



# Vindkraftens effektvärde fördubblas

Tack vare teknikutveckling med stadigt ökande utnyttjningstider för moderna vindkraftverk kommer flertalet av de utmaningar som förknippas med ökande variabilitet på elmarknaden till följd av vindkraftutbyggnaden att kunna hanteras och dämpas. Denna studie avhandlar tillgången på effekt från den samlade vindkraftkapaciteten.



## Snabb teknikutveckling

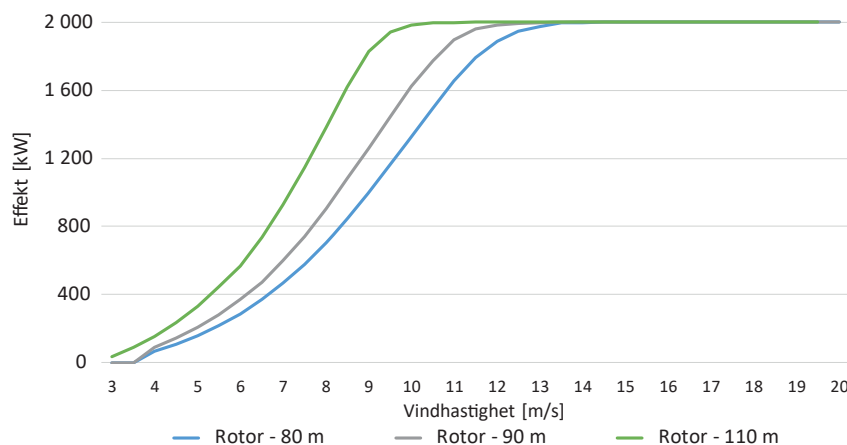
Teknikutvecklingen inom vindturbinnsidan har gått från att fokusera på större generatoreffekt, till att istället fokusera på högre tornhöjd och större rotordiameter. Den högre tornhöjden förbättrar vindutbytet då det blåser mer ju högre upp man kommer, medan den större rotordiametern i förhållande till generatoreffekt leder till att elproduktionen, vid lägre vindhastigheter för en given generatoreffekt, kan förbättras avsevärt, se Figur 1. Denna utveckling har väsentligt ökat antalet drifttimmar per år, en utveckling som antagligen kommer att fortsätta. Detta påverkar i sin tur vindkraftens produktionsprofil i Sverige (och världen), särskilt då äldre vindkraftverk monteras ned och i någon utsträckning ersätts av nya, samt då helt nya parker tillkommer. Eftersom denna utveckling inte inneburit ökade kostnader per installerad effekt i någon större utsträckning, så har istället vindkraftens produktionskostnader per MWh minskat kraftigt. Det gör att land-

baserad vindkraft idag är ett av de allra kostnadseffektivaste alternativen för ny elproduktion.

## Framtidsbilder

I våra studier har vi utgått från att vindkraftverk i befintlig vindkraftsflotta har

en livslängd om 20 år. Detta betyder att hela dagens vindkraftsflotta är helt utbytt med modern teknik till år 2040 och dessutom har en stor mängd ny vindkraft tillkommit. I modellering av hur framtidens elproduktion med vindkraft kommer att se ut har två olika scenarier analyserats, se Tabell 1 på nästa sida.



Figur 1 Effektkurvor för vindturbiner med olika rotordiameter.

Tabell 1: Turbintyper för befintlig flotta och simulerade fall

Modellfall	Effekt [MW]	Rotor [m]	Navhöjd [m]
Existerande flotta	850	52	60
	2 000	90	105
	3 075	112	109
Dagens bästa teknik	2 000	110	120
	3 450	136	149
Framtida teknik	2 000	140	140
	3 450	180	180

I första fallet har vi utgått från att dagens bästa teknik är det som kommer att användas vid nybyggnation och ersätta befintliga vindkraftverk allteftersom de faller för åldersstrecket. I det andra fallet har vi utgått från att teknikutvecklingen fortsätter snabbt framåt, med större rotorerna och högre torn, så att nybyggnation och ersättning av befintlig flotta sker med betydligt förbättrad teknik. Troligen ligger sanningen någonstans mellan dessa fallen, men tillsammans ger de ett möjligt utfallsrum för framtidens vindkraftsproduktion. Simuleringar av de beskrivna fallen har genomförts baserat på verklig vinddata för åren 2013-2016 "vindår" för ett antal parker i södra Sverige (prisområde 3 och 4).

