

# Fred.Olsen Renewables AS



Kalvatnan vindkraftverk  
i Bindal kommune, Nordland  
– konsekvenser for skyggekast



# RAPPORT

KU Kalvatnan og Mosjøen vindparker

<b>Rapport nr.:</b> 169260-K01	<b>Oppdrag nr.:</b> 155650	<b>Dato:</b> 30.09.2011
<b>Kunde:</b> Fred. Olsen Renewables AS		
<p><b>Kalvatnan vindkraftverk i Bindal kommune Nordland - konsekvenser for skyggekast</b></p>		
<p><b>Sammendrag:</b> Konsekvensen er tilnærmet den samme ved en utbygning med 3 MW og 5 MW møller.</p> <p>Generelt er det ingen sårbare områder i forhold til skyggekast i tilknytning til vindkraftverket da det er lite eller ingen bebyggelse i området.</p> <p>Skyggebelastningen fra vindmøllene er beregnet ved hjelp av programvaren WindPro versjon 2.5. Programvaren er benyttet til å beregne omfanget av skyggekast i form av varighet i en "worst case"-versjon. Beregningen inkluderer også en bergning av faktisk skyggekast ("real case") som korrigerer for lokale vær- og vindforhold i området vindkraftverket er planlagt. "real case"-beregninger er etter ønske fra Fred Olsen Renewables bare utført for en 3 MW utbygging.</p> <p>For "worst case"- versjonen er det 1 utleiehytte for Plahte som blir påvirket av skyggekast ved både 3 og 5 MW utbygningsløsning.</p> <p>Hytta ligger under grenseverdien på 30 timer/år og under grenseverdien 30 minutter / dag for 3 MW alternativet. Denne påvirkes av turbin nr 1, 28, 29 for 3 MW alternativet, og påvirkningen er på kvelden mellom ca kl 18:30 og 20:30 i perioden fra mai til august.</p> <p>Hytta ligger over grenseverdien på 30 timer/år men under grenseverdien 30 minutter / dag ved 5 MW alternativet. Hytta påvirkes bare av turbin nr 28 for 5 MW alternativet, og påvirkningen er på kvelden ca mellom kl 19 og 20 i periodene fra mai til juli.</p> <p>For "real case"- versjonen er det 1 utleiehytte for Plahte blir påvirket av skyggekast. Faktisk skyggekast omfang ligger under grenseverdien på 8 timer per år ved en 3 MW utbygging.</p>		
<b>Utarbeidet av:</b> Lars Erik Hjorth Martin Westin	<b>Sign.:</b>	
<b>Kontrollert av:</b> Harald Storås Markus Rønneqvist	<b>Sign.:</b>	
<b>Oppdragsansvarlig / avd.:</b> Kåre Borgund/Elkraftsystemer	<b>Oppdragsleder / avd.:</b> Martin Westin/Elkraftsystemer	



## **FORORD**

På oppdrag fra Fred. Olsen Renewables AS har SWECO Grøner utarbeidet en fagrapport for temaet skyggekast. Rapporten er utarbeidet i forbindelse med konsekvensutredningen av planene om vindkraftverk ved Kalvvatnan i Bindal kommune i Nordland.

Rapporten ble i hovedsak utarbeidet i 2008 og oppdatert med nye beregninger i september 2011. Oppdateringen besto i å utføre nye beregninger for en "real-case"-versjon. Disse beregninger ble utført av Siv-ing Martin Westin. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Pål Gjesdal.

