca 1,5 % av den globala elkonsumention, men i enskilda länder för mycket högre andel. Marknadsprognosen framöver är osäker och beror i stor utsträckning på vem som gör den, men det råder konsensus om att det är fråga om en hastig tillväxt. IEA uppskattar i sitt mest positiva (vad gäller minskade utsläpp) scenario att vindkraftskapaciteten år 2015 uppgår till 296 GW, medan specialiserade marknadsanalytiker uppskattar att vindkraftskapaciteten globalt kommer att öka till 691 GW redan 2017, vilket motsvarar en årlig tillväxttakt på knappt 20 %.

Vindkraft är en tillväxtpotential för många olika slags aktörer. Dels ökar omsättningen hos vindkraftverkstillverkare snabbt, men givetvis också för deras underleverantörer är det ett tillväxtområde. Det skapas också en stor marknad för projektörer när enskilda vindkraftsverk och vindkraftsparker ska installeras. Allt eftersom den installerade kapaciteten växer blir en service- och underhållsaffär mer betydande. Slutligen är själva driften förstas en verksamhet som växer i takt med den installerade kapaciteten – och tillväxtområdet lockar till sig många nya operatörer.

I Sverige byggdes under 2008 totalt 236 MW ny vindkraftskapacitet och därmed producerade svensk vindkraft ca 1,5 TWh, motsvarande 1 % av landets energiförbrukning och 77 % mer än 2006. Redan år 2015 är målet att öka produktionen till 10 TWh. Energimyndigheten har föreslagit att det till 2020 ska vara möjligt att producera 30 TWh vindkraft, vilket innebär en årlig tillväxttakt om knappt 24 %.

Det finns i dagsläget ingen större svenskägd tillverkare av vindkraftverk, även om vissa tillverkares verksamhet sker inom landets gränser. Däremot finns gott om svenska företag som gynnas av och själva driver den framväxande marknaden – **ABB**, **SKF** och **DIAB** är stora leverantörer till vindkraftverkstillverkarna. Det finns många svenska projektörer, och till exempel **Vattenfall** en av världens ledande operatörer av havsba-



serad vindkraft. Det pågår också teknisk utveckling relaterad till vindkraft, både av produktutvecklingskaraktär och mer radikal innovationsverksamhet.

Slutsatserna från den här fördjupningsstudien är att även om vindkraftsbranschen börjar mogna, så ligger den stora tillväxtpotentialen i framtiden. Det förekommer mycket rörelser, och det är fortfarande en relativt öppen marknad – som dessutom kan ha stora konsekvenser för hanteringen av elmarknaden som helhet.

- **Vindkraft har nått en ”tipping point” och tillväxten kommer att fortsätta vara mycket stark.** En dominant design har etablerats där merparten av utvecklingsarbete kan bedrivas, vilket i sig accelererar utvecklingen. Skalfördelar förekommer också inom tillverkning. Medvetenheten om vindkraft är stor och den är en bevisad kraftkälla, vilket underlättar kalkyler och investeringsvilja. Samtidigt medför det utmaningar för branschen: fler aktörer etablerar sig, flaskhalsar i tillverkning uppkommer, leverans- och kvalitetsproblem förekommer, ökande kostnader, och behovet av att skapa en fungerande infrastruktur för eftermarknad, service och underhåll.
- **Rollerna i värdekedjan förändras.** Dels kommer nya aktörer in för att ersätta projektörerna – främst kraftbolag – och dels sker en konsolidering. Samtidigt är det en växande marknad som attraherar nya aktörer, till exempel från Kina. Värdekedjan blir mer renodlad i takt med tillväxten, där komponent- och systemleverantörer har en betydande roll för utvecklingen – inte bara vindkraftsbolagen själva. Det gör också att nisch- och specialistkunskap blir viktig. Produktutveckling inom andra områden anpassas till vindkraftens behov (material, produktionsmetoder och applikationer).
- **Vindkraft bidrar till en strukturell omvälvning av elmarknaden.** Utbyggnaden av vindkraft ändrar förutsättningarna för elmarknaden som helhet. Traditionellt har vindkraft ägts och drivits i mindre skala, av lokala aktörer och eventuellt riskkapital. Även om kraftbolagen nu tar en aktivare roll, är vindkraft fortfarande lämpad för småskalig elproduktion, modulär utbyggnad och elproduktion nära konsumenten. Det möjliggör för delvis eller hel självförsörjning för skogs- och lantbruk, företag, föreningar och enskilda medborgare. De kan också bli nettoproducenter på elmarknaden. Det kan innebära en stor förändring på lång sikt för elmarknaden som helhet, särskilt eftersom vissa andra förnybara energikällor delar den här karaktäristiken.

# Inledning

Vind har använts av människan under lång tid, för att producera kraft som använts för att mala säd, pumpa vatten och driva motorer. Med modern vindkraft menas turbiner som genererar kraft i form av el, en applikation som också har en lång tradition. Men globalt står vindkraften först nu inför sitt stora genombrott.

Vindkraften är på väg att ta steget från att vara en energikälla i marginalen till att bli en energikälla att räkna med. Bara under 2007 ökade den globala kapaciteten med 28 procent, och under 2008 med 26 %.<sup>1</sup> Vindkraft är idag en etablerad teknik och vindkraftverk är driftsäkra maskiner. Samtidigt har den tekniska utvecklingen medfört att vindkraftverken blivit avsevärt mer effektiva och det pågår en ständig teknisk utveckling av bladprofiler, elsystem, styrsystem och andra komponenter. Ett normalstort vindkraftverk är idag upp till 10 gånger mer effektivt än motsvarande verk 1995.

Det finns i dagsläget en klar dominant design vad gäller vindkraft, vilket gynnar den tekniska utvecklingen mot högre effektivitet och minskad elproduktionskostnad. Men det är inte en mogen marknad eller färdigutvecklad teknik, även om den är mognande. Det förekommer fortfarande utveckling av radikalt annorlunda lösningar för att omvandla vind till elektricitet, men merparten av utvecklingsarbetet är inriktad mot optimering och applikationsanpassning.

Det är fortfarande en öppen marknad, inte minst på grund av tillväxttakten och av var tillväxten är snabbast. Det innebär att många nya aktörer försöker ta sig in på marknaden – till exempel vindkraftverkstillverkare från Kina, energibolag och olika nischaktörer.

Syftet med den här fördjupningsstudien är att beskriva utnyttjande av vind för förnybar produktion av el. Studien har utgått ifrån ett globalt marknadsperspektiv. Det innebär att den i första hand beskriver den marknad som finns och som utvecklas, istället för att utgå från teknologi, möjlig elförsörjningspotential eller klimatpolitiska överväganden. Rapporten belyser drivkrafter, marknadsomfattning, marknadspotential och aktörer som håller på att skapa marknaden. Det är en del av flera studier som sammanlagt analyserar förnybara energikällor som tillväxtområde, svenska företags roll däri, och den dynamik som uppstår när befintliga och nya aktörer försöker realisera affärsmöjligheter.

Rapporten börjar med att beskriva vad vindkraft är, vad den tekniska utvecklingen är inriktad på samt vilka affärsmodeller som dominerar branschen. Därefter beskrivs den

globala marknaden för vindkraft och hur den förutsägs utvecklas i framtiden. Slutligen beskrivs de aktörer som är aktiva i marknaden och som arbetar för att realisera potentialen och själva ha en roll i den.

## Vad är vindkraft?

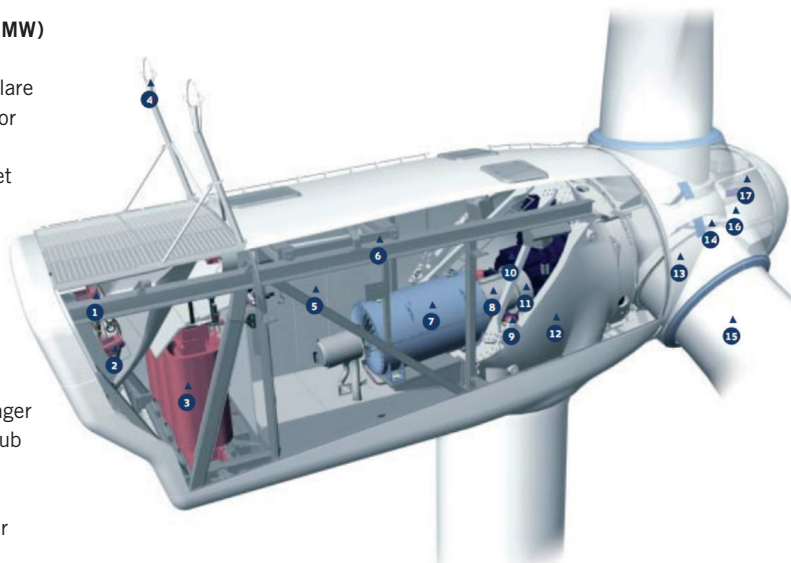
Vindkraft är energi som utvinns ur vinden. När solstrålning värmer atmosfären stiger varm luft och kall, tyngre luft blåser in. Ett vindkraftverk omvandlar vindens rörelseenergi till elektrisk energi och är därför en ren och förnybar energikälla. I ett gott vindläge på land ger ett modernt vindkraftverk om 1 MW drygt 2 miljoner kWh per år.

