

Norge som ledende vindkraftnasjon

Av John Olav Giæver Tande og Petter Støa

Norge kan bli en ledende vindkraftnasjon. Vi har enorme vindressurser som vi kan utnytte til kraftproduksjon. Utbygging av 20 TWh vindkraft i Norge innen 2020 er realistisk. Dette vil sikre norsk energibalanse og samtidig være en gylden mulighet til utvikling av ny industri. Verdensmarkedet for vindkraft i 2020 kan være på 500 milliarder kroner, skriver forsker John Olav Giæver Tande og forskningssjef Petter Støa, begge ved Avdeling for Energisystemer ved SINTEF.

Internasjonal status

Vindkraftindustrien har i løpet av det siste tiår gjennomgått en rivende utvikling. Verdensmarkedet har vokst fra ca. 5 milliarder kroner i 1993 til 50 milliarder kroner i 2003. Europa leder utviklingen med Tyskland, Spania og Danmark i spissen. Totalt er det installert over 37 GW vindkraft i verden, hvorav 27 GW er installert i Europa.

Det var oljekrisen sist på syttitallet som på mange måter ga starten til utviklingen av den moderne vindkraftindustrien. Oljekrisen demonstrerte med all tydelighet nødvendigheten av å utvikle alternative energiteknologier. Dette var noe spesielt Danmark grep fatt i. De etablerte gunstige tilskuddsordninger for innkjøp av vindturbiner samtidig som lokal industri ble støttet

i utvikling av teknologien. Satsningen må betegnes som en suksess. Det er installert 3 GW vindkraft som i 2003 dekket mer enn 15 prosent av elektrisitetsforbruket i Danmark. Samtidig har vindkraftindustrien utviklet seg til store konsern med flere tusen ansatte og er dominerende på verdensmarkedet. Totalt er over 20.000 personer sysselsatt i dansk vindkraftindustri.

I de senere år har spesielt Tyskland og Spania satset betydelig på vindkraft. Begge har bygd opp en solid vindkraftindustri, og bruk av fordelaktige innmatningstariffer (ca. 70 øre/kWh) har bidratt til rask fremvekst av store vindparker. I 2003 alene ble det installert ca. 2 GW ny vindkraftkapasitet i Tyskland og ca. 1 GW i Spania. Totalt installert vindkraftkapasitet i Tyskland og Spania er hhv 14 GW og 6 GW.



John Olav Giæver Tande er forsker ved Avdeling for Energisystemer ved SINTEF Energiforskning og prosjektleder for vindkraft FoU program som utføres i samarbeid med NTNU og IFE. Han er utdannet sivilingeniør fra NTNU i 1988 og har siden da arbeidet med vindkraft FoU, bl.a. 7 år ved Forskningscenter Risø i Danmark.



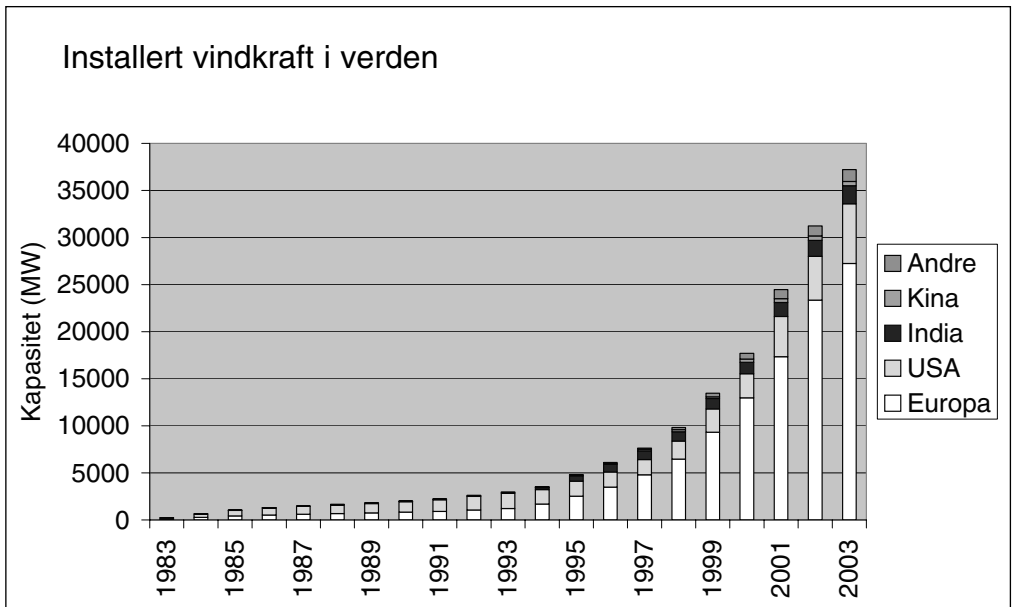
Petter Støa er forskningssjef ved Avdeling for Energisystemer ved SINTEF Energiforskning. Han er utdannet sivilingeniør ved NTNU og har en doktorgrad fra 1986 innen temaet driftssikkerhet i overføringsnett.