Lysaker, oktober 2011



## Innhold

<b>1</b>	<b>Sammendrag .....</b>	<b>1</b>
1.1	Metode og datagrunnlag .....	1
1.2	Influensområde .....	1
1.3	Status- og verdibeskrivelse for berørte områder.....	1
1.4	Konsekvenser – vindparken .....	1
1.4.1	Null alternativet.....	1
1.4.2	Anleggsfasen.....	2
1.4.3	Driftsfasen .....	2
1.5	Avbøtende tiltak .....	2
<b>2</b>	<b>Innledning.....</b>	<b>3</b>
2.1	Bakgrunn og formål.....	3
2.2	Innhold og avgrensning .....	3
<b>3</b>	<b>Metode og datagrunnlag.....</b>	<b>4</b>
3.1	Metodikk .....	4
3.2	Avbøtende tiltak .....	4
3.3	Datagrunnlag .....	5
3.4	Avgrensning av utredningsområdet .....	5
<b>4</b>	<b>Tekniske planer .....</b>	<b>6</b>
4.1	Vindturbinenes oppstillingsmønster.....	6
4.2	Vindturbinenes utseende og oppbygning .....	9
4.3	Montasjeplasser og veier .....	10
4.4	Transport .....	10
4.5	Nettilknytning .....	11
<b>5</b>	<b>Områdebeskrivelse .....</b>	<b>13</b>
5.1	Beliggenhet.....	13
5.2	Landskapets hovedform .....	13
5.3	Klima og vegetasjon.....	14
5.4	Arealbruk .....	15
<b>6</b>	<b>Statusbeskrivelse og verdivurderinger – vindpark.....</b>	<b>16</b>
6.1	Vurdering av tiltakets omfang .....	16
<b>7</b>	<b>Konsekvenser vindpark .....</b>	<b>17</b>
7.1	Skyggekart.....	18
7.1.1	Skyggekart "Worst case" .....	18
7.1.2	Skyggekart "Real case" .....	19
7.2	Tabell med påvirkning på definerte skyggemottakere.....	21
7.2.1	Påvirkning på skyggemottakere "worst case".....	21
7.2.2	Påvirkning på skyggemottakere "real case" .....	21

7.3	Skyggekalender for skyggemottakere .....	22
7.3.1	Skyggekalender for skyggemottakere "worst case" .....	22
7.3.2	Skyggekalender for skyggemottakere "real case" .....	23
7.4	Refleksblink .....	23
<b>8</b>	<b>Avbøtende tiltak .....</b>	<b>24</b>
<b>9</b>	<b>Oppfølgende undersøkelser .....</b>	<b>24</b>
<b>10</b>	<b>Fremtidig utvikling av området .....</b>	<b>24</b>
<b>11</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>25</b>

### **Vedleggsliste**

Vedlegg 1, hovedresultater fra Skyggeberegninger 3 MW utbygging

Vedlegg 2, skyggekalender 3 MW utbygging

Vedlegg 3, hovedresultater fra Skyggeberegninger 5 MW utbygging

Vedlegg 4, skyggekalender 5 MW utbygging

Vedlegg 5, hovedresultater fra faktisk skyggeberegning 3 MW utbygging

Vedlegg 6, faktisk skyggekalender 3 MW utbygging

# 1 Sammendrag

## 1.1 Metode og datagrunnlag

Det finnes ingen norske retningslinjer for hva som er akseptabelt skyggekastomfang ved boliger/fritidsbebyggelse. I Tyskland stilles det imidlertid krav om at avbøtende tiltak skal vurderes når maksimalt teoretisk nivå overstiger 30 timer per år.

Skyggebelastningen fra vindmøllene er beregnet ved hjelp av programvaren WindPro versjon 2.5, og beregninger for "real case"-versjon med WindPro versjon 2.7.

Skyggeberegninger er gjennomført basert på tilgjengelig terrengmodell med 20 meter høydekoter. Usikkerheten i en slik relativt grov terrengmodell kan slå begge veier i beregningene. Det kan teoretisk finnes topper i terrenget som ikke er vist på terrengmodellen og som vil hindre skyggekast. På motsatt side kan vindturbinen og bygninger være plassert høyere i terrenget enn hva som er vist i terrengmodellen, dette vil gi sterke skyggekast enn hva som er vist i denne rapporten.

Beregningene for faktisk skyggekast (real case) inneholder usikkerhet ettersom lokale værforhold i planområdet kan skille seg fra værforholdene ved den målestasjonen som danner utgangspunktet for den værstatistikken som er brukt.

## 1.2 Influensområde

Undersøkellesområdet for denne rapporten omfatter vindkraftverket og områdene opp til 2 kilometer fra de ytterste vindturbinene.

## 1.3 Status- og verdibeskrivelse for berørte områder

Det er lite eller ingen bebyggelse i området, to mindre bygg er vurdert mhp. Skyggekast, og sårbarheten vurderes dermed totalt sett som liten.