Vindens kraft har utnyttjats av människan länge, till exempel för att segla och genom väderkvarnar driva kvarnhjul och pumpar. Modern vindkraft, för elproduktion, har sin vagg på 70-talet efter den första oljekrisen. Danmark, som var starkt beroende av utländsk olja för sin energiförsörjning, påbörjade utveckling inom området. I USA förekom också mycket utveckling, och i början av 80-talet var det en ”wind rush”, särskilt i Kalifornien, driven av olika former av offentligt stöd. Den investeringsvägen kom av sig när stöden löpte ut. Men utvecklingen fortgick och en *dominant design* – baserat på danska vindkraftverk – hade etablerats.

Den dominant designen för vindkraftverk innefattar en horisontalaxlad trebladig turbin som bromsar vinden och genom en växellåda driver en generator.

### Vestas V-100 (3 MW)

1. Oljekylare
2. Generatorkylare
3. Transformator
4. Vindsensor
5. Kontrollenhet
6. Servicekran
7. Generator
8. Koppling
9. Girväxel
10. Växellåda
11. Broms
12. Fundament
13. Rotorbladslager
14. Rotorbladshub
15. Rotorblad
16. Hubkontroll
17. Pitchcylinder



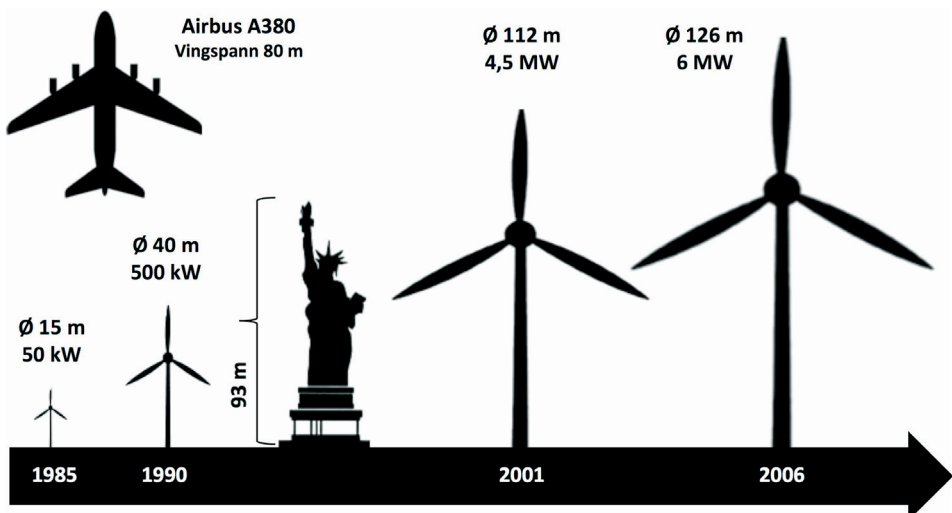
Källa: Vestas Wind Systems A/S

I vindkraftverket finns ett styrsystem som har till uppgift att övervaka vindhastigheten, vindriktningen, generatoren och dess temperatur, samt växellådan och bromssystemet så att allt fungerar. Styrsystemet reglerar också bladinställning, varvtal och

hur maskinhuset vänds mot vinden för att utvinna så mycket energi som möjligt. Det finns också en vindfana och en vindmätare, vilka mäter vindriktning och vindhastighet. Rörelseenergin överförs till en generator som omvandlar rörelseenergin till elektrisk energi. Elen förs vidare till en transformator som anpassar energin för att sedan skickas ut i elnätet. Vindkraftsparker har ofta många turbiner installerade. Eftersom varje turbin utvinner lite av energin från vinden är det viktigt att placera turbinerna på ett avstånd ifrån varandra som inte ger onödiga energiförluster.

För att kunna dra nytta av energin från ett vindkraftverk med maxeffekt på hundratals kW eller mer måste det finnas möjlighet att ansluta vindkraftverket till ett högspänningsnät med minst 10 kilovolt (kV) och tillräcklig kapacitet. Vindkraftsparker kräver anslutning till ett regionnät med ännu högre spänning, till exempel 70 kV eller 130 kV. Genom att ansluta till ett större elnät finns möjligheten att balansera de stora variationerna i produktion och konsumtion av el och hålla en stabil spänning och frekvens (50 Hz) till förbrukarna.

Den tekniska utvecklingen har varit explosionsartad under det senaste årtiondet. Utvecklingshastigheten för varje enskild komponent är idag så hög att det är orimligt att själv utveckla varje enskilt delsystem. Därför har det växt fram ett värdesystem med viktiga utvecklingsroller för olika typer av aktörer. Förutom vindkraftstillverkarna spelar utvecklingen hos komponent- och systemleverantörer, konsulter, utvecklingsbolag med nischkompetens samt forskningsmiljöer en viktig roll. Utvecklingen har gjort att vindkraftverkens effekt gått från några hundra kW till flera MW på tio år. Den tekniska utvecklingens hastighet har till exempel inneburit att **Vattenfall** fått söka nytt bygglov för nya maskiner till vindkraftsparken **Lillgrund**.<sup>3</sup>



Merparten av den tekniska utvecklingen på senare år har främst varit inriktad på högre kapacitet och större effektivitet. I marknader där vindkraft funnits ett längre tag – särskilt i Europa och USA – installeras främst stora turbiner (1,5–2 MW), medan mindre turbiner (500–800 kW) är vanligare i yngre marknader som Sverige, Kina och Indien. Nu finns turbiner på marknaden med en kapacitet på över 3 MW (det största fungerande är **Enercons E-126**, med en nominell kapacitet på 6 MW), och väsentligt högre för havsbaserade vindkraftverk. Ju högre upp man kommer ju mer blåser det och desto mer energi kan man utvinna. Därför har utvecklingen gått mot högre torn och större rotordiameter.

De flesta vindkraftverk står idag på land, dvs är landbaserad. Det finns stora förhoppningar på havsbaserad (offshore) vindkraft, eftersom vindmiljön är gynnsammare (tornen behöver inte vara lika höga), produktionen kan vara nära konsumtionen, och större turbiner kan anläggas. I dagsläget är kostnaden dock avsevärt högre, och endast ett fåtal installationer och projekt finns. Den totala offshore kapaciteten är drygt 1 GW, motsvarande mindre än 1 % av all vindkraft, och 2007 var installationerna endast 1 % av den totala vindkraftsinstallationen.<sup>4</sup> Av dem är **Vattenfalls** vindkraftpark **Horns Rev** i Danmark, som de äger tillsammans med **DONG Energy**, den största vindkraftparken i världen med 160 MW kapacitet. **Vattenfalls Lillgrund**, som invigdes i juni 2008, är den näst största offshore-parken och den tredje största vindkraftparken överhuvudtaget i världen med sin kapacitet på 110 MW.

Hittills är det bara två företag, **Vestas** och **Siemens Wind**, som har erfarenhet av att bygga vindturbiner för offshore i någon större skala. Men utveckling pågår. Det holländska företaget **Blue H Technology** och det norska företaget **Sway** har haft en kapplöpning för att vara först med att bygga flytande vindkraftverk, vilket möjliggör installationer på djupt vatten ute till havs. Nästa år räknar **Blue H Technology** med att kunna bygga en komplett vindfarm till havs. **Sway** har ett projekt där en prototyp håller på att byggas och beräknas vara klar 2010. Projektet finansieras av det norska energibolaget **Statoil Hydro**.<sup>5</sup>

Förutom de stora vindkraftverken finns det ett stort antal lösningar som är kommersiellt gångbara i nischmarknader. De flesta av dessa fungerar principmässigt som de stora vindkraftverken. Det kan gälla energiförsörjning i mycket liten skala, till exempel för fritidshus, men även för självförsörjning till stora byggnader. Exempelvis integrerar flera nya skyskrapor vindkraft för viss självförsörjning, och det utvecklas även mindre, modulära turbiner som kan monteras på byggnaders tak och ta tillvara på vindar som strömmar upp för väggar.<sup>6</sup> Dessa typer av lösningar utgör en mycket liten del av den befintliga vindkraftskapaciteten idag, men potentialen är stor på längre sikt.

Det förekommer också utveckling utanför den dominanta designen, till exempel med

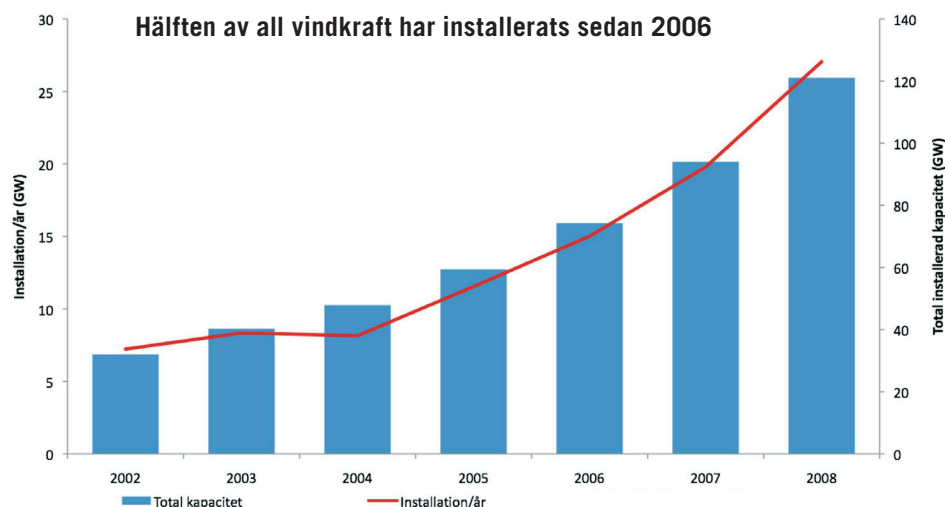
olika typer av vertikalt monterad rotor. Fördelen med ett vertikalexlat vindkraftverk är att det fångar vinden från alla håll och därmed inte är beroende av vindriktning. Dessutom har de färre rörliga delar och den tunga generatorn placeras på marknivå i stället för högt uppe i luften, vilket ger en enklare konstruktion och ger lägre underhållskostnader. Nackdelar traditionellt med vertikalexlade designen är bland annat lägre verkningsgrad.

