

Teknologianalyser 2018

Kostnadseffektiv vindkraft

David Edward Weir og Ann Myhrer Østenby

På grunn av teknologiforbedring og kostnadsreduksjoner forventer NVE at landbasert vindkraft vil være kostnadmessig interessant for utbyggere mange steder i landet allerede fra 2020. Dette betyr at det på 2020-tallet først og fremst vil være nettbegrensninger, interessehensyn, og politiske føringer som begrenser vindkraftutbygging på land.

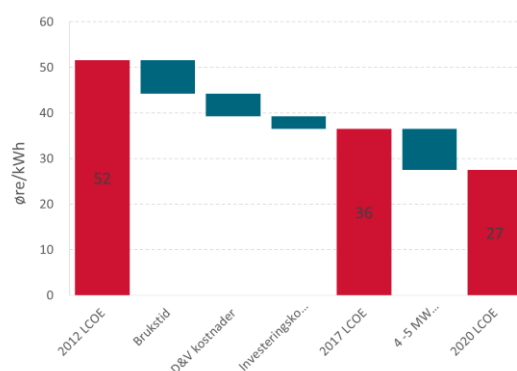
Betydelig fall i produksjonskostnad for landbasert vindkraft

I 2017 ble det satt i drift 324 MW vindkraft i Norge, mer enn noe annet år før. Ved utgangen av 2017 var det 1188 MW vindkraft i drift i Norge. I tillegg var over 1500 MW vindkraft under bygging ved årsskiftet, og ut fra offentlig kjente investeringsbeslutninger og annen aktivitet forventer NVE at det vil komme ytterligere over 1000 MW vindkraft innen elsertifikatfristen går ut i 2021.

Kostnadstallene for 2017-vindkraftverk viser en 30 % reduksjon i produksjonskostnaden over levetiden (LCOE) siden 2012, som var det siste året med større utbygging av vindkraft i Norge. Produksjonskostnaden for landbasert vindkraft satt i drift i 2017 ligger ned mot 36 øre/kWh dersom man legger til grunn 6 % kalkulasjonsrente. NVE forventer ytterligere kostnadsreduksjon for vindkraft de neste årene grunnet teknologiutviklinger for vindturbiner, noe som gir et stort økonomisk potensiale for videre vindkraftutbygging. Hvor mye av dette potensialet som faktisk vil bli realisert innen 2030 vil i stor grad avhenge av politisk aksept og tilrettelegging for vindkraft via konsesjoner og nettutbygginger.

Halvparten av kostnadsreduksjonen fra 2012-2017 skyldes høyere brukstid fra mer moderne vindturbiner, samt noe bedre vindforhold ved 2017-vindkraftverkene. Resten av reduksjonen skyldes besparelser i både

investeringskostnader og drifts- og vedlikeholdskostnader. Reduksjonen i sistnevnte er noe mer usikker enn for reduksjonene som skyldes produksjon og investeringskostnader. NVE har tradisjonelt regnet drifts- og vedlikeholdskostnader i kr/kWh i LCOE-beregninger, og de tilgjengelige dataene viser en reduksjon i disse de siste årene. Dette er nok hovedsakelig et resultat av at brukstiden har blitt høyere, slik at drifts- og vedlikeholdskostnadene fordeles på flere kWh. Driverne bak kostnadsreduksjonene fra 2012-2017 er illustrert i Figur 1 nedenfor.



Figur 1: Driverne for reduksjoner i LCOE for vindkraft fra 2012-2017, samt en fremskrivning til 2020. 6 % kalkulasjonsrente

Frem mot 2020 forventer NVE videre kostnadsreduksjoner med over 8 øre/kWh sammenlignet med 2017. Dette

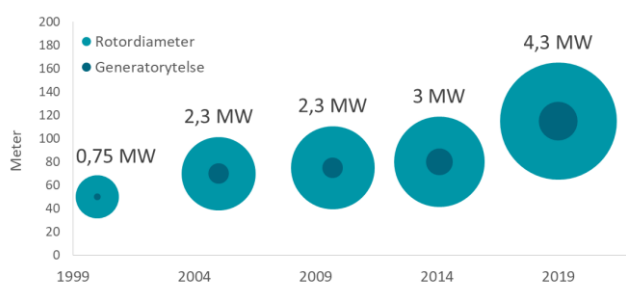
NVE har ansvar for å forvalte landets vann- og energiresurser, utvikle samfunnets evne til å håndtere flom- og skredfare og varsle om naturfare. NVE har hovedkontor i Oslo og regionkontor i Narvik, Trondheim, Hamar, Førde og Tønsberg. I tillegg har vi senter for fjellskredovervåking i Stranda og Kåfjord.

NVE hovedkontor
 Middelthunsgt. 29
 Postboks 5091, Majorstuen
 0301 Oslo
 Telefon: (+47) 22 95 95 95
 nve@nve.no

skyldes overgangen til enda færre og større vindturbiner per installert effekt, med høyere brukstid og noe lavere drifts- og vedlikeholdskostnader målt per kWh.

