



Notat

Til:

Fra: Knut Hofstad

Sign.:

Ansvarlig: Torodd Jensen

Sign.:

Dato: 1.4.2011

Vår ref.: NVE

Arkiv:

Kopi:

Vindkraft – Produksjonsstatistikk

SAMMENDRAG:

Samlet installert ytelse [MW]	435
Produksjon [GWh]	906
Antall registrerte vindkraftverk	17
Antall turbiner	202
Gjennomsnittlig turbin størrelse [MW]	2,2
Brukstid	2084
Kapasitetsfaktor [%]	23,8
Vindindeks [%]	87
Tilgjengelighet [%]	95,4

Tabell 1 Produksjon av vindkraft 2010

1. Produksjonsstatistikk for 2010

1.1 Innledning

NVE foretar en årlig innsamling av produksjonsdata fra vindkraftprodusentene. Notatet gir en sammenstilling av de innrapporterte dataene for 2010

I 2010 ble det produsert 906 GWh (brutto produksjon) vindkraft i Norge. Samlet installert ytelse er nå 435 MW fordelt på 202 vindturbiner. Vindkraften stod for 0,7 prosent av landets samlede kraftproduksjon.

For flere kraftverk er årsproduksjonen noe lavere enn det en kunne forvente ut fra beregnede vindforhold i 2010 og kraftverkseierne egne anslag for normalproduksjon. Kraftverkene

tilgjengelighet er også noe lavere enn det som er lagt til grunn for normalproduksjonen, men dette er ikke nok til å forklare at produksjonsverdiene er mindre enn estimert.

1.2 Vindkraftverk i Norge

Det er registrert 17 vindkraftverk større enn 0,4 MW i Norge. Til sammen er nå to kraftverk (bygd i 1989) tatt ut av ordinær drift. En oversikt over vindkraftverk i drift er gitt i tabell 2.

I 2010 ble det installert 18,4 MW ny vindkraftkapasitet, men samtidig ble turbiner tilsvarende 14 MW tatt ut av produksjon. Netto økning var dermed ca. 4MW.

	Eier	I drift år	Inst.yt. MW	Ant. turb.	Prod. GWh
Kvalnes, Andøya	Andøya Energi AS	1991	0,4	1	0,6
Hovden, Vesterålen ¹⁾	Vesterålskraft Produksjon AS	1991	0,4	1	0,3
Vikna I & II	Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk	1991	1,8	4	3,5
Hundhammerfjellet	Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk	1998	36,6	11	62,0
Fjeldskår, Lindesnes	Agder Energi Produksjon	1998	3,75	5	4,8
Harøy, Sandøy	Sandøy Energi AS	1999	3,75	5	6,5
Mehuken 1 & 2 ²⁾	Kvalheim Kraft	2001	22,65	13	25,1
Smøla 1 & 2	Smøla Vind AS (Statkraft)	2002	150,4	68	286,4
Havøygavlen	Arctic Wind AS	2002	40,0	16	77,5
Utsira 1 & 2 ³⁾	Statoil Hydro	2003	1,2	2	1,5
Eldsfjellet, Hitra	Hitra Vind AS (Statkraft)	2004	55,2	24	119,3
Sandhaugen ⁴⁾	Norsk Miljøkraft FoU AS	2004	1,5	1	1,1
Kjøllefjord vindkraftverk	Kjøllefjord Vind AS (Statkraft)	2006	39,1	17	118,3
Nygårdsfjellet Vindpark AS	Nordkraft Vind AS	2006	6,9	3	23,0
Valsneset vindkraftverk	TrønderEnergi Kraft AS	2006	11,5	5	26,1
Bessakerfjellet	TrønderEnergi Kraft AS	2007	57,5	25	142,2
Hywind ⁵⁾	Statoil	2009	2,3	1	7,4
SUM			434,6	202	905,5