Inom den dominant designen är utvecklingen idag mer att karaktärisera som optimering, snarare än radikal innovation. Oavsett om just denna design är den teoretiskt optimala, har etablerandet av en de facto standard flera fördelar. Det har medgett specialisering och skalfördelar. Därmed åstadkoms en snabbare klättring på inlärningskurvan – och en större erfarenhetsmassa som kan användas av ett stort antal aktörer, till exempel tillgång till kompetens, anpassade material, infrastruktur för service och underhåll, samt forskning.

Den tekniska och företagsekonomiska utvecklingen av vindkraft har lett till starkt reducerade kostnader för elproduktion. Kostnaden har sjunkit från \$ 0,30 per kWh på 1980-talet till så lite som \$ 0,05 idag.<sup>7</sup> **Elforsk** beräknar att kostnaden för vindkraft från nya anläggningar idag ligger mellan 47 öre/kWh (landsbaserad) och 73 öre/kWh (havsbaserad) utan bidrag och skatter – med bidrag är kostnaden så låg som 30 öre/kWh.<sup>8</sup>

## Vindkraftens marknadspotential

De globala investeringarna i vindkraft under 2007 var 20 GW och under 2008 ca 27 GW. Totalt uppgår den installerade kapaciteten år 2008 till ca 120 GW, vilket är en ökning med 29 % jämfört med föregående år.<sup>9</sup> Det innebär att över hälften av all befintlig vindkraft installerats de senaste 2 åren. **GWEC** bedömer marknadsvärdet 2008 till € 36,5 miljarder.<sup>10</sup>



Källor: BTM Consult, GWEC

Prognosen framöver är osäker och beror i stor utsträckning på vem som gör den. Den **Internationella Energimyndigheten, IEA**, uppskattar i sitt mest positiva (vad gäller minskade utsläpp) scenario att vindkraftskapaciteten år 2015 uppgår till 296 GW och 2030 till 857 GW. Det motsvarar en årlig tillväxttakt på 9,5 %, vilket kan jämföras med en tillväxttakt på 24 % de senaste 5 åren. **IEAs** beräkningar ses därför – och för att de behövt revideras upp kraftigt i efterhand – som alltför konservativa av mer specialiserade prognosinstitut.

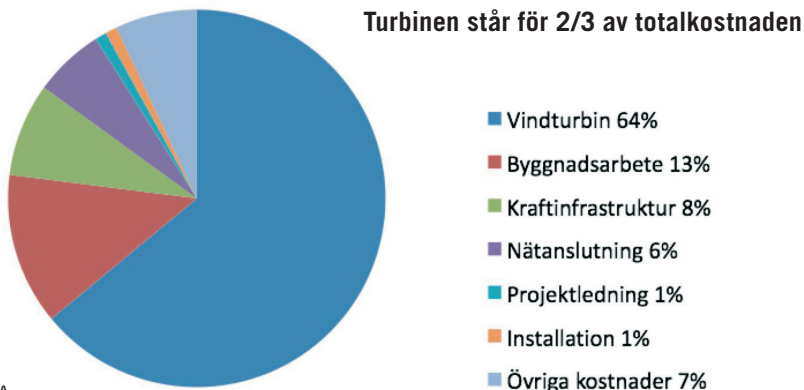
**BTM Consult** uppskattar istället att vindkraftskapaciteten globalt kommer att öka till 691 GW redan 2017, vilket motsvarar en tillväxttakt på knappt 20 %. Enligt deras prognos kommer den europeiska årliga marknaden för vindkraft 2017 motsvara kapacitetsinvesteringar om 25 GW, den amerikanska 27 GW, den asiatiska 37 GW, och ytterligare 6,5 GW i resten av världen.



**Energy Watch Group** dömer helt ut IEAs prognoser för vindkraft, på metodologisk och historisk grund, och beräknar tillväxten radikalt högre. Vindkraft har de senaste årtiondena haft en tilltagande, exponentiell tillväxttakt, och att argument för att den skulle avta är svagare än att den skulle fortsätta. I fyra olika scenarion beräknas vindkraftens framtida marknad. Man noterar att vindkraft de senaste 8 åren haft 40 % marknadsandel av alla nya kraftanläggningar i Europa (och samma andel i USA 2007) och att det därför är mer troligt att tala om en ”market conquest of renewables” oberoende av scenario – kanske redan 2019 (senast 2038, i det mest pessimistiska scenariot).<sup>11</sup>

**EWEA** – den europeiska vindkraftsföreningen – har satt mål för vindkraftsmarknaden, som reviderats upp åtskilliga gånger. Först var det 40 GW kapacitet i Europa till 2010, vilket nu reviderats upp till 75 GW, och 180 GW till 2020 – vilket enligt **BTM Consults** beräkningar kan uppnås redan 2015. Tillsammans med **Greenpeace** har **EWEA** också beräknat ett teoretiskt scenario för vindkraft, Wind Force 12, som utgår från vindresurser i Europa, en konstant tillväxttakt och en målbild om 12 % elproduktion från vindkraft. Trots den ambitiösa målbilden har det scenariot visat sig vara mycket närmare den verkliga utvecklingen sedan 2004 än vad IEAs prognoser varit.

De olika prognoserna ger givetvis olika penningvärden för vindkraft. För 2008 bedömde **GWEC** marknaden till € 36,5, vilket är i linje med estimaten för 2007. Då uppskattade **BTM Consult** det globala marknadsvärdet (turn-key kostnad) för installationer till € 27 miljarder. Det motsvarar ca € 1,35 miljoner per MW. **Clean Edge** uppskattar marknadsvärdet något lägre, till \$ 30 miljarder. De förutsäger också att marknaden 2017 kommer att vara värd \$ 83,4 miljarder<sup>12</sup>. **Worldwatch Institute** hamnar emellan med en uppskattning på att \$ 33 miljarder investerades i vindkraft globalt 2007.<sup>13</sup> Notera att dessa uppskattningar endast avser investeringar i ny kapacitet, inte marknadsvärdet av den elektricitet som produceras eller kostnader för underhåll m.m. av befintlig



Källa: BWA

De olika uppskattningarna beror framförallt på vad som medräknas. Själva vindturbinen är den största delen av kostnaden, knappt två tredjedelar av den totala kostnaden. Det innefattar hela vindkraftverket, dvs torn och komponenter. Byggnadskostnader är den näst största delen, med 13 %, och därefter kommer kostnader för kraftinfrastruktur och nätanslutning. Installation och projektledning är förhållandvis små kostnader. Kostnader för tillstånd, försäkring, bank m.m. utgör ca 7 % av totalen.

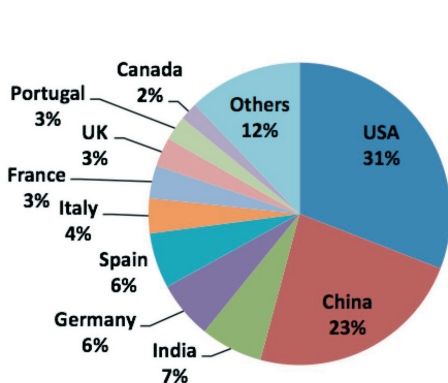
Variationerna i framtidsprognoserna har också konsekvenser för hur mycket sysselsättning som vindkraft kan leda till. **EWEA** har beräknat att vindkraftsindustrin inom EU sysselsatte 108 000 människor 2007 (154 000 inklusive indirekt sysselsatta), en ökning med 60 000 människor på 5 år.<sup>14</sup> Av dem fanns 75 % i Tyskland, Danmark och Spanien. Merparten av arbetstillfällena är hos vindkraftstillverkare (37 %) och komponentleverantörer (22 %), och även utvecklare (16 %), installatörer och underhållspersonal (1 %) och i kraftbolagen (9 %) sysselsätts många människor. **EWEA** förutspår att 325 000 människor kommer att vara sysselsatta inom industrin 2020. Den amerikanska branschföreningen för vindkraft, **American Wind Energy Association**, framhåller att vindkraft skapade 35 000 nya jobb i USA under 2008 i en bransch som direkt sysselsätter 85 000 – och att varje MW som installeras skapar 4,8 manår sysselsättning.<sup>15</sup>

## Regionala marknader

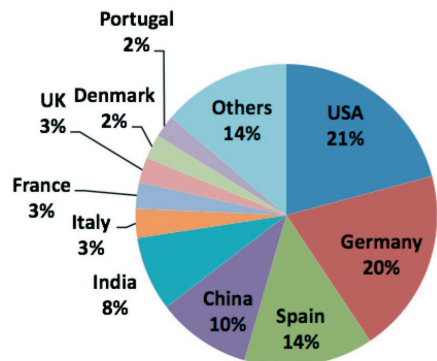
Den största delen av världens installerade kapacitet finns i Europa. I korthet förutsägs att den amerikanska och den kinesiska marknaden kommer att öka mest, medan den europeiska fortsatt kommer att ligga på en hög och stabil nivå.