## 1.4 Konsekvenser – vindparken

### 1.4.1 Null alternativet

Det er gitt byggetillatelse til fire nye hytter i Kalvatnanområdet, som kan bli bygget dersom vindkraftverket ikke blir realisert. Dette blir trolig hytter av samme standard som de eksisterende hyttene i området, dvs. små og enkle hytter. Hyttene vil utgjøre små inngrep i landskapet, og området vil endre seg lite fra slik det fremstår i dag.

## 1.4.2 Anleggsfasen

Skyggekast har ingen konsekvenser i anleggsfasen

## 1.4.3 Driftsfasen

Samlet sett er konsekvensgraden for skyggekast vurdert som liten negativ. Konsekvensen er tilnærmet den samme ved en utbygning med 3 MW og 5 MW møller.

Generelt er det ingen sårbare områder i forhold til skyggekast i tilknytning til vindkraftverket da det er lite eller ingen bebyggelse i området.

I "worst case" scenarioet er det en utleiehytte blir påvirket av skyggekast både ved 3 eller 5 MW utbygningsløsning.

For værkorrigerede/faktiske- skyggekastberegninger (real case) er værstatistikk fra en meteorologisk målestasjon ved Brønnøysund benyttet. Brønnøysund ligger ca 60 km fra det planlagte vindkraftverket. For å estimere vindturbinenes driftstid og rotorplanets orientering, brukes data fra de vindmålinger som er gjennomført i området.

I "Real case" scenarioet er det, likt "worst case" beregningene en utleiehytte som blir påvirket av skyggekast. Omfanget av faktisk skyggekast ligger under grenseverdien på 8 timer per år.

Konsekvensene av skyggekast på for friluftsliv er ikke inkludert i denne utredningen.

## 1.5 Avbøtende tiltak

Ingen avbøtende tiltak vurderes nødvendig for Kalvatnan vindpark med tanke på skyggekast i forhold til eksisterende bebyggelse.

Eventuell ny bebyggelse i området bør ta hensyn til potensiell skyggebelastning når lokalisering og orientering av vinduer/romløsninger avgjøres.

## 2 Innledning

### 2.1 Bakgrunn og formål

SWECO Grøner AS har på oppdrag for Fred Olsen Renewables utarbeidet en konsekvensutredning for skyggekast. Utredningen er laget i forbindelse med planene om vindkraftutbygging på Kalvatnan i Vefsn og Grane kommune i Nordland

Rapporten inneholder en beskrivelse av tiltaket, beskrivelse av dagens situasjon og vurdering av viktige verdier innenfor fagområdet. Det gjort en vurdering av konsekvensene av den planlagte vindkraftutbyggingen.

Den roterende skyggen bak vingene til en vindmølle kan skape grunnlag for konflikter. Slike skygger kan spesielt være problematiske når de faller på lysåpninger som vinduer. Sett innenfra vil den roterende skyggen kutte sollyset og skape en blinkende effekt, gjerne kalt stroboskopeffekten, med en frekvens lik tre ganger vindmøllens rotasjonsfrekvens. Kunnskapsgrunnlaget vedrørende effektene av skyggekast er begrenset, men i Tyskland er det gjennomført pilotstudier hvor konfliktpotensialet som følge av skyggekast primært relateres til stress som oppstår av stroboskopeffekten. En roterende skygge vil også være uheldig når den faller på områder som benyttes til stedbundne rekreasjonsformål, som for eksempel en terrasse eller en god bade- eller fiskeplass, men konfliktnivået vil da normalt være vesentlig mer beskjedent.

Hvor og når skyggekast kan oppstå avhenger blant annet av geografisk plassering og lokal topografi. Med lav sol kan skyggen kastes over store avstander og kan dermed berøre store områder. Om vinteren kastes skyggene langt i nordlig retning, mens de om sommeren blir lange mot sørvest om morgenen og sørøst om kvelden. Effekten av skyggene avtar imidlertid med avstanden fra møllen. Dette skyldes blant annet at skyggen blir mer diffus ettersom vingebladene dekker en mindre del av solskiven og at skyggefeltet bak møllen passerer skyggemottakeren med en hastighet som vokser proporsjonalt med avstanden til møllen.