Fotos: SINTEF Energiforskning AS

Faktisk utvikling av vindkraftindustrien har gjentatte ganger overgått antatte prognoser, f.eks. antok IEA World Energy Outlook 2000 at total installert vindkraftkapasitet i 2010 skulle være 34 GW, og altså allerede forbigått av den faktiske utvikling. I løpet av det siste tiår har den årlige tilvekst i installert vindkraftkapasitet i gjennomsnitt ligget godt over 20 prosent.

Det er verd å merke seg at vindkraftutvik-

lingen i stor grad har vært politisk drevet. Tyskland, Spania og Danmark har ikke nødvendigvis det beste naturgrunnlaget for vindkraft, men de leder utviklingen fordi industrien og utbyggerne her har blitt møtt med gunstige økonomiske betingelser. Signaler om et trendsifte kan imidlertid sees. Idet kostnaden for vindkraft nå er kommet ned på et økonomisk interessant nivå, og industrien kan levere vindparker i størrelser med appell til kraft-



Figur 1. Installert vindkraftkapasitet i verden. Illustrasjon SINTEF Energiforskning AS.

bransjen, har nå flere land etablert seriøse vindkraftprogram.

I henhold til International Wind Power Development – World Market Update 2002 forventes totalt installert vindkraftkapasitet i verden i 2012 å være 177 GW, og herav forventes 108 GW å være installert i Europa. EUs mål om 22 prosent dekning av elektrisitetsforbruket fra fornybare energikilder innen 2010 (RES direktivet) underbygger forventning om fortsatt stor europeisk satsning på vindkraft; en realistisk fremskriving i forhold til dette målet tilsier 75 GW vindkraft i EU i 2010.

