



Notat

Til:

Fra: Knut Hofstad

Sign.:

Ansvarlig: Torodd Jensen/Marit L. Fossdal

Sign.:

Dato: 11.5.09

Vår ref.: NVE

Arkiv:

Kopi:

Vindkraft - Produksjonsstatistikk

1. Produksjonsstatistikk for 2008

1.1 Innledning/sammendrag

NVE foretar en årlig innsamling av produksjonsdata fra vindkraftprodusentene. Notatet gir en sammenstilling av de innrapporterte dataene for 2008.

I 2008 ble det produsert 917 GWh vindkraft i Norge i 18 registrerte vindkraftverk. Samlet installert ytelse er nå 429 MW fordelt på 200 vindturbiner. Gjennomsnittlig turbinstørrelse er beregnet til 2,15 MW.

Årsproduksjonen er lavere enn det en kunne forvente ut fra beregnede vindforhold i 2008 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 de lave produksjonsverdiene.

Sammenlignet med andre land produserer norske vindkraftverk omtrent som gjennomsnittet for kraftverkene i IEA-landene.

1.2 Vindkraftverk i Norge

Det er registrert 18 vindkraftverk større enn 0,3 MW i Norge. De to eldste kraftverkene er nå 20 år gamle, men disse har ikke vært i drift i 2008. En oversikt over kraftverkene er gitt i tabell 1.

I 2008 økte kapasiteten med 45 MW, i det vesentlige på Bessakerfjellet og Hundhammerfjellet kraftverk. Gjennomsnittlig turbinstørrelse er nå 2,2 MW, mens størrelsen på de turbinene som ble installert i 2008 var i gjennomsnitt 2,6 MW.

Det er få nye anlegg under bygging, og økning av vindkraftproduksjonen de neste 1-2 årene vil være marginal.

	Eier	I drift år	Inst.ytel MW	Ant. turb.
Titran, Frøya	TrønderEnergi Kraft AS	1989	0,4	1
Hammarøya Vindmølle	Nordmøre Energiverk AS	1989	0,3	1
Kvalnes, Andøya	Andøya Energi AS	1991	0,4	1
Hovden, Vesterålen	Vesterålskraft Produksjon AS	1991	0,4	1
Vikna I & II	Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk	1991	1,8	4
Hundhammerfjellet	Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk	1998	50,75	16
Fjeldskår, Lindesnes	Agder Energi Produksjon	1998	3,75	5
Harøy, Sandøy	Sandøy Energi AS	1999	3,75	5
Mehuken	Kvalheim Kraft	2001	4	5
Smøla 1 & 2	Smøla Vind AS (Statkraft)	2002	150,4	20
Havøygavlen	Arctic Wind AS	2002	40,0	16
Utsira 1 & 2	Statoil Hydro	2003	1,2	2
Eldsfjellet, Hitra	Hitra Vind AS (Statkraft)	2004	55,2	24
Sandhaugen	Norsk Miljøkraft FoU AS	2004	1,5	1
Kjøllefjord vindkraftverk	Kjøllefjord Vind AS (Statkraft)	2006	39,1	17
Nygårdsfjellet Vindpark AS	Nordkraft Vind AS	2006	6,9	3
Valsneset vindkraftverk	TrønderEnergi Kraft AS	2006	11,5	5
Bessakerfjellet	TrønderEnergi raft AS	2007	57,5	25
SUM			428,9	200

Tabell 1 Vindkraftverk i Norge

Produksjon

Data om fjorårets produksjon er sammenfattet i tabell 2.

Antall registrerte vindkraftverk	18
Samlet installert ytelse [MW]	429
Antall turbiner	200
Gjennomsnittlig turbinstørrelse [MW]	2,15
Produksjon 2008 [GWh]	917
Brukstid	2139
Kapasitetsfaktor	24,4

Tabell 2 Produksjon av vindkraft 2008

Fjorårets produksjon var 917 GWh og dette utgjør 0,7 % av elforbruket i Norge. Brukstiden er beregnet til 2 139 timer som tilsvarer en kapasitetsfaktor på 24,3 %.