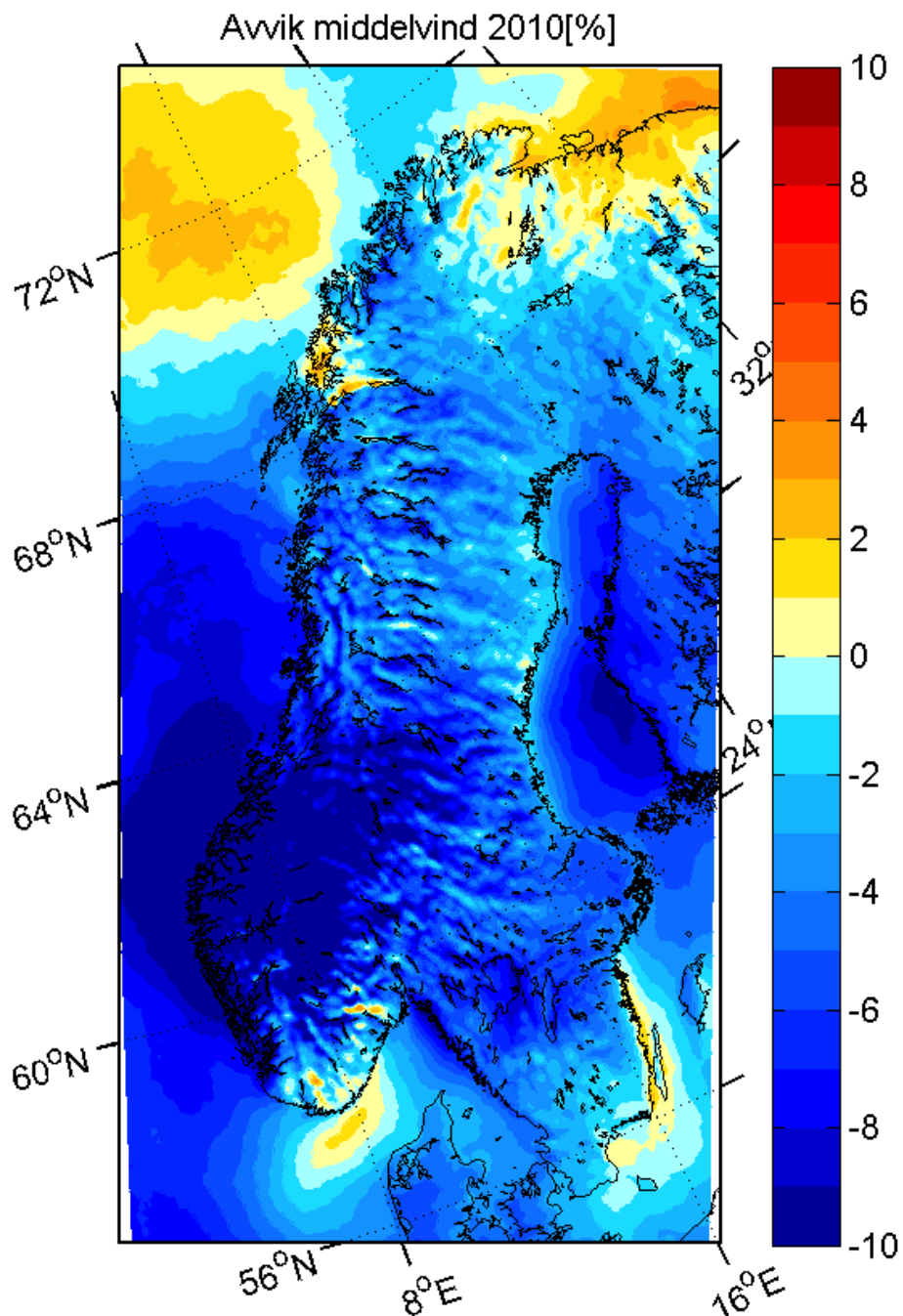
¹⁾ Ødelagt turbinblad ²⁾ Utvidet fra juni 2010 ³⁾ Hydrogenprod. avviklet ⁴⁾ Brann i turbinen ⁵⁾ Prototype

Tabell 2 Vindkraftverk i Norge 2010

2. Vindforholdene i 2010

Vindkraftproduksjonen varierer mye fra år til år avhengig av vindforholdene. NVE har engasjert Kjeller Vindteknikk til å etablere datasett over vindforholdene i 2010. For å beregne vindhastigheter har en benyttet en mesoskala, numerisk værvarslingsmodell. Resultatet er sammenlignet med modelldataene fra NVEs vindatlas (se [1]).