Europa är fortfarande ledande vad beträffar installerad vindkraft, men dess andel av

Största marknaderna 2008



Störst kapacitet 2008



den globala kapaciteten minskar snabbt. EU hade ca 55 % av totalt installerad vindkraftskapacitet vid utgången av 2008, jämfört med 69 % året innan. Den största installerade kapaciteten i Europa finns i Tyskland, som förra året passerades av USA som största marknad. Spanien är det land i Europa som installerade mest ny kapacitet 2007 och 2008. Vindkraften utgör den största andelen av Europas förnybara elproduktion, som har som mål att 2020 ligga på 20 % av det totala. Vindkraften utgör en stor del av denna satsning. **BTM Consult** uppskattar att marknaden för nyinvesteringar kan omfatta knappt 19 GW/år 2012 och 25 GW 2017 (dvs ungefär lika stor som den globala marknaden idag).

Totalt finns en kapacitet på knappt 28 GW i Nord- och Sydamerika, varav 95 % återfinns i USA. USA är den enskilt största marknaden för vindkraftsinvesteringar, med en knapp tredjedel (8 358 MW) och har de senaste åren haft en mycket hög tillväxttakt (45 %), bl a beroende på skattekrediter vars framtid varit osäker, men som den nya regeringen förväntas utöka. Enligt **BTM Consult** kan marknaden för nyinvesteringar omfatta 14,6 GW 2012 och 27 GW 2017.

Utvecklingen går allra snabbast i Asien, särskilt i Indien och Kina, pga det hastigt ökande energibehovet. Kina var 2007 den näst största marknaden i världen för nyinstallationer och den fjärde största 2008 (6,3 GW). Det är nu den fjärde största marknaden mätt i installerad kapacitet (12 GW). Marknaden i Kina har exploderat. Den har fördubblats varje år de senaste tre åren och man har numer också ett stort antal inhemska vindkraftstillverkare. Indien har också betydande kapacitet, 9,6 GW, och installerade 1,8 GW förra året. Med en fortsatt hög tillväxttakt förutspår **BTM Consult** att den asiatiska marknaden för nyinvesteringar kan omfatta 13,8 GW 2012 och 37 GW 2017, vilket i så fall skulle göra det till den i särklass största regionen.

Marknadspenetreringen av vindkraft skiljer sig mycket även inom regioner, beroende dels på naturliga förutsättningar men också på de politiska styrmedel som används. Samtidigt som vindkraften endast producerar ca 1,5 % av världens el, kan den därför vara mycket betydelsefull i vissa länder. Till exempel svarade den 2007 för nästan en fjärdedel (23 %) av Danmarks elanvändning, 6 % av Tysklands och 8 % av Spaniens.

## Den svenska marknaden

År 1975 byggdes Sveriges första vindkraftverk i Skåne och på Gotland. Idag finns det ca 900 vindkraftverk spridda från södra Skåne upp till Norrland.<sup>16</sup> Trots att vindkraften kontinuerligt byggs ut motsvarar vindkraften en mycket liten del av Sveriges elförsörjning. Sverige är därför också en liten aktör i vindkraftsindustrin med ca 0,8 % av den globala installerade vindkraftskapaciteten.

Däremot är planerna stora. I Sverige finns ett planeringsmål för vindkraft på 10 TWh till 2015, motsvarande ca 7 procent av den totala årliga elproduktionen. Under våren 2006 beslutades även om att förlänga systemet med elcertifikat fram till år 2030, vilket kommer att gynna utvecklingen av vindkraft i Sverige. Tillståndsreglerna har också förenklats i och med att beslutsfattandet flyttats ner till kommunnivå för anläggningar under 25 MW. Tidigare låg gränsen vid 1 MW. De långsiktigt stabila regelverken kring vindkraft som har utvecklats i framför allt Sverige och Norge skapar förutsättningar för investeringar i elproduktion.

I Sverige byggdes under 2008 rekordmycket vindkraft, totalt 236 MW. Året innan installerades 217 MW, varav hälften kom från **Lillgrund**. Därmed producerar svensk vindkraft ca 1,5 TWh, motsvarande 1 % av landets elanvändning. **Energimyndigheten** har föreslagit ett planeringsmål om 30 TWh vindkraft i Sverige 2020, vilket skulle motsvara en femtedel av den nuvarande svenska elproduktionen.<sup>17</sup> Den aktuella nationella målsättningen antagen av Sveriges Riksdag är, som tidigare nämnts, att år 2015 nå upp till en produktion av ca 10 TWh, en tiodubbling av 2006 års produktion.

Fram till 2010 bedömer **EWEA** att det kan upp till 1 900 MW vindkraftskapacitet, motsvarande ca 5 TWh, i Sverige. **Svensk Vindkraft** siktar på upp till 2 500 MW, motsvarande en investeringsvolym på ca 35 miljarder kr. Under perioden 2007–2016 beräknas investeringar i svensk vindkraft uppgå till ca 50 miljarder kr enligt branschorganisationen **Vindkraftens Investeringar och Projektörer**. Ett stort antal nytillkomna projekt tyder dock på att detta är lågt räknat. Enligt andra beräkningar kommer investeringarna snarare att uppgå till ca 100 miljarder.

Bakom investeringarna står såväl stora energibolag som lokala vindkraftföreningar och enskilda lantbrukare. Den enskilt största aktören inom området är **Vattenfall**, som i maj 2006 aviserade ett investeringsprogram om 40 miljarder under de kommande 10 åren. Även flera av de andra större aktörerna på energi- och elmarknaden har aviserat att de kommer öka sina satsningar inom området.

## Förutsättningar för marknadstillväxt

Marknaden för vindkraft är – som alla tillväxtmarknader – inte given. För att den kraftiga tillväxtprognosen ska infrias krävs att det finns en lönsamhet för investeringar och att leveransförmågan upprätthålls. I sin tur beror det på politiska och företagsekonomiska strategier och beslut.

Vindkraft är beroende av politiska styrsystem som gör investeringar lönsamma relativt andra energiinvesteringar. Det påverkas därför dels av skatter på andra (fossila) bränslen och dels av marknadsstöd, lagstiftning och investeringsstöd för förnyelsebara ener-

gikällor generellt och för vindkraft specifikt. I dagsläget är vindkraft efter vattenkraft den förnybara energikälla med lägst elproduktionskostnad, och med hjälp av stödssystem och skatter är den i många länder lönsammare än både kol och naturgas.

Enligt **WorldWatch Institute** hade 66 länder nationella mål för förnybar energi 2007, varav 22 är utvecklingsländer. Vindkraft är oftast en viktig komponent, som stöds med olika typer av subventioner. Den vanligaste typen är rörelsestöd i form av inmatningstariffer, men även kvotssystem (som i Sverige) förekommer. Inmatningstariffer har hittills visat sig vara mest effektivt för att öka vindkraftskapaciteten. Utan stöd skulle vindkraft på kort sikt ha dålig relativ lönsamhet. I en Elforsk rapport konstateras att "vindkraft blir lönsamt att bygga ut är i huvudsak en konsekvens av elcertifikatsystemet".<sup>18</sup> Med dagens rådande opinion och förhandlingar ser det dock ut som att stöd kommer att finnas och förmodligen öka globalt, vilket torde gynna vindkraft.

Det är inte bara politiska styrsystem som påverkar vindkraftens lönsamhet: även det relativa priset på andra bränslen respektive vindkraft som orsakas av tillgång och efterfrågan påverkar lönsamheten. Den stora prisökningen på fossila bränslen är därför väldigt gynnsam för vindkraft. Även om priset på olja kollapsat sedan sommaren 2007 är det fortfarande högt, historiskt sätt. Enligt Maria Sicilia hos **IEA** skulle en skatt på \$ 30/ton koldioxid göra vindkraft konkurrenskraftigt utan stöd.<sup>19</sup>

Priset på el från andra förnybara energikällor är också relevant att beakta, särskilt under kvotssystem (till skillnad från inmatningstariffer), eftersom de gynnar den billigaste förnybara energikällan. Till exempel är vindkraft relativt billigt jämfört med solcellsel, men utvecklingen av till exempel priset på flis för kraftvärme är högst relevant under ett kvotssystem. Med andra ord måste utvecklingen av andra energikällor beaktas vid beräkningar av den framväxande vindkraftsmarknaden.

Kostnaden för vindkraft i sig är naturligtvis avgörande för branschens tillväxt. De senaste decennierna har den tekniska utvecklingen och marknadens tillväxt – vilket ökar skalekonomiska effekter – lett till successivt lägre kostnader. Anläggningar som tas i bruk nu kan producera el till en kostnad så låg som \$ 0,05/kWh, och en ännu lägre de facto kostnad med hänsyn till skatter och bidrag.

Men kostnadsutvecklingstrenden är idag bruten. Under 2007 och 2008 ökade istället priset på vindkraftsinstallationer, vilket i sin tur höjer kostnaden för vindkraftsproducerad el (eftersom installationskostnaden i stort sett avgör den rörliga kostnaden då vinden i sig är gratis). Orsaken till kostnadsökningen är framförallt den starka tillväxten på efterfrågan, vilket gjort att tillverkningskapaciteten inte varit tillräcklig.