1.3 Vindforholdene i 2008

Et viktig grunnlag for å bedømme årets vindkraftproduksjon er vindforholdene. NVE har engasjert Kjeller Vindteknikk til å beregne "vindtilsiget" i 2008 i de områder der det er etablert vindkraftverk. Beregningene er basert på observasjoner fra vindkraftregionene. De observerte dataene er homogenisert ved hjelp av hindcastdataarkivet til Meteorologisk institutt. Dataene er deretter brukt til å estimere brukstiden for 2008 der produksjonskarakteristikkene til en Siemens 2,0 MW vindturbin er lagt til grunn. Resultatet er sammenlignet med vindserier siden 1955. På dette grunnlag er det beregnet hvor stort avvik fra oppgitt normalproduksjon en kan forvente i 2008 når årets vindforhold legges til grunn. Resultatet er gitt i tabell 3. Tabellen viser forventet avvik av årsproduksjon i ulike regioner ut fra vindforholdene i 2008.

Hvis man vekter de regionsvise avvikstallene etter årsproduksjonen ved det enkelte kraftverk, skulle energiproduksjonen i 2008 vært 99 % av normal årsproduksjon. Dette tilsier en vindkraftproduksjon på ca. 1,2 TWh (brukstid 2 880 timer) i 2008. Ut fra denne beregningen er årets vindkraftproduksjon ca. 25 % lavere enn det den skulle ha vært ut fra registrert "vindtilsig".

Det synes å være et gjennomgående trekk, både i år og tidligere år, at registrert produksjon er lavere enn forventet. I 2008 var gjennomsnittlig avvik ca. 700 timer (brukstid). For enkelte kraftverk (i normal drift) er avviket mellom estimert produksjon og registrert produksjon mer enn 1 000 timer. Det er et åpenbart behov for at flere vindkraftteiere iverksetter tiltak slik at anslaget på forventet produksjon blir mer overensstemmende med hva en realistisk kan forvente.

1.4 Vindkraftverk i normal drift

Noen av kraftverkene er i en prøv fase eller brukes til forskningsformål og vil av den grunn produsere mindre enn normalt. I tillegg har to av de eldre kraftverkene (fra 1989) vært ute av drift. Holdes disse kraftverkene utenom sitter vi igjen med 166 turbiner med til sammen 357 MW, med en produksjon i 2008 på 778,5 GWh.

For de kraftverkene som har vært i normal drift har samlet brukstid vært 2189 timer mot normalt (oppgitt av kraftverkseierne) 2 922 timer (tabell 4). Unormal drift ved enkelte vindkraftverk har således liten betydning for beregning av brukstiden.

Antall registrerte vindkraftverk	14	
Samlet installert ytelse	356	MW
Produksjon 2008	779	GWh
Brukstid	2 189	timer

Tabell 4 Produksjon fra vindkraftverk i normal drift, 2008

Det er også betydelige forskjeller i ytelse mellom kraftverk i normal drift, bl.a. kommer eldre kraftverk generelt dårligere ut enn yngre. Dette kan være en indikasjon på at mer erfaring i valg av vindkraftverkens plassering og forbedret drift av kraftverkene, vil kunne gi større produksjon i

	AVVIK
Vest Agder E	5,6 %
Vest Agder W	6,2 %
Rogaland C	-4,1 %
Rogaland N	2,5 %
Hordaland S	3,5 %
Hordaland N	1,1 %
Sogn og Fjordane C	1,1 %
Sogn og Fjordane N	3,2 %
Møre og Romsdal C	2,3 %
Møre og Romsdal N	-1,2 %
Sør Trøndelag	0,3 %
Nord Trøndelag	7,0 %
Nordland S	10,2 %
Nordland CS	7,8 %
Nordland CN	12,2 %
Nordland N	-3,2 %
Troms S	7,7 %
Troms N	5,1 %
Finnmark W	-0,7 %
Finnmark C	-6,2 %
Finnmark CE	-6,2 %
Finnmark E	-5,2 %
Finnmark SE	-7,0 %

Tabell 3 Avvik av vind i forhold til langtidsmiddel

fremtiden. For de nyere, større kraftverkene som har kommet i normal drift ligger brukstiden ca. 150 timer høyere enn gjennomsnittet for alle kraftverk.

1.4 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.