Figur 1 viser hvordan avviket i middelvinden har variert over Norge i 2010. Det fremgår av figuren at de fleste steder hadde lavere middelvind enn normalt, med unntak av grenseområdene Troms/Nordland og østre deler av Finnmark.



Figur 1 Avvik i middelvind i 2010

2.1 Vindindekser

NVEs vindindeks gir et mål på avvik i *vindkraftproduksjonen* som følge av vindforhold og er definert som

$$\text{Vindindeks [\%]} = \frac{\text{Estimert kraftproduksjon}}{\text{Produksjon i et normalår}}$$

Tabell 3 viser beregnede vindindekser for hvert kraftverk i Norge. Vindindeksen er en produksjonsindeks (til forskjell fra en indeks som viser avviket i middelvind) der forventet produksjon

er beregnet ut fra produksjonskarakteristikkene til en Siemens 2,3 MW klasse 1 vindturbin. Produksjon i et normalår (gjennomsnittlig kraftproduksjon) er anslått av kraftverkseierne. På dette grunnlag kan en estimere årets kraftproduksjon for hvert enkelt kraftverk.

$$\text{Estimert produksjon} = \text{Normalproduksjon} \times \text{Vindindeks}$$

Kraftv.	Brukstid 2010 [timer]					
	Prod	Normal	Avvik(1)	Vindindex	Est. prod.	Avvik (2)
Kvalnes, Andøya	1475	2500	-1025	95,5 %	2 388	-913
Vikna	1944	2636	-692	86,2 %	2 272	-328
Hundhammerfjellet vindmøllepark	1695	2887	-1192	85,7 %	2 474	-779
Fjeldskår vindmøllepark	1287	3239	-1952	97,6 %	3 162	-1 874
Sandøy Vindkraft	1737	2667	-930	78,2 %	2 085	-349
Mehuken 1	2348	2824	-475	77,0 %	2 174	174
Smøla Vindpark	1909	2373	-464	79,7 %	1 892	18
Havøygavlen vindpark	1938	2500	-562	96,8 %	2 420	-482
Hitra Vindpark (Eldsfjellet)	2162	2500	-338	83,6 %	2 090	72
Kjøllefjord Vindpark (Gartefjellet)	3025	3043	-18	99,0 %	3 013	12
Nygårdsfjellet vindpark	3326	3478	-152	105,8 %	3 680	-354
Valsneset vindkraftverk	2270	3043	-774	86,8 %	2 642	-372
Bessakerfjellet vindkraftverk	2473	3043	-570	91,9 %	2 797	-324
Hywind	3200	3478	-278	88,4 %	3 075	125

(1) Avvik mellom produksjon i 2010 og (oppgitt) midlere produksjonsevne.

(2) Avvik mellom produksjon i 2010 og estimert produksjon ut fra vindforhold.

Tabell 3 Kraftverk i normal drift

Tabell 3 inneholder alle kraftverk i normal drift. Kraftverk som har vært i en oppstartingsfase, eller vært utsatt for ekstraordinære tekniske problemer er holdt utenfor. Produksjonsresultatene er gitt som brukstid for lettere å kunne sammenligne kraftverkene med hverandre, uavhengig av kraftverkens størrelse. Avvik (1) er differansen mellom faktisk produksjon i 2010 og oppgitt forventet årsproduksjon i et normalår. Vindindeksen angir estimert produksjon i prosent av forventet årsproduksjon i et normalår når en tar vindforholdene i 2010 i betraktning. Resulterende estimert produksjon i 2010 er gitt i neste kolonne, mens avviket mellom faktisk produksjon i 2010 og estimert produksjon er gitt under kolonnen "Avvik (2)".