## Teknikutveckling och geografisk spridning ger stabilare produktion

Resultaten visar att redan vid en utveckling av vindkraftsflottan från dagens flotta (2017) till en helt ny flotta 2040 motsvarande dagens bästa teknik leder till ett väsentligt högre antal fullasttimmar för vindkraftsproduktionen. Ökningen är mellan 50 och 61% baserat på vindåren 2013-2016, där utfallet för vindåret 2016 visas till vänster i Figur 2. Utöver detta tillkommer också att variationen i fullasttimmar mellan olika år minskar jämfört med idag. Huvudskälet till detta är

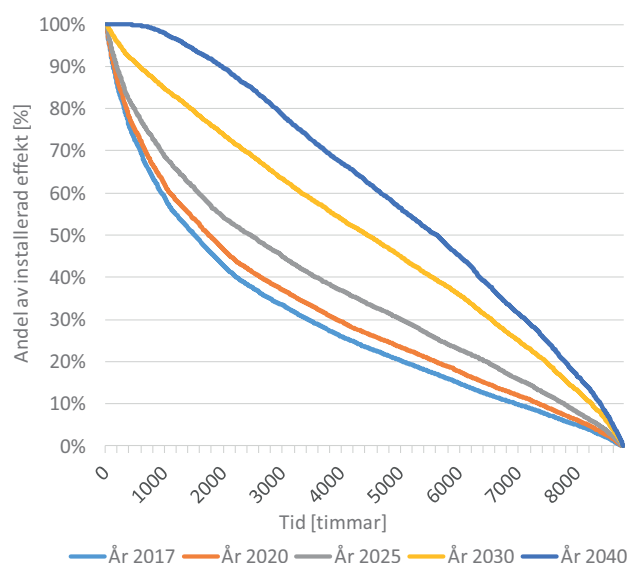
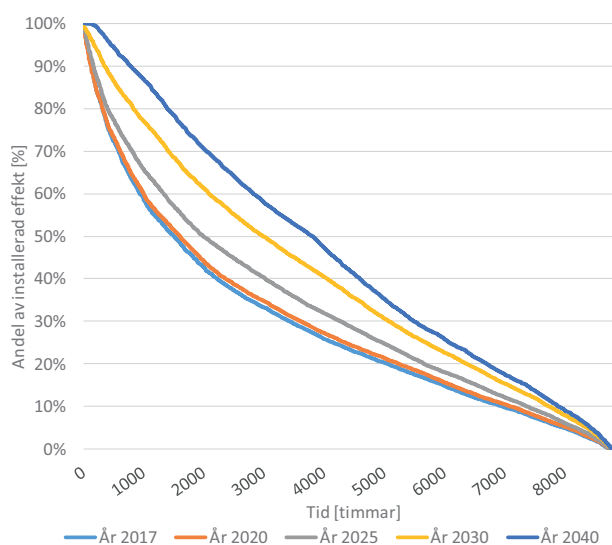
att nya turbiner har en lägre specifik effekt ( $W/m^2$ ), vilket innebär att de producerar mer el än äldre turbiner särskilt vid lägre vindhastigheter (se Figur 1). Om man utgår ifrån det andra fallet, det vill säga med väsentligt förbättrad framtida teknik, så blir ökningen av fullasttimmar 92-112% då hela dagens flotta är utbytt. Utfallet för vindåret 2016 visas till höger i Figur 2. I båda fallen minskar antalet timmar med låg produktion (exempelvis <10% av installerad effekt) avsevärt.

I ett fall simulerades att hela utbyggnaden sker geografiskt koncentrerat till den norra delen av den analyserade regionen (motsvarar prisområde 3). Tack vare något högre medelvind än i de södra delarna så blev andelen fullasttimmar högre än i grundfallet (66-77% för de modellerade åren).<sup>1</sup> Trots den högre medelvinden så gjorde vindfördelningen och koncentration till ett mindre geografiskt område att det faktiskt blev fler timmar med lägre produktion än tidigare (<10%).

I och med att produktionen förbättras kraftigt med modern teknik, särskilt vid lägre vindhastighet, så innebär det att effektvärdet för vindkraft ungefär dubblas mot dagens värde.<sup>1</sup> I Tabell 2 visas utvecklingen av effektvärdet för simuleringar från 2017 till 2040 då hela dagens vindkraftsflotta är utbytt. Det skiljer en del mellan de vindår som simuleringarna baseras på, men även ett vindår med riktigt låg medelvind (som vi hade 2013) så blir effektvärdet närmare 19%.

Tabell 2: Förändring av effektvärde för olika simulerade år

År	2017	2020	2030	2040
2013	9,8%	10,6%	16,2%	18,7%
2014	13,2%	14,3%	19,7%	22,0%
2015	12,5%	13,8%	25,5%	30,3%
2016	11,0%	12,0%	19,1%	21,3%



Figur 2: Fullasttimmar för fall med dagens bästa teknik (tv) och fall med väsentligt förbättrad teknik (th)

<sup>1</sup> Effektvärdet är definierat som den lägsta andel uteffekten av installerad effekt som inträffar under 90% av tiden för vintermånaderna (december, januari, februari). Svenska kraftnät använder fyra vintermånader.