Trots alla positiva signaler om utvecklingen av vindkraft så finns det därför utmaningar, inte minst kapacitetsmässiga. En utmaning har varit att hinna leverera alla de del-

komponenter som krävs för att matcha efterfrågan. Lång leveranstid av komponenter till vindkraftverk har därför varit ett växande problem. Till exempel har **SKF** uttalat sig om att de inte förmått producera så mycket som marknaden velat ha. Marknaden för vindkraftverk har varit överhettad och leveranstiden för ett nytt vindkraftverk har varit så lång som fyra till fem år<sup>20</sup>. Finanskrisen under hösten 2008 har dock dämpat situationen, då flera projekt påverkas av kreditätstramningen och därmed försenas. Och även om tillverkningskapaciteten ökas, är processerna inte lika benägna att driva överinvestering och överkapacitet, som skett inom solcellstillverkning.

En konsekvens av den överhettade marknaden var fördröjningar av projekt, vilket varit särskilt tydligt i de havsbaserade projekten. Exempelvis har världens största vindkraftsprojekt till havs – **London Array** – drabbats. **Shell Wind Energy**, en av tre projektägare (övriga är **E.ON UK** och **DONG Energy**), hoppade av för att istället satsa på landbaserad vindkraft. Från en budget vid projektstart på £ 1 miljarder är man nu uppe i £ 2–2,5 miljarder för att förverkliga vindparken om 341 stora vindkraftverk med en planeras sammanlagd effekt på 1 GW (vilket motsvarar 750 000 hushålls elbehov). **E.ON** och **DONG Energy** köpte dock ut **Shells** andel och Abu Dhabi-baserade **Masdar Initiative** kom in med 20 % andel. Nyligen fick också **E.ON** avvakta med planerna på en havsbaserad vindkraftspark i Danmark, med motiveringen att priserna drivits upp för mycket, vilket gjorde att de inte kunde räkna hem projektet.<sup>21</sup>

En annan utmaning rör kvalitet. På senare tid har problemen med vindkraftverk som havererats uppmärksammas. Växellådor har gått sönder och blivit utbytta, flera verk har skurit, lager och rotorblad har slitits snabbare än beräknat. Tillverkarna har helt enkelt inte hunnit med att kvalitetssäkra sina leveranser och den service och underhåll som krävs. Då en stor del av dagens vindkraftverk finns till havs eller i fjällterräng blir det mer komplicerat att ta sig till vindkraftverket för underhåll. Om ett vindkraftverk havererar ute till havs på vintern kan det ta upp till ett halvår innan man kan reparera det. **Vestas** fick 2007 så stora problem med sina 3 MW-verk att man var tvungen att stoppa försäljningen av nya verk. Problemen har bland annat rört växellådorna.

Mer generellt är vindkraftens karaktär sådan att elproduktionen är intermitterant – när det inte blåser produceras ingen el. Ett kraftnät där vindkraft är en stor komponent måste därför kompletteras med andra energikällor. **Svenska Kraftnät** bedömer till exempel att en utbyggnad av vindkraft till 30 TWh skulle kräva en förstärkning av reglerbehovet i Sverige på 4,3–5,3 GW.<sup>22</sup> Samtidigt är vindkraft en ”motståndskraftig” energikälla, i den bemärkelsen att den utgörs av många vindkraftsverk och därmed är mindre sårbar för enskilda haverier eller stopp. Vidare kräver en stor utbyggnad av vindkraft förstärkningar i stamnätet, något som kan vara den största hindrande faktorn för kraftig och snabb utbyggnad av vindkraft i vissa länder.<sup>23</sup>

Andra problem som kan noteras är att det är en komplicerad process kring tillståndsgivningen, det upplevs som byråkratiskt och processerna är utdragna<sup>24</sup>, vilket kan ha varit ett hinder för vindkraftens utveckling. **Vattenfall** menar att tillståndsprocessen tar oacceptabelt lång tid. **Lillgrund** ”valsades runt i olika instanser i åtta år innan den fick grönt ljus”<sup>25</sup>.

Ytterligare problem som nämns är att elpriser och certifikatpriser är volatila. I Sverige är det den största icke-ekonomiska faktorn som kan leda till att lönsamma projekt inte genomförs.<sup>26</sup> Volatiliteten genererar en osäkerhet för investeringar med så lång livstid som vindkraft har. Det är dock problem som många energiinvesteringar delar, och handelssystemet med elcertifikat en förutsättning för vindkraftsinvesteringar.

Eventuell osäkerhet kring vindkraftsinvesteringar accentueras med finanskrisen under hösten 2008, vilket kraftigt begränsat tillgången till kapital och i varje fall kortsiktigt kostnaden för lån. Oberoende elproducenter kan tvingas skjuta upp eller lägga ner projekt, med följderna att det blir en väsentligt lägre tillväxttakt och överkapacitet hos vindkraftstillverkare. Motkraften för ett sådant scenario är att finansiering och investeringskalkyler säkras genom ambitiösa stimulansprogram där förnybar energi åtnjuter öronmärkta medel, som i den nya amerikanska regeringens program som kan omfatta \$ 150 miljarder.

# Aktörer och affärsmodeller

## En strukturell revolution?

Vindkraftens historia och karaktär har gjort att affärsmodellerna skilt sig från vad som är gängse inom de stora energislagen, och det har också gjort att roller och aktörer skilt sig. I och med att vindkraft blir viktigare, större som område, får mer uppmärksamhet, och blir mer av en ”vanlig” investering snarare än riskprojekt, håller det på att ändra sig. De stora kraftbolagen spelar en allt större roll.

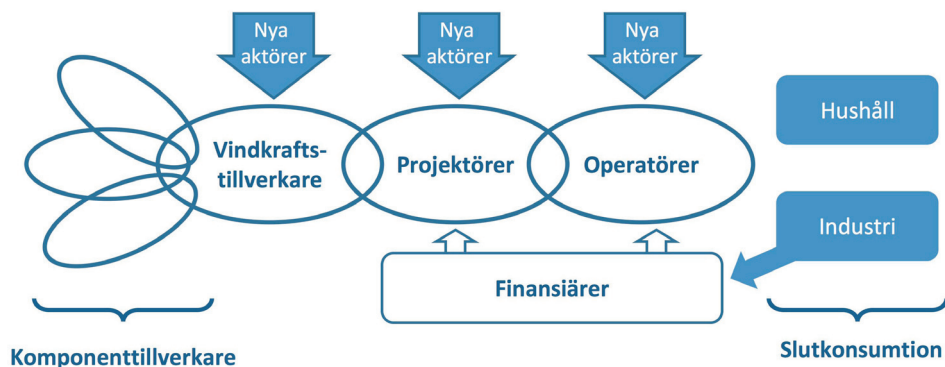
Vindkraft har egenheten – som den delar med vissa andra förnybara energikällor, som vatten, sol och våg – att den rörliga kostnaden per producerad kWh avgörs av investeringskostnaden. Själva ”bränslet” är kostnadsfritt. Samtidigt har den varit relativt småskalig – kapaciteten per vindturbin är liten jämfört med ett kolkraftverk. Den är också modulär, dvs man kan successivt bygga ut den på ett annat sätt en ett kärn- eller kolkraftverk. Vindkraft kan också producera el mycket närmare konsumenten än många andra energislag.

De faktorerna gör att vindkraft är öppnare för mindre aktörer än vad energislag som kräver stora investeringar är. Det kan vara bolag som söker viss eller hel självförsörjning av el, skogs- och jordbruksverksamhet, föreningar eller till och med enskilda individer som investerar i vindkraft. Jämfört med den traditionella el- och energimarknaden kan detta innebära en ”strukturell revolution”,<sup>27</sup> när förnybara energikällor förändrar marknadsstrukturen som domineras av stora kraftbolag, ofta före detta nationella monopol.

Eftersom vindkraften varit – och fortfarande är – beroende av ekonomiskt stöd för att vara konkurrenskraftig på en marknad där själva produkten, el, är homogen utgjordes de tidiga utvecklarna och operatörerna framförallt av lokala projekt och riskkapital, med omfattande offentligt stöd. Det är först under senare tid som de stora energibolagen själva gått in som aktiva operatörer och ägare av större vindkraftparker. Detta i takt med större turbiner, vindkraftparker och ett mer utbrett ekonomiskt stöd. Det kommer nu med stor hastighet, men fortfarande är situationen inom vindkraftgenerering väldigt olik den som återfinns inom till exempel vattenkraft och kärnkraft. Ägandet är alltså mer fragmenterat och öppnare än i fallet med många andra energislag.

Ett sätt att gestalta vindkraftsindustrin är i form av en värdekedja bestående av ett antal, på varandra, följande värdesystem. I figuren nedan lyfts de mest framträdande värdesystemen fram: komponenttillverkare, vindkrafttillverkare, projektörer, energibolag, finansärer samt slutkonsumenter.





Figur 2: Vindkraftens värdekedja

## Komponenttillverkare och utvecklare

Komponenttillverkarna levererar komponenter eller färdiga systemlösningar till vindkraftstillverkarna. Bland komponenttillverkarna finns företag som tillverkar vindtornen, turbiner, generatorer, styrsystem, rotorblad, transformatorer, växellådor och mjukvara. Merparten av dessa komponenter tillverkas av globala och multinationella företag, flera av dem är marknadsledande inom sina respektive område.

