

## Notat

Oppdrag:	<b>Sjonfjellet vindkraftverk</b>	Dato:	<b>16. oktober 2012</b>
Emne:	<b>Vindkraft som klimatiltak</b>	Oppdr.nr.:	
Til:	<b>Norsk Grønnkraft</b>	<b>Andreas Lervik</b>	
Kopi:			
Utarbeidet av:	<b>Linn Silje Udem</b>	Sign.:	
Kontrollert av:	<b>Linn Silje Udem</b>	Sign.:	
Godkjent av:	<b>Jan-Olav Øderud</b>	Sign.:	

### Elektrisitetsproduksjon og vindkraft i et globalt forurensningsperspektiv

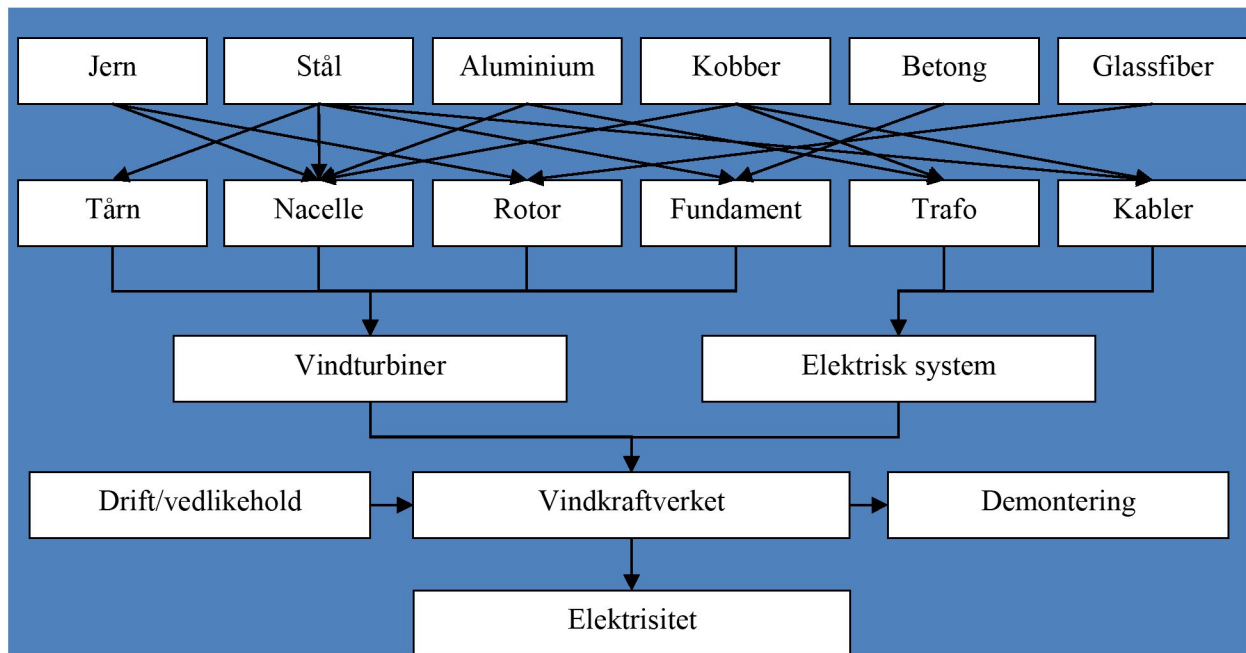
Når konsekvensene av et vindkraftverk for temaet forurensning skal vurderes, er det naturlig å se på hvordan vindkraft forurenser sammenliknet med andre energikilder (de globale nullalternativene). Alternativene til vindkraft er mange, og denne presentasjonen gir derfor ikke et fullstendig bilde, men noen momenter, som illustrerer at i et globalt forurensningsperspektiv gir vindkraft en gevinst sammenliknet med de fleste andre energikilder.

Vindkraft, i motsetning til bl.a. kullkraft og gasskraft, benytter ikke fossile energikilder i elektrisitetsproduksjonen, og har følgelig ingen utslipp av klimagasser i driftsfasen. I et miljøregnskap må man imidlertid også se på energiforbruk og utslipp knyttet til produksjon, installering og demontering (etter endt konsesjonsperiode) av vindturbinene.

Disse aspektene bør med andre ord vurderes i et livssyklusperspektiv, for å gjøre det enklere å sammenlikne ulike former for elektrisitetsproduksjon. En såkalt livsløpsanalyse, eller Life Cycle Analysis (LCA), er et verktøy som benyttes for å analysere utslippene fra hele verdikjeden til et produkt eller en tjeneste. En forenklet verdikjede for kraft produsert fra et vindkraftverk er skissert i figur 1.

Livsløpsanalysen tar sikte på å kvantifisere de totale miljøvirkningene fra et produkt eller en tjeneste gjennom hele livsløpet eller verdikjeden. En slik studie er velegnet for å vurdere miljøpåvirkningen fra ulike teknologier som gir det samme produktet, som i dette tilfellet er elektrisitet. En livsløpsanalyse benyttes med andre ord til å kvantifisere ressursbruk (for eksempel mengde tilført energi) eller miljøbelastning (for eksempel utslipp av klimagasser) for å fremstille en gitt mengde av det aktuelle produktet.