### 2.2 Innhold og avgrensning

Før en konsesjonssøknad om bygging av Kalvatnan vindkraftverk kan behandles av Norges Vassdrags- og Energiverk (NVE), må det planlagte vindkraftverkets virkninger på natur, miljø og samfunn utredes jfr. plan- og bygningslovens § 33-4 og forskrift om konsekvensutredning fra 01.04.2005.

NVE har i utredningsprogrammet for Rolfsnes vindpark slått fast hva som skal beskrives når det gjelder konsekvenser for skyggekast. Utredningsprogrammet for Rolfsnes legges til grunn for konsekvensutredning av Kalvatnan vindpark; og dette beskriver:

- *Det skal utarbeides et kart som viser skyggekast fra vindkraftverket.*
- *Det skal gjøres en vurdering av om eventuelle skyggekast og refleksblink kan påvirke eksisterende og fremtidig bebyggelse samt friluftsliv. Dersom nærliggende bebyggelse blir berørt av skyggekast og/eller refleksblink, skal det gjøres en kort vurdering av omfanget og variasjon gjennom året og døgnet.*

### *Fremgangsmåte:*

*Støyutbredelse og skyggekast fra vindkraftverket skal beregnes ved hjelp av kartopplysninger og dataprogrammer.*

Denne fagrapporten er utarbeidet med sikte på å oppfylle kravene i utredningsprogrammet fra NVE. For "worst case"-versjonen er det beregnet skyggekast for begge utbygningsløsningene dvs. 3 MW og 5 MW. For "real case"-versjonen er det bare beregnet skyggekast for 3 MW alternativet.

Denne rapporten omhandler skyggekast i og rundt planområdet, men konsekvensvurderingen i denne fagutredningen er primært knyttet til skygge som faller på bebyggelse. Skyggekartene gir også omfang av skygge generelt, men konsekvensvurdering for eksempelvis friluftsliv eller kulturinner/kulturmiljø foretas i respektive fagutredninger.

## **3 Metode og datagrunnlag**

### **3.1 Metodikk**

Skyggekast kan i WindPro beregnes på to måter;

- Worst case beregninger baseres på astronomisk maksimal skyggekast og tar ikke hensyn til vindretning og sannsynlig antall soldager
- Værkorrigerede beregninger tar hensyn til vindretning og sannsynlighet for soldager (real case)

Det finnes ingen norske retningslinjer for hva som er akseptabelt skyggekastomfang ved boliger/fritidsbebyggelse. I Sverige er det heller ingen absolutte grenseverdier fastsatt i lovverk eller forskrifter, men 8 timer pr år værkorrigert skyggekast anbefales benyttet som en grense.

Tyske retningslinjer sier:

- Maksimum 30 timer pr år astronomisk maksimal skyggekast (worst case)
- Maksimum 30 minutter pr dag astronomisk maksimal skyggekast (worst case)

Den tyske grensen på 30 timer maksimal astronomisk skyggekast vil normalt representere en noe strengere grense enn 8 timer reell skyggekast.

Det meteorologiske datagrunnlaget i Norge inkluderer imidlertid sjelden langtidsserier for soltimer nær planlagte vindparker, og værkorrigerede beregninger gir dermed resultater som er beheftet med stor usikkerhet. For værkorrigert skyggekast beregninger (real case) er værstatistikk fra en meteorologisk målestasjon ved Brønnøysund ca 60 km fra det planlagte vindkraftverket brukt.

For maksimalt teoretisk (worst case) skyggeomfang kommer tyske retningslinjer å ligge til grunn for rapporten. For værkorrigert (real case) kommer de svenske retningslinjene brukes.

WindPro modellen tar ikke hensyn til vegetasjon og bygningsmessige hindringer, og gir dermed sterkere påvirkning enn hva som kan forventes.

### **3.2 Avbøtende tiltak**

Ingen avbøtende tiltak er lagt til grunn som inndata i beregningene av skyggekast.

### 3.3 Datagrunnlag

Park-layout er basert på tubinplasseringer utført av Natural Power consultant Ltd. Skyggebelastningen fra vindmøllene er beregnet ved hjelp av programvaren WindPro versjon 2.5. Programvaren er benyttet til å beregne omfanget av skyggekast i form av varighet med en "worst case"-versjon og en "real case"-versjon. I "worst case" scenariet er møllene alltid orientert mot solen slik at skyggeprosjeksjonen blir størst mulig, videre forutsettes det at himmelen alltid er klar.