Av tabellen fremgår det at det er store variasjoner, både når det gjelder vindforhold og produksjon.

For landet som helhet er vindindeksen beregnet til 87 %, dvs. at landets samlede vindkraftproduksjon kan forventes å bli 13 % lavere enn normalt.

Brukstiden for alle kraftverkene sett under ett er ca. 2 084 timer, varierende mellom 1 300 og 3 300 timer. Denne store variasjonen indikerer et forbedringspotensial som burde være mulig å ta ut i forbindelse med at nye kraftverk nå etableres med et bredere erfaringsgrunnlag, både når det gjelder lokalisering av nye vindparker og utplassering av vindturbiner (micro siting).

Det er fremdeles avvik mellom faktisk produksjon og estimert produksjon (ut fra vindforhold), men forskjellene er gjennomgående mindre enn tidligere år.

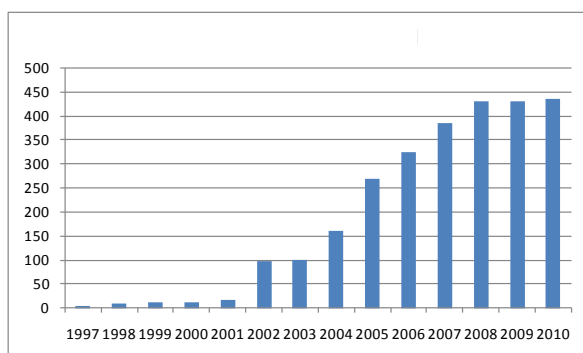
Noe av avvikene kan skyldes at KVT benytter produksjonskarakteristikkene til en Siemens vindturbin (som kan avvike noe fra de som faktisk er i bruk) og usikkerheter i beregning av vindindekser. Disse usikkerhetene anses likevel å være små sammenlignet med de avvikene som er konstatert. For enkelte vindkraftverk har tilgjengeligheten vært unormalt lav og det har også bidratt til at faktisk produksjon er lavere enn forventet.

3. Tilgjengelighet

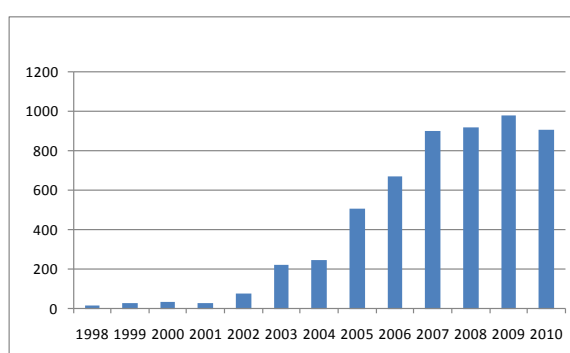
Alle vindturbiner er tidvis utilgjengelig for produksjon p.g.a. vedlikehold, tekniske feil og andre uregelmessigheter. Med årstilgjengelighet menes den andel av tiden et vindkraftverk har vært driftsklar. Hvis et kraftverk består av flere turbiner beregnes gjennomsnittlig tilgjengelighet for vindturbinene. En vindturbin regnes i denne sammenheng som tilgjengelig også når den står stille som følge av for svak eller sterk vind. Årstilgjengelighet sier m.a.o. noe om den tekniske driftsstabiliteten til vindkraftverket, men intet om vindforholdene.

Årstilgjengeligheten for kraftverk i normal drift varierer mellom 76,3 % og 99,0 %, med et gjennomsnitt på 92,8 %, men vektet etter installert ytelse er tilgjengeligheten for produksjonssystemet 95,4 %. Anlegg installert etter 2000 har i gjennomsnitt hatt en tilgjengelighet på 96,0 %.

4. Historisk utvikling av vindkraften



Figur 2 Installert ytelse [MW]



Figur 3 Årlig produksjon [GWh]

Figur 2 og 3 viser utviklingen av vindkraften de senere år.