11 vindkraftverk (tilsvarende 326 MW) har rapportert om årstilgjengelighet. De varierer mellom 45 % og 98,5 %, med et gjennomsnitt på 76 %, men vektet etter installert ytelse er tilgjengeligheten for hele produksjonssystemet 95,9 % (veies tilgjengelighet for hvert kraftverk etter antall turbiner blir gjennomsnittet 94,5 %). Hvis alle kraftverkene hadde operert med en brukstid på 97 % ville årsproduksjonen vært 951,1 GWh (mot 917 GWh). Lav tilgjengelighet kan således ikke forklare at produksjonstallene er lavere enn oppgitt normalproduksjon.

Flere av de eldre vindturbinene som ble installert rundt 1990 har de siste årene tidvis hatt en svært lav tilgjengelighet. Mye av dette blir forklart med lang leveringstid av viktige komponenter. Tilgjengeligheten er gjennomgående bedre for de nyeste vindkraftverkene. Hvor mye av disse forskjellene i tilgjengelighet som skyldes en teknologiforbedring de senere årene og hvor mye som kommer av at vindturbinene slites raskere ned enn antatt, er uavklart. Utilfredsstillende vedlikehold kan også være en forklaring. Det er uansett grunn til å se nærmere på denne problemstillingen for å få et mer realistisk bilde av hva en vindturbin kan yte gjennom sin økonomiske levetid (20 år).

Det er også gjort forsøk på å kartlegge hvordan driftsavbruddene fordeler seg over året. Resultatet fra 11 vindkraftverk, til sammen 327 MW, er gitt i tabellen nedenfor.

Jan.	Feb.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept	Okt.	Nov.	Des.
11 %	6 %	6 %	5 %	6 %	5 %	10 %	8 %	9 %	9 %	13 %	11%

Vindkraftverk beregnet for forsknings- og demonstrasjonsformål er hold utenom denne statistikken. 57 % av driftsavbruddene skjedde i vinterhalvåret (okt. - mars), mens 43 % skjedde i sommerhalvåret (april-september). Omregnet til tilgjengelighet blir tallene 95,3 % i vinterhalvåret og 96,5 % i sommerhalvåret. Disse tallene bekrefter langt på vei tendensen fra tidligere år om lavere tilgjengelighet i vinterhalvåret, jf. tabell 5. Tilgangen på vindressurser er som kjent størst om vinteren, men denne gunstige egenskapen svekkes noe av vindkraftverkernes reduserte pålitelighet i samme periode.

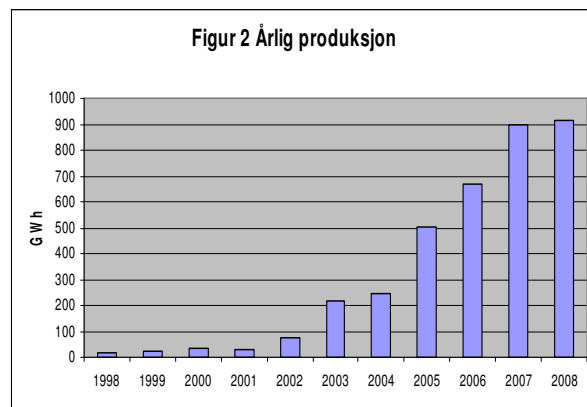
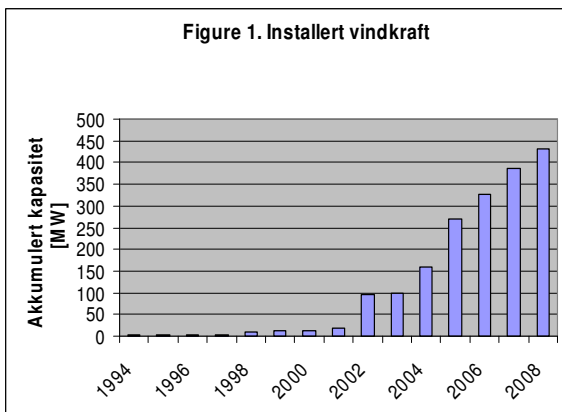
	Tilgjengelighet			Fordeling av driftsavbrudd	
	År	Sommer	Vinter	Sommer	Vinter
2006	94,7	96,3	93,1	35	65
2007	93,9	95,0	92,8	41	59
2008	95,9	96,5	95,3	43	57

Tabell 5 Tilgjengelighet for norske vindkraftverk [%]

Årsakene til feil er også rapportert. I 2008 skyldes 8 % av feilene værforhold (for eksempel lyn, ising), 68 % av feilene var referert til svikt av det tekniske utstyret, mens 24 % skyldes andre grunner, hovedsakelig forebyggende vedlikeholdsarbeid. Feilprosentene er her vektet etter antall turbiner i kraftverket. Det er innrapportert data om feilårsak fra 11 vindkraftverk. For 2007 var tallene hhv. 7 %, 89 % og 4 %. Sviktende komponenter er fremdeles den dominerende årsak til driftsstans, mens værforhold spiller en underordnet rolle.