I "real case" scenarioet benyttes vær statistikk fra Norsk Meteorologisk Institutt sin målestasjon ved Brønnøysund. Avstanden fra Brønnøysund til planområdet for vindparken er ca 60 km. I følge Stein Kristiansen, første konsulent for seksjon for klimainformasjon på Norsk Meteorologisk institutt, er statistikk fra Brønnøysund den mest representative værstatistikk for antall soltimer per dag som kan brukes for området med det planlagte vindkraftverket. Statistikken over antall soltimer som er brukt kommer fra en måleserie mellom 1961-1970 da man målte antall soltimer var dag. I tabell 3.1 presenteres gjennomsnittsverdier fra måleperioden for soltimer fordelt på hver enkelt måned over året.

Tabell 4-1. Soltimer for målestasjon ved Brønnøysund (1961-1970) brukt i beregninger for skyggekast (real case)

jan	feb	mars	april	mai	juni	juli	aug.	sep	okt	nov	des
13	37	85	155	232	196	156	159	87	39	20	1

I analysen for "worst case" scenariet er det produsert et kart med maksimalt teoretisk skyggekastomfang (jf. vedlegg 1 og vedlegg 3). For begge beregningene er det benyttet virtuelle skyggemottakere hvor potensiell skygge er beregnet minutt for minutt og dag for dag gjennom året. Det er benyttet en romlig oppløsning på 10X10 meter for synlighetsberegninger, og betraktningshøyden er satt til 1,5 meter over terrengmodellens bakkenivå. For hver skyggemottaker er maksimalt teoretisk skyggeomfang gjennom året beregnet sammen med maksimal varighet per dag og antall dager per år skygge kan forekomme. Videre er tidsintervaller for når skygge kan forekomme beregnet.

Faktisk omfang av skyggekast (real case) begrenses av faktorer som skydekke(antall soltimer), møllens driftstid og rotorplanets orientering. Datagrunnlaget i tabell 4-1 er brukt får å estimere sannsynligheten for sol var enkelt måned over året. Sannsynlighet for sol brukes siden for å beregne skyggekastomfang. For å estimere vindturbinenes driftstid og rotorplanets orientering, brukes data fra de vindmålinger som er gjennomført i området.

Skyggeberegninger er gjennomført basert på tilgjengelig terrengmodell med 20 meter høydekoter. Det er benyttet et N-50 rasterkart som basis for beregningene.

### 3.4 Avgrensning av utredningsområdet

Undersøkellesområdet for denne rapporten omfatter vindkraftverket og områdene opp til 2 kilometer fra de ytterste vindturbinene.

## 4 Tekniske planer

Planområdet for Kalvatnan vindkraftverk ligger i Bindal kommune, helt sør i Nordland. Planområdet streker seg fra fjellet Jarpetjanke i nord til rett sør for Kalvatnet i sør. Innenfor planområdet er det tre grupper med vindturbiner, omtalt som nordre, midtre og søndre delområde. Kart over utredede alternativer er vist i Figur 1 og Figur 2.

Det planlegges å installere inntil 72 vindturbiner i 3 MW-klassen (alternativ 1 i Tabell 1). Med 3 MW-klassen menes vindturbiner fra 2,5 til 3,5 MW. Den totale installerte effekten vil bli på inntil 216 MW. Dette vil gi en årlig produksjon pr. vindturbin på 8,9 GWh og en total årlig produksjon på 640 GWh.

En løsning med turbiner i 5 MW klassen (alternativ 2 i Tabell 1) vil gi litt høyere total installert effekt (225 MW), og antallet turbiner vil være 45.