Årlig produksjon for et vindkraftverk kan, som et alternativ til brukstid, uttrykkes med en kapasitetsfaktor (%) for å få et måltall på produktivitet (vindforhold), uavhengig av kraftverkets størrelse og driftstid gjennom året. Figur 4 viser hvordan den gjennomsnittlige kapasitetsfaktoren har variert fra år til år. Til å beregne kapasitetsfaktoren har en benyttet følgende formel:

$$\text{Kapasitetsfaktor} = \frac{E}{(P_t - P_i) \times 8760 + P_i \times 4380}$$

der

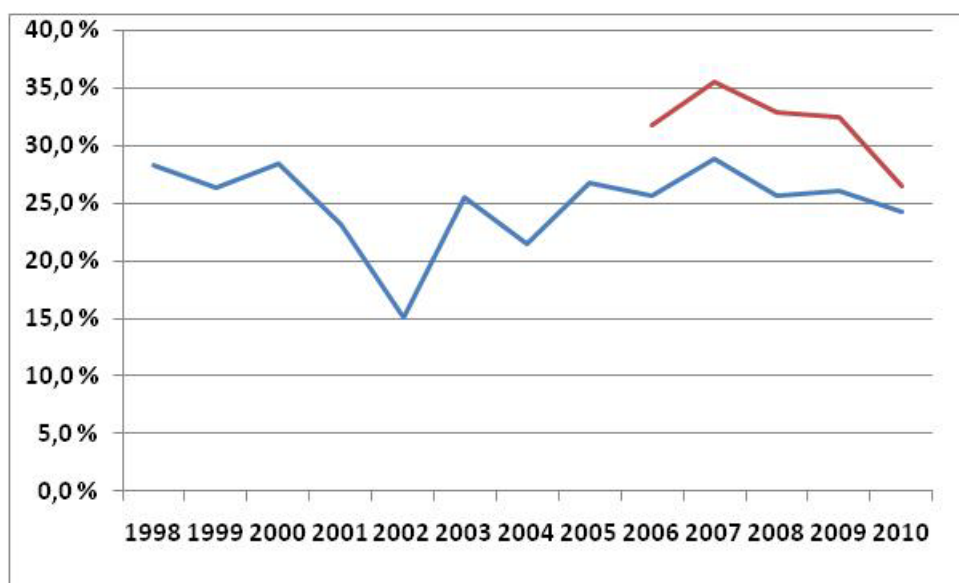
E = produsert vindkraft,

P_t = total installert ytelse

P_i = ny kapasitet som er installert det siste året

En har her antatt at ny kapasitet i gjennomsnitt har vært i drift et halvt år. Dette representerer en tilnærming som i enkelte år, med en prosentvis stor økning i installert ytelse, kan gi store utslag. Dette gjelder for eksempel i 2002 der ny kapasitet dominerte over allerede installert kapasitet, og var sannsynligvis i drift i mindre enn et halvt år.

Kapasitetsfaktoren med *estimert produksjon* (jf. Tabell 3) er også tegnet inn. Denne er markert med rød strek. Forskjellen mellom kapasitetsfaktoren basert på *estimert produksjon* og kapasitetsfaktoren basert på produsert kraft kommer her tydeligere frem. I 2010 ble imidlertid avviket mellom estimert og målt kapasitetsfaktor mindre enn de har vært de senere år. Noe av dette skyldes at enkelte kraftverk nå har nedjustert sin midlere produksjonsevne. Ut over det er det ikke klarlagt hvorfor avviket nå er mindre enn tidligere, men det kan ha sammenheng med fjorårets lave vindindeks.



Figur 4 Kapasitetsfaktor – historisk utvikling

- Målt kapasitetsfaktor
- Estimert kapasitetsfaktor (gitt av vindforhold og gj.sn. produksjon)

Referanser:

- [1] Reiar Kravik: "Vind- og produksjonsindekser for Norge 2010"
KVT/RK/2011/022/25.3.2011. Kjeller Vindteknikk