Några exempel på komponenttillverkare är **LM Glasfiber** (Danmark, rotorblad), **Bachmann** (styrsystem, Österrike), **Switch** (generatorer, Finland), **Advanced Power Systems** (torn, Nederländerna). Andra exempel på stora komponenttillverkare är tillverkare av växellådor, generatorer, torn och elektronik. I Danmark finns en betydande underleverantörsindustri inom de flesta områden, som i många fall är globalt verkssamma. Finska **Moventas** (tidigare **Metso**) är en ledande tillverkare av växellådor till vindkraftsindustrin. Svenska företag är också representerade, till exempel av **ABB** som gör generatorer, strömriktare, transformatorer och lågspänningsutrustning, **SKF** som tillverkar rullningslager och övervakningssystem, **EWP Windtower** (ägs av tyska **Enercon**) som tillverkar tornen, **SSAB** som tillverkar stål som används till tornen och **DIAM** som levererar material.

**ABB** och **SKF** tillhör de stora svenska leverantörerna till vindkraftsindustrin. **ABB** har 25 % andel av marknaden för generatorer i vindturbiner och 35 % andel för låg- och mellanspänningsutrustningen. **ABB** har även kablar och transmission mellan vindparken och elnätet. De produkterna motsvarar ungefär 10-20 % av hela investeringen för havsbaserade vindparker.<sup>28</sup> **ABB** beskriver sig själva som ”störst i världen på lösningar till vindkraft”<sup>29</sup>. De tillhandahåller generatorer (1 till 5 MW), lågspänningsutrustning, strömriktare, transformator, elkablar samt ställverk, dvs hela det elektriska systemet från generator till elnät.

Det finns även mindre svenska företag som levererar produkter och tjänster till vindkraftsindustrin. **Smidesbolaget i Oxelösund** skär stål till torntillverkare, **Ahlströms** tillverkar glasfibermaterial för rotorerna, **ESAB** bygger svetsstrukturer för automatiserad svetsning av delar i tornet till ett vindkraftverk och **Nexans** tillverkar likströmskablar som vindkraftsindustrin använder. **Morphic** tillverkar förutom turbiner även torn och tillhandahåller service.

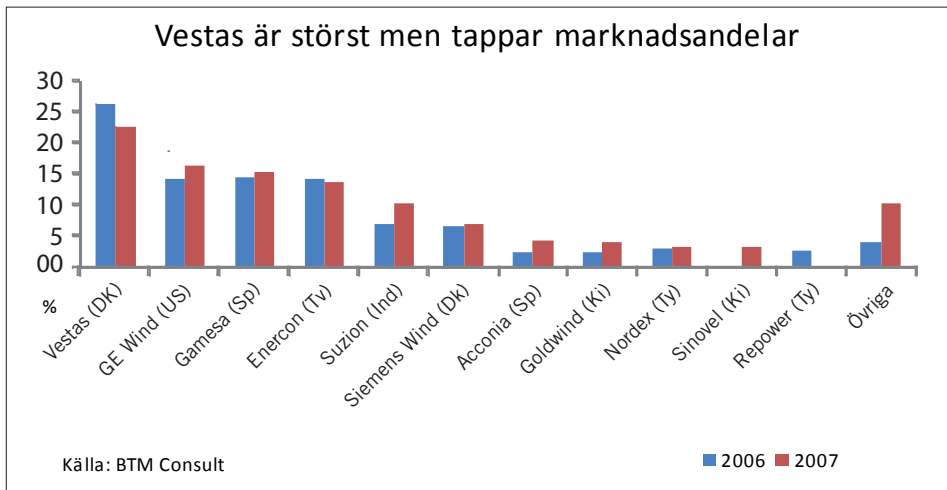
I Sverige sker det också en teknisk utveckling på flera håll i vindkraftsindustrin. Utvecklingen rör till exempel nya material i vindkraftsverken, nya konstruktioner av vindkraftverk, vindkraftverk som använder bränsleceller och el från vindkraft som används som fordonsbränsle. Det svenska företaget **Diamorph** har utvecklat ett helt nytt keramiskt material som kan användas i rullager till vindkraftverk. Det nya materialet är både starkare och lättare, dessutom tål det ”dålig” smörjning samt kan klara av höga varvtal.<sup>30</sup> **Morphic** kommer under hösten 2008 genomföra tester med ett eget utvecklat vindkraftverk, där energin från vindkraftverket ska ladda en bränslecell i stället för att gå rakt ut i elnätet. Det ökande behovet av service är förstås också en affärsmöjlighet för de redan etablerade teknik- och underleverantörerna i branschen. Exempelvis erbjuder **SKF WindCon** ett fjärrövervakningssystem för vindkraftverk.

Ytterligare ett exempel på utveckling är **Luleå tekniska universitet** som har utvecklat ett nytt sätt att sammanfoga rörsektionerna i ett vindkraftstorn. I dag sammanfogas rörsektioner med tjocka skruvar och muttrar och i ändan av varje rörsektion sitter smidda flänsar, en krage, med uppemot hundra hål för tjocka bultar. I den nya konstruktionen kläms flänsar istället ihop med speciella bultförband. Den nya konstruktionen ger lägre vikt och är snabbare att montera. Hittills har konstruktionen bara testats i datormodeller, men **Repower**, en tysk-portugisisk tillverkare, kommer att bygga en fullskaleanläggning. Projektet finansieras dels av den **europiska fonden för stål- och kolunionen**, dels av universitetet självt med tyska, finska och andra utländska partners.<sup>31</sup>

## Vindkraftverkstillverkare

En fjärdedel av alla vindkraftverk i världen idag är levererade av danska **Vestas**.<sup>32</sup> **Vestas** är den största aktören, och den i särklass mest globala, mätt i antal länder och regioner som företaget är verksamt i. Andra stora internationella tillverkare är till exempel **General Electric**, **Enercon**, **Nordex**, **Winwind**, **Gamesa**, **Suzlon**, **Siemens**, **WindWorld** och **Goldwind**. Vestas marknadsandel har sjunkit kraftigt, även om omsättningen ökat. **Vestas** förklarar i sin årsredovisning att nedgången troligtvis beror på att kinesiska aktörer tar marknadsandelar. Även **GE Wind** och **Gamesa** har tagit marknadsandelar.

För första gången återfinns 2007 två kinesiska tillverkare på topp 10 listan. Det finns andra, **Dongfang** och **Windey**, som ligger nära. Totalt finns nu över 20 kinesiska tillverkare, och de blir snabbt fler. I dagsläget är det dock endast ett fåtal som levererar turbiner i MW klass och de flesta försörjer endast den kinesiska marknaden. Överhuvudtaget är det bara **Vestas** och **Enercon** som har en betydande internationell installationspark i mer än 10 länder. De flesta tillverkarna är regionala. Ofta är det också inhemska företag som är störst i sin respektive marknad – till exempel är **GE Wind** största leverantören i USA, **Goldwind** i Kina, **Gamesa** i Spanien, **Enercon** i Tyskland och **Suzlon** i Indien. Exportandelen är dock hög för nästan alla tillverkare: de enda med en andel under 50 % är **GE Wind**, **Acconia** och de flesta kinesiska tillverkarna (som saknar export).



Figur 3: Topp 10 vindkraftstillverkare (global marknadsandel, 1 %)

Industrikoncentrationen på global nivå är ca 90 % för de tio största tillverkarna, och de fyra största står för knappt 70 % marknadsandel. Koncentrationen överlag i industrin har dock under de senaste åren minskat, vilket är karaktäristiskt i en tillväxtmarknad. Tidigare dominerade aktörer (som Vestas i det här fallet) har minskat sin marknadsandel, och nya aktörer har kunnat ta sig in i branschen pga den starka efterfrågan. Samtidigt är det bilden av minskande koncentration något missvisande, eftersom marknadsstillväxten är så snabb. Det pågår alltså samtidigt mycket konsolidering, där mindre tillverkare köps upp för att komma åt tillverkningskapacitet, för att nå skalfördelar och för marknadspenetration. Även kompletterande produkter och tjänster är intressanta. Överlag kan sägas att även om marknaden idag domineras av ett fåtal aktörer så är den relativt öppen och stadd i snabb förändring.

I Sverige finns det idag ingen större tillverkare av hela vindkraftverk. År 2005 gick **Nordic Windpower**, i konkurs. Däremot levererar **Morphic**, genom förvärvet av **ScanWind** i juni 2008, egna vindturbiner om 3,5 MW och större. Genom samarbete med **WinWinD** och **Kenersys** levererar man också vindkraftverk med lägre effekt. Tillverkning av torn sker också, liksom tillhandahållande av service. **Morphic** har enligt egen utsago ca 20 % av den svenska marknaden, mätt i installerad effekt, och ambitiösa tillväxtmål. **Vertical Wind AB** utvecklar vertikalaxlade vindkraftverk.

Många av de utländska vindkraftstillverkarna har försäljnings- och serviceverksamhet i Sverige. Ett exempel på ett sådant företag är **Vestas Svenska**, ett helägt dotterbolag till danska Vestas. Vestas Sverige har funnits på den svenska marknaden i 16 år och är idag 75 anställda. De Sverige levererar nästan hälften av alla installerade verk i Sverige.<sup>33</sup>

## Projektörer

Kärnan i värdekedjan är projektörerna. Projektörernas uppgift är att samordna olika aktörer för att kunna leverera nyckelfärdiga vindkraftsanläggningar. En del projektörer sköter all verksamhet internt medan andra samarbetar med andra bolag med kompetens inom ett specifikt område, t ex advokatbyråer, teknik konsulter, myndigheter och markägare. Idag finns det projektörer vars arbete är att identifiera geografiska områden med rätt förutsättningar för vindkraftverk, att förankra projekt hos myndigheter, sköta köp och arrendering av mark, ansvara för finansieringen, ansvara för olika tillstånd, upphandla vindkraftstillverkare och entreprenader samt ansvara för drift och service.