En litteraturstudie utført ved NTNU i 2009 (Arvesen m.fl., 2009), har gjennomgått 28 LCA-studier av vindkraft, publisert i perioden 2000-2009. Studiene er hentet fra flere land, hovedsakelig i Europa. LCA-studiene undersøker blant annet energiforbruk (energitilførsel per produsert kWh) og utslipp av klimagasser (per produsert kWh) for vindkraft i et livssyklusperspektiv.



Figur 1. Forenklet verdikjede for et vindkraftverk.

Beregninger av energitilførsel per kWh kan også benyttes til å kalkulere energitilbakebetalingstiden, som angir hvor lang tid en vindturbin må være operativ for å generere mengden energi som går med i den øvrige verdikjeden for kraftverket (se figuren ovenfor).

Resultatene fra livssyklusanalyser av vindkraftverk varierer noe fra land til land, og fra prosjekt til prosjekt. Felles for de aller fleste studiene er at de viser at størsteparten av miljøpåvirkningen i vindkraftverkets livsløp stammer fra vindturbinproduksjonen.

Resultatene fra studien angir en gjennomsnittlig energitilbakebetalingstid på 3,2 måneder. Dette betyr at et vindkraftverk vil ha levert samme mengde elektrisitet til nettet som det som går med til produksjonen av kraftverket etter drøyt tre måneder. Tallene på klimagassutslipp per kWh er funnet å ligge mellom 5 og 20 g CO<sub>2</sub>-ekvivalenter/kWh.

Dersom en sammenlikner klimagassutslippene fra vindkraft med andre konvensjonelle kraftteknologier, viser studiene at vindkraft har de laveste utslippene per kWh kraftproduksjon. For sammenlikning av vindkraft med andre energiteknologier, peker NTNU-studien på en studie publisert i *Energy and Environmental Science* i 2009 (Jacobsen m.fl., 2009). Denne studien sammenlikner klimaintensiteten fra vindkraft med andre klimavennlige kraftteknologier. Resultatene fra denne studien er supplert med resultater fra andre studier, og gjengitt i Tabell 1.

**Tabell 1.** Klimautslipp ved forskjellige produksjonsteknologier

Produksjonsteknologi	Utslipp av klimagasser [gram CO <sub>2</sub> -eq/kWh]	Kilde
Vindkraft	3 - 7 5 - 20	Jacobsen m.fl., 2009 Arvesen m.fl., 2009
Kjernekraft	9 - 70	Jacobsen m.fl., 2009
Vannkraft	17 - 22	Jacobsen m.fl., 2009
Solkraft	19 - 59	Jacobsen m.fl., 2009
Bølgekraft	25 - 50	POST, 2006
Biokraft	25 - 100	POST, 2006
Kullkraft med CO <sub>2</sub> -fangst	255 - 442	Jacobsen m.fl., 2009
Naturgass	485 - 991	Dones, R., Heck T. og Hirschberg S., 2003
Olje	519 - 1200	Dones, R., Heck T. og Hirschberg S., 2003
Kull	1070 – 1340	IEA, 2002

For å vurdere i hvilken grad Sjonfjellet vindkraftverk bidrar til å redusere klimagassutslipp, må det benyttes marginalbetraktninger i kraftsystemet. NVE har i kvartalsrapport for kraftmarkedet 1. kvartal 2008 vurdert hvilken klimareducerende effekt det vil ha å redusere kraftforbruket i Norge med 1 – 10 TWh. NVE slår fast at i det nordiske kraftmarkedet er det gass, kull og olje som ligger på marginalen, det vil si at det er disse krafttypene som vil redusere sin produksjon dersom etterspørselen reduseres.

En tilførsel av ny fornybar energi i det nordiske kraftmarkedet vil, på samme måte som en reduksjon i kraftforbruk, redusere mengden fossil kraft produsert i Norden. NVE anslår klimaintensiteten til gjennomsnittet av kraft som blir erstattet i Norden ved redusert forbruk er om lag 600 g CO<sub>2</sub>/kWh i et livssyklusperspektiv.

Dersom en trekker fra maksimalestimatet på klimautslipp fra vindkraft, dvs. 20 g CO<sub>2</sub>/kWh, får en at den globale klimagevinsten ved å bygge Sjonfjellet vindkraftverk kan anslås til 580 g CO<sub>2</sub>/kWh. Ved en årlig produksjon av kraft på 950 GWh, vil reduksjonen i klimautslipp bli ca. 550 000 tonn pr år. Dette tilsvarer da ca. 11 millioner tonn over anleggets levetid på 20 år.

Disse beregningene viser at dersom vindkraft erstatter kraft fra ikke-fornybar energikilder (kull, gass og olje), så vil bygging av vindkraft være et positivt bidrag i kampen for å redusere de globale klimagassutslippene.

Basert på ovennevnte vurderes tiltaket med stor sannsynlighet å ha positiv konsekvens for temaet forurensning og avfall i et nasjonalt og globalt perspektiv.

## Referanser

Arvesen m.fl. (2009). *Life-cycle assessments of wind energy systems*.

Dones, R., Heck T. og Hirschberg S. (2003). *Paul Scherrer Institute Annual Report 2003. Greenhouse Gas Emissions for Energy Systems: Comparison and overview*.

IEA. (2002). *The International Energy Agency. Environmental and Health Impacts of Electricity Generation*.

Jacobsen m.fl. (2009). *Review of solutions to global warming (...)*.

POST. (2006). *Carbon footprint and electricity generation, Parliamentary Office for Science and Technology (UK)*.