Til tross for usikkerhet rundt drifts- og vedlikeholdskostnader legger NVE til grunn at også disse har et potensiale for ytterligere reduksjoner. Drivere for dette kan være mer konkurranse i markedet for drift- og vedlikehold av vindkraftverk, samt i økende grad strategisk og forebyggende vedlikehold.

Moderne vindturbiner har vesentlig høyere brukstid



Figur 2: Utvikling i turbinestørrelser. Den indre sirkelen er størrelsen på generatoren og den ytre sirkelen er størrelsen på rotoren.

Vindturbineteknologien har utviklet seg raskt de siste årene. Generatorstørrelsen på landbaserte vindturbiner i Norge har økt fra under 1 MW til over 3 MW per vindturbin, og høyden på turbinene har også økt dramatisk. I tillegg til at moderne vindturbiner er fysisk større og har høyere merkeeffekt, har tendensen vært at de har større rotor i forhold til merkeeffekt (lavere spesifikk effekt). Dette gjør at turbinene oppnår flere fullasttimer fordi de er i stand til å produsere mer når det ikke blåser for fullt.

Vindkraftverkene som ble satt i drift i Norge rundt 2012 har hatt en gjennomsnittlig brukstid på ca. 2900 fullasttimer i året. Vindturbinene som ble satt i drift i fjor forventes å ha gjennomsnittlig brukstid på over 3500 fullasttimer i året. Økningen skyldes både teknologiutvikling og bedre vindressurser ved vindkraftverkene. Omtrent halvparten av økningen kan tilskrives teknologiutvikling.

Investeringskostnadene har falt moderat

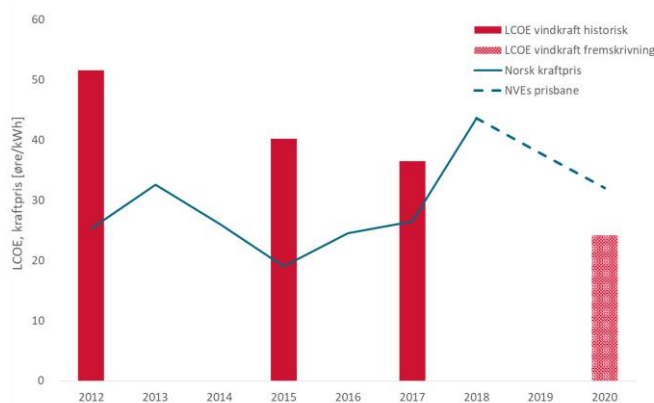
Investeringskostnadene for vindkraftverk som ble satt i drift i 2012 lå på 11 832 kr/kW. I 2017 lå investeringskostnadene på 10 708 kr/kW – ca. 10 % lavere. Mesteparten av besparelsene kom i form av reduserte anleggskostnader. Dette er verdt å merke seg, fordi det skjer i en periode der kostnadene i byggebransjen har økt vesentlig mer enn konsumisindeksen. Forklaringen på denne reduksjonen er trolig overgangen til større og færre

vindturbiner. I 2012 var det vanlig med vindturbiner på rundt 2-MW, mens det i 2017 kun ble installert vindturbiner over 3 MW. Dette medfører kortere veier og færre oppstillingsplasser og fundamenter, som igjen gjør at byggearbeidene kan gjøres til en lavere kostnad. Dette lover godt for ytterligere kostnadsreduksjoner de neste årene, når vi ser at det vil bli aktuelt med vindturbiner større enn 4-5 MW allerede innen 2020.

Vindkraft konkurransedyktig uten subsidier

Som man ser av Figur 3 under sank LCOE fra 52 øre/kWh i 2012 til 36 øre/kWh i 2017. I disse beregningene er det lagt til grunn 10 øre/kWh i drifts- og vedlikeholdskostnader og 6 % kalkulasjonsrente.

Kraftprisene har i gjennomsnitt ligget mellom 20 og 30 øre/kWh i perioden, men i basis-prisbanen fra NVEs Langsiktige kraftmarkedsanalyse tar de seg opp til 32 øre/kWh i 2020, og øker moderat etter dette. Dersom forventningen om ytterligere reduksjon i LCOE for vindkraft slår til, er det mye som tyder på utbyggere vil kunne ønske å bygge vindkraft selv om det ikke gis elsertifikater.



Figur 3: Faktisk LCOE for vindkraftverk i 2012, 2015 og 2017 (røde søyler), forventet LCOE for vindkraftverk i 2020 (skravert søyle) sammenlignet med historiske kraftpriser (blå linje), og basisprisbanen fra langsiktig analyse (stiplet linje)

Prosjektet Teknologiovervåking i Energiavdelingen til NVE leverer teknologianalyser og fakta om hvordan modne og nye teknologier kan få innvirkning på energi og kraftsystemet.
Kontaktperson: Lisa Henden, lhg@nve.no