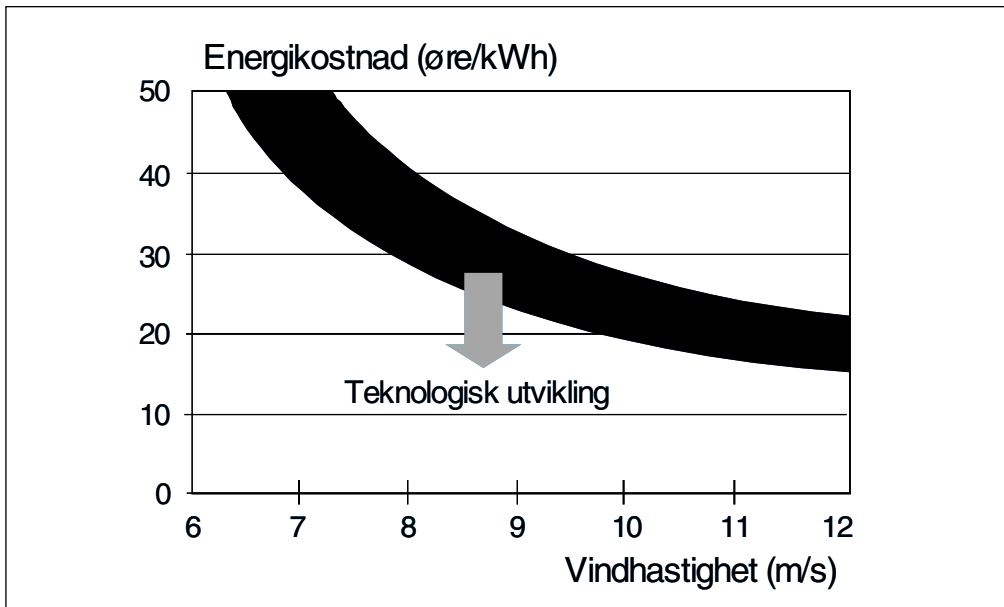
Økonomi

Kostnaden for vindkraft avhenger i stor grad av vindforholdene. I land som Norge

med svært gunstige vindforhold vil kostnaden for vindkraft være vesentlig lavere enn f.eks. i Tyskland hvor det ikke blåser så mye.

Total investeringskostnad for nye store vindparker inklusive frakt, installasjon, vei og nettilkobling er typisk 8000 kroner/kW. Med vindforhold tilsvarende en brukstid på 3000 timer, drift og vedlikehold på 5 øre/kWh og avregnet over 20 år med 5 prosent rente blir total kostnad for vindkraft 26 øre/kWh.

Vindparker i Norge vil installeres på steder med gode vindforhold. Flere vindparker i Midt-Norge forventes å gi brukstider på omkring 3000 timer, hvorimot vindparker i Nord-Norge og spesielt i Finnmark kan komme opp i brukstider over 4000 timer.



Figur 2. Kostnad for vindkraft i forhold til årlig middelvind.. Illustrasjon SINTEF Energiforskning AS.

Med vindforhold som gir en brukstid på 4000 timer, og med bruk av for øvrig samme forutsetninger som over, blir total kostnad for vindkraft 21 øre/kWh.

Midlere brukstid for vindkraft i Tyskland er 2000 timer. En vindpark i Norge vil med andre ord produsere halvannen til to ganger mer energi enn tilsvarende i Tyskland. Av samme grunn vil kostnaden for vindkraft i Tyskland være vesentlig høyere enn i Norge. Med forutsetninger som over, men med antatt 2000 timer brukstid, blir «typisk» kostnad for vindkraft i Tyskland om lag 37 øre/kWh.

De nyeste vindparkene i Danmark er lokalisert offshore. Argumentet er bedre vindforhold og mindre miljøpåvirkning. Med

dagens teknologi er imidlertid investeringskostnaden halvannen til to ganger større enn tilsvarende på land. Det er spesielt nettilkobling og fundamentering som trekker opp kostnaden. Videre vil drift og vedlikehold være vesentlig dyrere offshore enn på land.

Det er viktig å merke seg at kostnaden for vindkraft stadig er på vei ned. Studier av gjennomførte prosjekt viser at for hver gang den globalt installerte vindkraftkapasiteten har blitt doblet, så har kostnaden for ny vindkraft blitt redusert med 12-18 prosent. I forhold til at det er flere åpne muligheter til å forbedre teknologien og effektivisere fabrikkasjonen, og at prognoser indikerer at installert vindkraft i verden vil firedobles innen 2010, kan dermed

kostnad for vindkraft komme godt under 20 øre/kWh på steder med gode vindforhold.

Teknologi

Typisk ytelse for vindturbiner i dag er 2-3 MW. Disse settes gjerne sammen i store vindparker, ofte med total ytelse på over 100 MW. Produksjonen vil avhenge av vindforholdene, normalt med start ved 4-5 m/s og så økende opp til merkeytelse som typisk nåes ved 12-15 m/s. Start og stopp skjer automatisk, slik at personell normalt ikke trengs til annet enn rutinemessig service en til to ganger i året.

Dagens vindturbiner består som for tjuer år siden grovt sett av tre blader og maskinhus på toppen av et tårn. Konseptet har vist

Faktarute: Vindkraft og miljø

Vindkraft gir ingen utslipp av klimagasser. 20 TWh vindkraft vil spare årlig utslipp av 15 millioner tonn CO₂ når det antas at vindkraften fortrenger produksjon fra kullkraftverk.