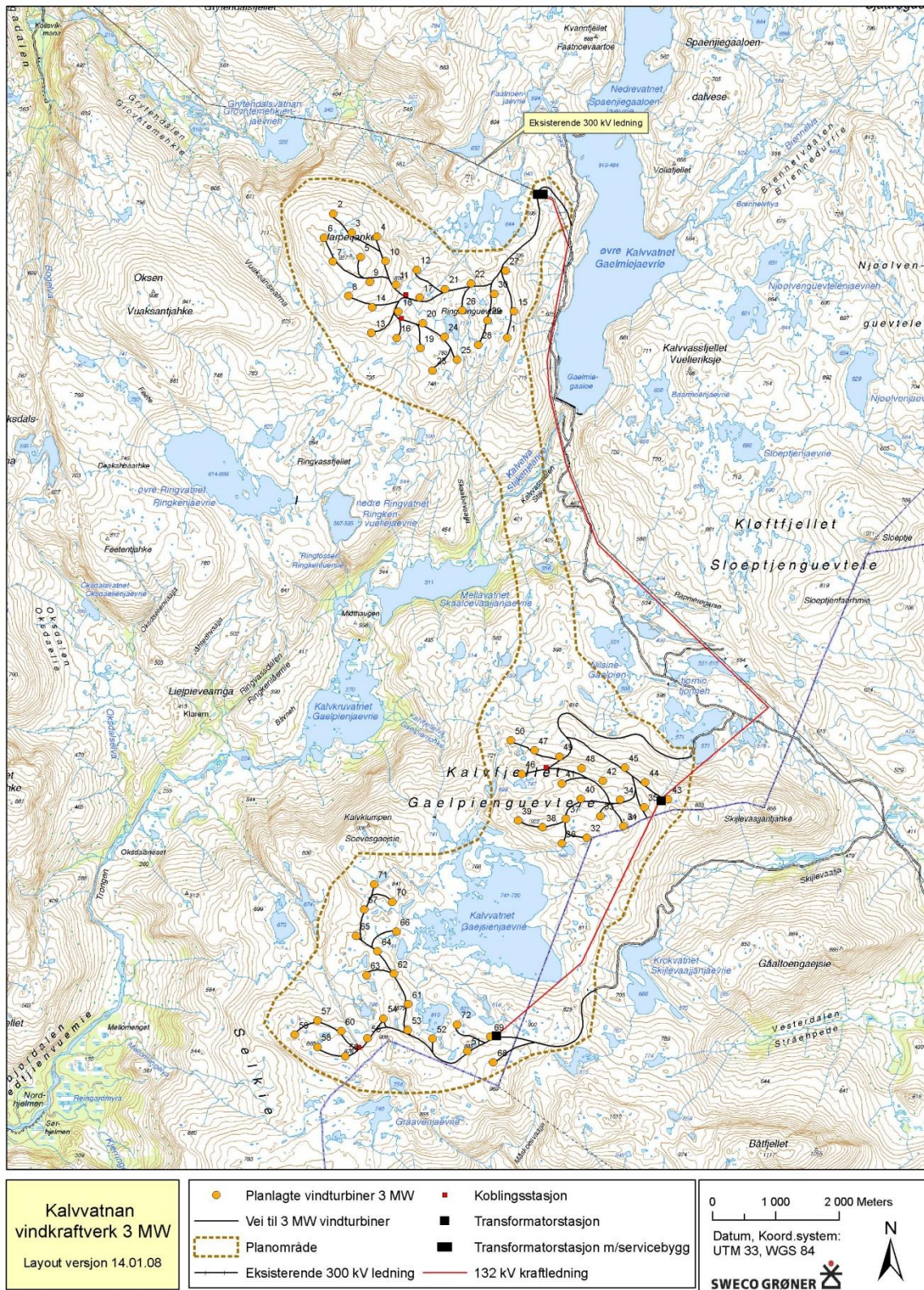
Tabell 1 Nøkkeltall

Nøkkeltall for Kalvatnan vindkraftverk		
	Alternativ 1	Alternativ 2
Antall vindturbiner	72	45
Vindturbinstørrelse	3 MW	5 MW
Samlet ytelse/installert effekt	216 MW	225 MW
Årsproduksjon	640 GWh	670 GWh
Oppstillingsplass og vindturbiner	39.500 m <sup>2</sup>	26.000 m <sup>2</sup>
Transformatorstasjoner med servicebygg	10.000 m <sup>2</sup>	10.000 m <sup>2</sup>
Internveier, 5 m bredde + 2x2,5 m grøft	320.000 m <sup>2</sup>	320.000 m <sup>2</sup>
Adkomstveier 5 m bredde + 2x2,5 m grøft	70.000 m <sup>2</sup>	70.000 m <sup>2</sup>
<b>Sum direkte arealbeslag</b>	<b>439.500 m<sup>2</sup></b>	<b>426.000 m<sup>2</sup></b>
Planområdets areal	39.400.000 m <sup>2</sup>	39.400.000 m <sup>2</sup>

Vindturbiner, veier og transformatorstasjoner vil legge direkte beslag på om lag 1,2 % av planområdets totale areal.