Figur 4: Projektörens kontaktytor

Många projektörer är lokala, men det finns också stora internationella projektörer, till exempel Airtricity. Dessutom är många projekt projekterade av kunden själv eller av leverantören.

De svenska projektörerna är generellt sett små, med internationella mått sett. Exempel på svenska projektörer är **Vindkompaniet**, **Svevind**, **GothiaVind**, **NordanVind**, **Vindkraft AB**, **Eolus Vind AB** och **Siral**. Projektörerna tar olika grad av helhetsansvar och profilerar sig olika. Också de stora teknikkonsultbolagen (**ÅF**, **Sweco** och **Vattenfall Power Consultants**) är aktiva inom området.

Ett exempel som visar på det stora antalet olika aktörer som är involverade är **Sweden Offshore Winds** engagemang i **Kriegers Flak**, med en kapacitet som en kärnkraftsreaktor och möjlighet att förse 440 000 hushåll med el. **Sweden Offshore Wind** är ett dotterbolag till **Vattenfall** som förvärvades av de två tyska projektörsbolagen **WPD** och **Wind-Projekt**. **Vattenfall** köpte även **Östersjöns Vindkrafts AB** av **Fred Olsen A/S**. För projektet anlitas bland annat **SSP**, **GrontMij/Carl Bro**, **GEO**, **Germanischer Lloyd** för att utföra utvärdering och riskanalys, **SGS** för att utföra inspektioner och verifikationer, **Wind Consult** för att göra vindanalyser, och bl a **Skanska** för att designa och utvärdera fundamentkonstruktioner. I projektet är även **Uppsala universitet** inblandat, där den Metrologiska Institutionen utförde vindberäkningar i projektet.

Förutom den ”klassiska” projektören finns det även andra aktörer som har en annan bakgrund i vindkraftsindustrin. Till exempel arbetar **E.ON** som projektör i en del av sina projekt trots att man i grund och botten är ett kraftbolag. Ett annat exempel är **Vestas**. Företaget **Airtricity** är både projektör och kraftbolag, liksom **GothiaVind** som man har ett samägt bolag med. **Acciona** är en del av ett konglomerat som tillverkar vindturbiner men också har intressen inom bland annat byggbranschen. Ett ytterligare exempel på nya projektörer är lokala konsortier som kan bildas för att driva ett specifikt projekt.

## Operatörer

Vindkraft är ett område där de klassiska kraftbolagen (*utilities*) traditionellt sätt inte varit lika stora som i fallen med andra energislag. Istället har mycket av vindkraftskapaciteten kontrollerats av mindre, projektspecifika, operatörer och oberoende kraftbolag (IPPs, *independent power producers*) som ofta sysslat enbart med vindkraft eller förnybara energikällor.

Det förhållandet håller dock på att förändras. Trenden idag är att de stora kraftbolagen tar en aktivare roll och större position inom vindkraft – från den ’danska och tyska’ traditionella modellen med private equity och skattefinansiering. På den här nivån är kon-

solideringen mycket tydlig – men samtidigt är marknaden mycket mer fragmenterad. De 15 största vindkraftsparksoperatörerna svarar endast för 37 % av den globala kapaciteten. I dag är de flesta av dem traditionella kraftbolag.<sup>34</sup> Framöver förutspås dock att kraftbolag, genom förvärv och stora egna projekt, kommer att dominera den här delen av värdekedjan.

Världens största vindkraftsoperatör är det spanska kraftbolaget **Iberdrola**, som 2007 kontrollerade en kapacitet om 7 362 MW (då ca 7 % av den globala kapaciteten). Bolaget köpte **ScottishPower Renewables**, med 2 000 MW vindkraftskapacitet, 2007. Den näst största operatören är också spansk, **Acciona**, som även tillverkar turbiner. Det finns fortfarande stora operatörer som är specialiserade på vindkraft, till exempel investeringsfonden **Babcock & Brown Windpartner**, som med 1 859 MW kapacitet är världens femte största operatör. **Cielo Wind Power**, en amerikansk operatör, äger utslutande vindkraft och är världens tionde största operatör.

**Vattenfall** är idag Nordens största aktör och investerare inom vindkraft. De har arbetat med vindkraft i cirka 30 år och har cirka 100 vindkraftverk i Sverige, både till havs och på land. **Vattenfall** är den näst största aktören inom vindkraftverk till havs.<sup>35</sup> I köpet av **Nuon** är satsning på vindkraft en uttryckt orsak, och det sammanslagna bolaget har som målsättning att leverera 15 TWh vindkraftsel 2015.

Andra aktörer i Sverige är **Falkenberg Energi AB**, **Göteborg Energi**, **Skellefteå Kraft AB**, **Jämtkraft AB** och **Öresundskraft AB**. Dessa kraftbolag utvecklar/driver vindkraftsprojekt på egen hand eller så köper de vindkraftsprojekt av olika projektörer. **Skellefteå Kraft** har egna anläggningar och planerar **Blaiken**, som med 100 vindkraftsverk och en kapacitet på 300 MW skulle bli Sveriges största landbaserade vindkraftspark. **Skellefteå Kraft** har som mål att producera 1 TWh år 2016. **Jämtkraft** äger och driver en vindkraftsanläggning på Hornberget som har en produktionen på 35 GWh. Anläggningen har byggts av projektören och överlämnats nyckelfärdig. **Jämtkraft** arbetar med att se över hur man kan öka den egenproducerade förnybara energin genom att leta nya vindkraftprojekt.

## Finansiärer

Finansiärerna bekostar de olika vindkraftsprojekten. En finansiär kan vara operatören, en bank, ett riskkapitalbolag, en myndighet eller en kombination av dessa. En trend är att riskkapitalbolag går in och finansierar projekt med stöd av utländska banker. Så var fallet i projektet **Havsnäs** som projekterades av **RES Skandinavien** där **HG Capital** sponsrade projektet med hjälp av tyska och nederländska banker: **Commerzbank**, **NordLB** och **ING-Bank**.

En del svenska projekt får även stöd av Energimyndigheten i Sverige. Energimyndigheten startade 2003 ett Vindpilotprojektet som gav stöd till sex stora vindkraftsprojekt. Exempel på projekt som Energimyndigheten har givit stöd till är **Lillgrund** och **Kriegers Flak (Vattenfall)**, **Utgrunden II (E.ON)**, och **Vindval (Naturvårdsverket)**. Projektet varade under perioden 2003–2007, men nu har regeringen beslutat att pilotprojektet kommer att fortsätta under perioden 2008–2012. Totalt har drygt 400 miljoner kronor delats ut till vindpilotprojekt, och ytterligare 350 miljoner finns att fördela fram till 2012.

Våren 2008 meddelade **Energimyndigheten** och företaget **Tricorona** att de ska vara med och delfinansiera elva vindkraftsparkar i Kina med en sammanlagd effekt på 900 megawatt. Projektet kommer att genomföras inom **FN:s** program för utsläppsreduktion, *Clean Development Mechanism*, vilket innebär att investeringarna i Kina kan tillgodoräknas som utsläppskrediter i Europa. Projekten beräknas minska koldioxidutsläppen, detta då man räknar med att vindkraftsparkerna ska minska behovet av att bygga ut kolkraftverk i Kina. Det är ett nyskapande som innebär internationalisering av projektering och branschöverskridning.

## Nya aktörer i vindkraftsindustrin

I och med att vindkraftsindustrin växer gör nya aktörer entré. Exemplet med **Tricorona** i föregående avsnitt är ett exempel på detta. Dessa är aktörer med olika syften till varför de väljer att gå in i vindkraftsindustrin. Syftena är allt ifrån att komplettera portföljen, säkra elleveranser, öka kostnadskontrollen på elpriset, pressa elpriserna, att satsa på sin miljöprofilering samt att stärka sin position på marknaden för förnyelsebar energi.

För skogsbolag kan det vara mer lönsamt att hyra ut egen skogsmark till vindkraftbolag än att själva bedriva skogsbruk. Bland annat har **Sveaskog** genomfört en arrendeaffär med **Vattenfall**. Även **SCA** och **Bergvik Skog** har tidigare arrenderat ut skog till vindkraftsbolag. **Södra Skogsägarna** har själva investerat 650 miljoner kr och besitter en kapacitet på 140 GWh, och agerar också nav för vindkraftssatsande medlemmar.

Andra nya aktörer är **Stena Renewable Energy** planer på att etablera 200 vindkraftverk i södra Sverige under de närmaste åren. Ett annat exempel är **Lennart Wallenstam Byggnads AB** som har gått in i vindkraftsbranschen, med motivet att öka kostnadskontrollen. Elen som produceras används i Wallenstams verksamhet och erbjuds till företagets hyresgäster. Ytterligare ett exempel är **VindIn AB** som har bildats av åtta energiintensiva företag i Sverige, som ska bygga och driva vindkraftverk för att leverera elkraft till ägarföretagen. Delägare är **AGA Linde**, **Boliden**, **Borealis**, **Heidelberg Cement Sweden**, **Holmen**, **LKAB**, **Preem Petroleum** och **SCA Graphic Sundsvall**.