De fleste materialer i en vindturbin kan resirkuleres, og en vindpark kan fjernes uten å etterlate spor i naturen. Energi til fabrikasjon, frakt og installasjon av vindpark vil regenereres i løpet av 2-3 måneder.

seg overlegent i forhold til alternative utforminger av store vindturbiner. Det er allikevel mange muligheter til å forbedre

designet. Utvikling og bruk av detaljerte bergningsverktøy gir basis for reduksjon av sikkerhetsmarginer og dermed materialbesparelser. Ny generatorteknologi og økt bruk av kraftelektronikk representerer andre muligheter for å redusere kostnadene. Videre ligger det betydelig potensial i utvikling av styring og kontrollkonsept. Bruk av avansert styring og kontroll kan dels gi reduserte belastninger på vindturbinen, men også bedre de elektriske egenskapene og dermed redusere behov for nettførsterkninger og systemtjenester ved tilkobling av store vindparker til svake nett. Dette er en spesielt relevant problemstilling for Norge idet våre største vindressurser nettopp finnes i områder med relativt svake nett og lange overføringer til belastningssentra.

Norske muligheter

Norge har store arealer hvor det blåser mye. I henhold til kartlegging utført for NVE er potensialet for vindkraft i Norge alene på land over 1000 TWh og altså mange ganger større enn vårt årlige elektrisitetsforbruk. Det er med andre ord ikke vindressursene som vil begrense utbyggingen av vindkraft i Norge, snarere er det et spørsmål om hvilke arealer vi er villige til å prioritere til vindkraftformål.

Det offisielle mål for vindkraft i Norge er 3 TWh i 2010. Dette kan oppnås ved installasjon av ca. 1 GW vindkraftkapasitet over et areal på ca 60 km², f.eks. 6x10 km.

I forhold til at norske utbyggere, bl.a.

Statkraft og Hydro, allerede har meldt inn planer om vindparker som til sammen vil kunne gi 10 TWh årlig produksjon, må det politiske mål om 3 TWh vindkraft i 2010 anses å være lite ambisiøst. Målet bør justeres opp. Samtidig er det naturlig å sette mer langsiktig mål for utvikling av vindkraft i Norge. 20 TWh vindkraft i Norge i 2020 er hermed foreslått som et realistisk mål.

Nå er det selvfølgelig ikke slik at alle som melder inn planer om vindparker får konsesjon, og heller ikke alle som får konsesjon vel-

ger nødvendigvis å bygge. I Finnmark hvor de fleste prosjektene er planlagt, har dels Forsvaret kommet med innsigelser mht. at deres radaranlegg blir forstyrret, og dels kan overføringsnettets slik det er i dag kun ta imot en brøkdel av den planlagte vindkraftkapasiteten. Statnett vurderer imidlertid allerede oppgradering av overføringsnettets, og samtidig er det ganske sannsynlig at Forsvarets radaranlegg kan oppgraderes til å kunne operere uten å bli forstyrret av nærliggende vindparker. Utbyggere som allerede har fått konsesjon, men ennå ikke har startet byggearbeidet, forklarer stort sett at de stiller høyere krav til avkastning enn hva de kan oppnå med nåværende rammebetingelser. De velger derfor å være avventende inntil nye

betingelser er nærmere spesifisert, både mht. etablering av norsk marked for grønne sertifikater og mht. overgangsordning fra nåværende ordning. Usikkerheter til tross er det flere forhold som gjør det realistisk å sette høye mål for utviklingen av vindkraft i Norge. Det som ligger fast er at Norge har behov for å øke kraftproduksjonen, og i denne forbindelse er vind-

Faktarute: Effekt, energi og brukstid

Effekt måles i W (watt): 1 kW (kilowatt) = 1000 W,
1 MW (megawatt) = 1000 kW, 1 GW (gigawatt) = 1000 MW.
Energi måles i Wh (watt-time): 1 TWh (terrawatt-time)
= 1000 GWh = 1 000 000 MWh = 1 milliard kWh.
Brukstid er forhold mellom årlig produksjon og installert ytelse.