### 4.1 Vindturbinenes oppstillingsmønster

Vinden akselereres over bakketopper, og vindturbinene er derfor plassert høyt og fritt for å utnytte vindressursene best mulig. Vinden vil tappes for energi når den passerer gjennom vindturbinenes rotorblader, og vindhastigheten blir nedsatt rett bak vindturbinen. Denne reduserte vindhastigheten kalles vindskygge. Andre vindturbiner som er oppstilt i denne vindskyggen vil produsere mindre energi enn turbiner i et fritt vindfelt. Det kreves derfor en viss minimumsavstand mellom turbinene når flere står sammen i en vindpark. Innbyrdes minste avstand mellom vindturbinene i Kalvatnan vindkraftverk vil være i ca. 300 meter (alternativ 1) og 500 meter (alternativ 2). Muligheten for framføring av vei og tilknytning til nett har videre vært viktige hensyn ved plassering av turbiner.



Figur 1. Kalvatnan vindkraftverk. Kart over utredet 3 MW alternativ med turbiner, internveier, adkomstvei og nettløsning.

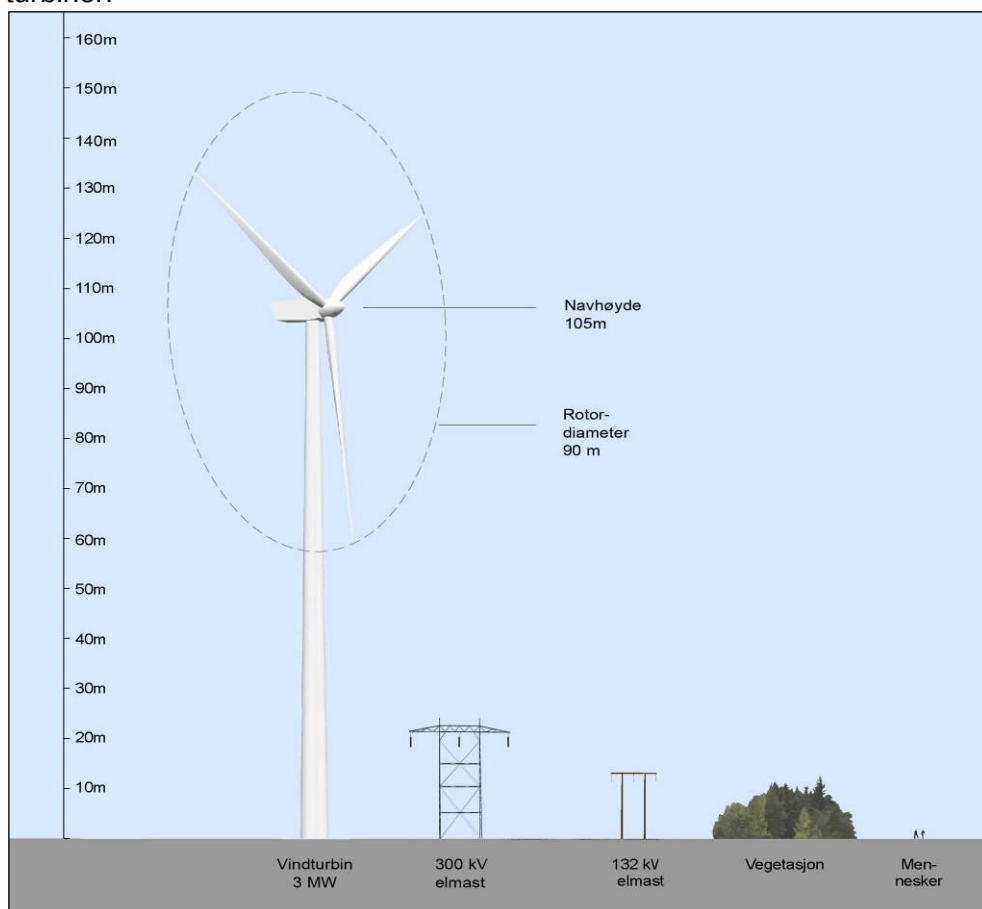


Figur 2. Kalvatnan vindkraftverk. Kart over utredet 5 MW alternativ med turbiner, interneveier, adkomstvei og nettløsning.