2. Historisk utvikling av vindkraften

Figur 1 og 2 viser utviklingen av vindkraften de senere år.



Årlig produksjonsevne for et vindkraftverk uttrykkes ofte som en kapasitetsfaktor (%) eller brukstid (timer per år) for å få et måltall på produktivitet (vindforhold), uavhengig av kraftverket størrelse. Tabell 6 viser hvordan den gjennomsnittlige kapasitetsfaktoren varierer fra år til år. Til å beregne kapasitetsfaktoren har en benyttet følgende formel:

$$\text{Kapasitetsfaktor} = E / ((P_T - P_i) * 8760 + P_i * 4380)$$

der

E = produsert vindkraft,

P_T = total installert ytelse

P_i = ny kapasitet som er installert det siste året

1998	28,3 %
1999	26,4 %
2000	28,5 %
2001	23,2 %
2002	15,1 %
2003	25,5 %
2004	21,5 %
2005	26,8 %
2006	25,7 %
2007	28,9 %
2008	25,7 %

Tabell 6 Kapasitetsfaktor

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.

2.1 Sammenlignende produksjon

IEAs årsberetning offentliggjør hvert år produsert vindkraft og total installert ytelse for hvert enkelt medlemsland, samt hvor mye ny kapasitet som er installert det siste året.

Tallene for 2008 foreligger ikke ennå, men for 2007 ble resultatet som fremgår av tabell 7.

	Installert ytelse [MW]		Produksjon 2007 [GWh]	Kapasitets- faktor [%]
	Tot	2007		
US	16904	5329	48000	38 %
Australia	824	7	2526	35 %
Mexico	85	0	248	33 %
Hellas	874	125	2328	33 %
Norge	385	60	899	29 %
UK *	2390	427	5381	28 %
Irland	803	59	1790	26 %
Norge (2008)	429	44	917	26 %
Danmark	3124	0	7171	26 %
Korea	193	18	399	25 %
Portugal	2125	427	4036	24 %
Sverige	788	217	1429	24 %
Nederland	1745	209	3400	24 %
Spania	15145	3522	27026	23 %
Finland	110	24	188	22 %
Tyskland	22247	1667	39500	21 %
Italia	2726	603	4074	19 %
Japan	1538	229	2207	18 %
Sveits	12	0	16	15 %
SUM	72447	12967	151535	26 %

Tabell 7. Beregnet kapasitetsfaktor i 2007 for en rekke land

Som en ser kommer Norge forholdsvis godt ut dette året (29 % eller ca. 2 530 brukstimer). Norge har som kjent store områder med høy gjennomsnittsvind, men også et stort innslag av ekstremvinder. Australia er kjennetegnet med forholdsvis sterke og vedvarende vinder som gjør at turbinene kan operere på høy last i lange perioder. USA har også gode vindforhold, men kommer etter alt å dømme uforholdsmessig godt ut på denne statistikken da de i 2007 hadde en kraftig økning av installert ytelse (som fører til at beregningen av kapasitetsfaktoren blir beheftet med stor unøyaktighet). Denne ”rankinglisten” er selvsagt ikke representativ for flere år sett under ett da vindforholdene varierer mye fra år til år i det enkelte land. Det antas likevel at den gjennomsnittlige kapasitetsfaktoren for alle land er et representativt mål på hva som i internasjonal sammenheng er å betrakte som en tilfredsstillende kapasitetsfaktor.

Mens 2007 var et godt ”vindår” i Norge, var vindforholdene i 2008 tilnærmet normale. Regnet på samme måte som for IEA-landene, blir kapasitetsfaktoren i 2008 26 %, eller omtrent som gjennomsnittet blant andre vindkraftland.