kraft på steder med gode vindforhold konkurransedyktig om ikke billigere enn andre alternativer. Regjeringen er i dialog om tilslutning til EUs direktiv for fornybar energi, RES-direktivet, og vil ved realisering antakelig forpliktes til vesentlig oppjustering av nåværende mål mht. fornybare energikilder i Norge. Overgangsordninger og sertifikatmarked vil sannsynlig gi sterkere insitament til investering i fornybar energi enn det nåværende regime, ikke minst vil felles marked med Sverige og på sikt med flere land bidra til etablering av vindparker i Norge.

20 TWh årlig produksjon vil kreve installasjon av ca. 6.5 GW vindkraftkapa-



Figur 3: ScanWind 3 MW vindturbin (tårnhøyde 83 m) installert på Hundhammerfjellet i Nord-Trøndelag. Foto gjengitt med tillatelse fra ScanWind AS.

sitet over et areal på ca. 400 km², herav kan deler av en slik satsning etableres offshore. Norsk erfaring fra oljevirkosomhet i Nordsjøen er i denne sammenheng svært relevant. En mulig visjon er lokalisering av vindparker på dypt vann i nærheten av oljerigger for forsyning av disse.

20 TWh vindkraft i Norge i 2020 vil tilsvare ca. 15 prosent av vårt årlige elektrisitetsforbruk. Dette vil nødvendigvis vesentlig påvirke driften av vårt kraftsystem, samtidig som stor utbygging av vindparker spesielt i Nord-Norge vil kreve vesentlig oppgradering av overføringsnettet. I forhold til at det danske kraftsystemet allerede har over 15 prosent forsyning fra vindkraft, er det overveiende sannsynlig at også det norske kraftsystemet vil kunne tilpasses tilsvarende prosentvis andel vindkraft. Krav til tilpassing vil imidlertid ikke bare være avhengig av utbygging av vindkraft i Norge, men også i stor grad avhenge av utviklingen i våre naboland.

I et norsk mål om 20 TWh vindkraft vil

det være naturlig at det også fastlegges en strategi for utvikling av egen industri. Det at flere norske bedrifter, bl.a. Devold AMT, Umoe Ryving og Kristiansand Jernstøperi, allerede er underleverandører til den internasjonale vindkraftindustrien demonstrerer muligheter og konkurransevne. Utvikling, design og fabrikasjon av hele vindturbiner er et annet område med potensial for norsk industri, herunder er allerede ScanWind etablert. I forhold til om slik industri i Norge vil kunne konkurrere med de veletablerte og store fabrikantene ellers i Europa, er det verd å merke seg at dette er nettopp hva Spania har fått til. Gjennom en målrettet utvikling i løpet av det siste tiåret har Spania utviklet en egen vindkraftindustri som nå konkurrerer på verdensmarkedet og leverer positive resultat.

En satsning på vindkraft i Norge med mål om 20 TWh vindkraft i 2020 vil kunne gi flere tusen nye industriarbeidsplasser, bidra til oppfyllelse av våre internasjonale

Faktarute:

Vindkraft i Norge status ultimo 2003

I drift: 100 MW (0,3 TWh/år)

Meddelt konsesjon: 565 MW (1,7 TWh/år)

Søknader & Meldinger: 590 + 2000 MW (7,7 TWh/år)

Totalt: 3300 MW (10 TWh/år)

miljøforpliktelser og sikre vår energibalanse – økt nasjonal satsning på vindkraft anbefales derfor!

Referanser

WindPower Monthly, Vol 20, No 1, January 2004.

International Energy Agency (IEA) World Energy Outlook 2000, OECD/IEA Paris 2000.

BTM Consult Aps, International Wind Energy Development – World Market Update 2002, Copenhagen, March 2003.

Norges vassdrags- og energidirektorat.
www.nve.no.





Oversikt over planlagt vindkraft i Norge