Ett internationellt exempel på en ny aktör är **Alstom**, som är marknadsledande inom vattenkraft, som köpt det spanska vindkraftföretaget **Ecotènia**, som konstruerar och installerar vindturbiner. I och med detta köp har de tagit sig in i vindkraftsbranschen, vilket de ser som ett komplement till deras befintliga kraftverk. I och med förvärvet får **Alstom** en starkare position inom förnybar energi som helhet.

Slutligen så innebär den allt större installerade kapaciteten att service- och underhåll växer som affär. Det öppnar, som i många branscher, för små, lokala och nischade leverantörer. Behovet kommer att vara mycket stort framöver. Till exempel har det därför etablerats en utbildning för servicetekniker vid **Hjalmar Strömerskolan**, som i samarbete med **KTH, Högskolan på Gotland** och vindkraftsbranschen erbjuder en tvåårig kvalificerad yrkesutbildning motsvarande 80 KY-poäng för vindkraftstekniker.<sup>36</sup>

*Sammanfattningsvis kan det konstateras att tillväxtområdet vindkraft omfattar en stor mängd aktörer – inte bara tillverkarna av vindkraftverk. Dessutom är hela värdekedjan i rörelse, med nya aktörer som kommer in i nya roller, nya aktörer som försöker slå sig in på marknaden, och olika strategier för vilka roller som man kan kombineras i värdekedjan.*



## Slutsatser

Vindkraft är under stark expansion. Tekniken finns, kalkylerna är lönsamma och regeringar världen över sätter upp långsiktiga och omfattande mål för att möjliggöra en övergång från fossila bränslen till förnybar energi. Även om den nu rådande finans-krisen innebär allvarliga utmaningar för vindkraften så är den längre trenden starkt positiv.

Redan idag är vindkraft den dominerande energikällan vad gäller nya investeringar i Europa och USA. Även i Asien är den betydelsefull. Vindkraft har nått en kritisk massa på tillväxtkurvan, med en etablerad dominant design, utbredd kompetens och skalfördelar.

Samtidigt är det inte lika tydligt vad denna expansion – globalt – innebär för svenska företag, direkt eller indirekt relaterad till det som benämns vindkraftsindustrin. Från genomgången av aktörer på den svenska marknaden så framträder svenska företag – stora som små – i olika roller. Storföretag såsom **ABB** och **SKF** är etablerade som komponent- och funktionsleverantörer. Vi ser även att projektörer finner sina positioner, så även finansiärer. **Vattenfall** framträder som en betydande operatör, inte minst inom havsbaserad vindkraft, och de flesta lokala kraftbolagen investerar i vindkraft.

Slutsatserna från den här fördjupningsstudien är att även om vindkraftsbranschen börjar mogna, så ligger den stora tillväxtpotentialen i framtiden. Det förekommer mycket rörelser, och det är fortfarande en relativt öppen marknad – som dessutom kan ha stora konsekvenser för hanteringen av elmarknaden som helhet.

- **Vindkraft har nått en ”tipping point” och tillväxten kommer att fortsätta vara mycket stark.** En dominant design har etablerats där merparten av utvecklingsarbete kan bedrivas, vilket i sig accelererar utvecklingen. Skalfördelar förekommer också inom tillverkning. Medvetenheten om vindkraft är stor och den är en bevisad kraftkälla, vilket underlättar kalkyler och investeringsvilja. Samtidigt medför det utmaningar för branschen: fler aktörer etablerar sig, flaskhalsar i tillverkning uppkommer, leverans- och kvalitetsproblem förekommer, ökande kostnader, och behovet av att skapa en fungerande infrastruktur för eftermarknad, service och underhåll.
- **Rollerna i värdekedjan förändras.** Dels kommer nya aktörer in för att ersätta projektörerna – främst kraftbolag – och dels sker en konsolidering. Samtidigt är det en växande marknad som attraherar nya aktörer, till exempel från Kina. Värdekedjan blir mer renodlad i takt med tillväxten, där komponent- och systemle-

verantörer har en betydande roll för utvecklingen – inte bara vindkraftsbolagen själva. Det gör också att nisch- och specialistkunskap blir viktig. Produktutveckling inom andra områden anpassas till vindkraftens behov (material, produktionsmetoder och applikationer).

- **Vindkraft bidrar till en strukturell omvälvning av elmarknaden.** Utbyggnaden av vindkraft ändrar förutsättningarna för elmarknaden som helhet. Traditionellt har vindkraft ägts och drivits i mindre skala, av lokala aktörer och eventuellt riskkapital. Även om kraftbolagen nu tar en aktivare roll, är vindkraft fortfarande lämpad för småskalig elproduktion, modulär utbyggnad och elproduktion nära konsumenten. Det möjliggör för delvis eller hel självförsörjning för skogs- och lantbruk, företag, föreningar och enskilda medborgare. De kan också bli nettoproducenter på elmarknaden. Det kan innebära en stor förändring på lång sikt för elmarknaden som helhet, särskilt eftersom vissa andra förnybara energikällor delar den här karaktäristiken.

# Källor

- 1 REN21, Worldwatch Institute, 2008, *Renewables 2007 Global Status Report*; World Wind Energy Association, Press Release 090109
- 2 Svensk Vindkraftförening
- 3 [www.energivarlden.se](http://www.energivarlden.se)
- 4 BTM Consult, International Wind Energy Development, World Market Update 2007
- 5 Ny Teknik, *Nu går vindkraften ut på djupt vatten*, 2008-04-08
- 6 AeroVironment, <http://www.avinc.com/>
- 7 American Wind Energy Association, [www.awea.org](http://www.awea.org); The Economist, Dec. 6<sup>th</sup>-12<sup>th</sup> 2008
- 8 Elforsk rapport 07:50, "El från nya anläggningar 2007". I beräkningen finns fyra olika anläggningstyper för vindkraft, två landbaserade och två havsbaserade. Vidare använder man två kalkylräntor, 6 % och 12 %, och beräknar kostnaden både med och utan skatter och bidrag. Med skatter och bidrag och med 6 % kalkylränta har en typ av vindkraftsanläggningar den näst lägsta elproduktionskostnaden, efter vattenkraft.
- 9 Global Wind Energy Council, Press Release 090202, *US and China in race to the top of global wind industry*; World Wind Energy Association, Press Release 090109
- 10 Ibid.
- 11 Energy Watch Group, 2008, *Wind Power in Context*
- 12 Clean Edge, Clean Energy Trends 2008
- 13 Worldwatch Institute, Renewables 2007 Global Status Report
- 14 European Wind Energy Association, "Wind at Work", 2009
- 15 Global Wind Energy Council, Press Release 090202, *US and China in race to the top of global wind industry*
- 16 <http://www.vindstat.nu/>
- 17 Energimyndigheten, *Nytt planeringsmål för vindkraften år 2020*, ER2007:45
- 18 Elforsk Rapport 08:17, Vindkraft i framtiden, 2008
- 19 The Economist, *Wind of change*, Dec. 6<sup>th</sup>-12<sup>th</sup> 2008
- 20 DN, *Sverige halkar efter i satsningen på vindkraft*, 2008-02-10
- 21 DN, *Sverige halkar efter i satsningen på vindkraft*, 2008-02-10

- 22 Svenska Kraftnät, 2008, *Storskalig utbyggnad av vindkraft: Konsekvenser för stamnätet och behovet av reglerkraft*
- 23 Ibid.
- 24 [www.energivarlden.se](http://www.energivarlden.se)
- 25 Dagens Industri, *Vattenfallchef med 82 miljarder på fickan*, 2008-03-08
- 26 Elforsk rapport 08:17 "Vindkraft i framtiden"; Wärmby, <http://www.vindenergi.org/070208/warmby.pdf>
- 27 Energy Watch Group, 2008, *Wind Power in Context*
- 28 Ny Teknik, "Ren teknik" hett för industrin, 2006-06-07
- 29 [www.abb.se](http://www.abb.se)
- 30 Ny Teknik, *Superglasat ger glid åt vindkraft*, 2008-02-13
- 31 Ny Teknik, *Luleå utvecklar billigare vindkraft*, 2008-04-07
- 32 <http://www.vestasvind.se/> 2008-04-16
- 33 <http://www.vestasvind.se/> 2008-04-16
- 34 BTM Consult, International Wind Energy Development – World Market Update 2007
- 35 IEA Wind Energy, Annual report 2006
- 36 <http://www.hjalmar.nu/vindkraft>



Svensk exportindustri har en stor och växande betydelse för den svenska välfärdsutvecklingen. Företagens framtida konkurrenskraft och positioner på globala marknader kommer att vara avgörande för deras lönsamhet och därmed också för sysselsättningen och tillväxten i Sverige. Rapportserien Framtida tillväxtområden för Sverige beskriver svenska företags roll i framväxande globala tillväxtområden. Det är områden som karaktäriseras av stor osäkerhet och av en öppenhet där nya aktörer samverkar och nya konstellationer växer fram.

Projektet drivs av Blue Institute, en tankesmedja med fokus på strategi och tillväxtfrågor grundad av Mercuri Urval, och finansieras av VINNOVA. Den här fördjupningsstudien om vindkraft är en del i en serie studier av utvecklingsområden som prioriteras av näringslivet själva, där företagsledningarna engagerats och identifierat utvecklingsprojekt som är kommersiellt gångbara inom 2-5 år.

ISSN 1651-355X, ISBN 978-91-85959-51-8