radnr2 2007-10-04

## 4.2 Vindturbinenes utseende og oppbygning

En moderne vindturbin består av rotor med vinger, maskinhus med generator og kontrollsystem, samt tårn og fundament. Vindturbinene som er planlagt på Kalvatnan har 3 vinger og står på ståltårn. Rotorvingene overfører kraften fra vinden via drivakselen og girboksen i maskinhuset til en generator. I generatoren omdannes den mekaniske energien fra turbinen til elektrisk energi. Propellbladene snur seg mot vindretningen automatisk – dette er datastyrt. Vingene vrir slik at de gir størst mulig effekt enten det blåser mye eller lite. I vindhastigheter opp mot storm styrke slås vindturbinene av for ikke å bli ødelagt. Vindturbinene genererer strøm når vindhastigheten passerer en startvind på ca. 4 m/s, mens stoppvinden er ca. 25 m/s. Et gir regulerer hastigheten til generatoren. Rotasjonshastigheten til vindturbinene i Kalvatnan vindkraftverk forventes å variere mellom 9-19 o/min., avhengig av vindstyrken. Det kan også være aktuelt å benytte turbiner uten gir, dvs. direkte-drevne turbiner.



Figur 3. Skisse som viser dimensjonene på en 3 MW vindturbin sammenlignet med 300 og 132 kV elmaster, vegetasjon og mennesker. Illustrasjon: Trond Simensen, SWECO Grøner.

Turbinene vil ha en navhøyde på ca. 105 meter (120 meter for 5 MW alternativet) og en rotordiameter på ca. 90 meter (130 meter ved 5 MW). Total høyde fra bakken til topp vingespiss blir dermed opp mot 150 meter (185 meter). Vindturbinene vil ha en tilnærmet hvit overflate både på tårn, blader og maskinhus. Hver vindturbin fundamenteres til fjell via et betongfundament i kombinasjon med fjellbolter/stag. Fundamentet vil være sirkelformet og ha

en diameter på 7 meter fundamentert på fjell (ca. 9 meter for 5 MW alternativet). Vindturbinfundamentet vil ikke bli synlig på lang avstand.

### 4.3 Montasjeplasser og veier

Ved hver vindturbin blir det opparbeidet montasjeplasser til bruk for store mobilkraner under montasjearbeidet. Plassen vil bli detaljutført i samarbeid med leverandør, dvs. at dette er avhengig av vindturbinens monteringsmetode. Arealbehovet til oppstillingsplassene vil bli ca. 0,5 mål pr. turbin.

I tillegg skal det bygges vei fram til hver vindturbin. Veiene er vist på kart over tiltaket i Figur 1 og Figur 2. Følgende etableringer må påregnes i forbindelse med transport fra E6:

- Mindre utbedring av eksisterende anleggsvei fra E6 til demningen ved Øvre Kalvatnet, primært utretting av noen svinger.
- Utbedring og forlengelse av eksisterende anleggsvei øst for Øvre Kalvatnet og frem til den nordlige delen av planområdet (Jarpetjanke). Eksisterende vei går helt frem til planområdet. Lengden på ny vei frem til første turbin er ca. 2 km.
- Utbedring og forlengelse av eksisterende anleggsvei mot Kalvfjellet (den midterste delen av planområdet). Den eksisterende veien, som går helt inn til planområdet, er en sidevei fra den eksisterende anleggsveien inn til Øvre Kalvatnet. Forlengelsen vil være på ca. 3,5 km frem til første turbin i denne delen av planområdet.
- Utbedring og forlengelse av eksisterende anleggsvei som i dag slutter vest for Krokvatnet, ved den sørligste delen av planområdet. Den eksisterende veien, som går helt inn til planområdet, er en sidevei fra den eksisterende anleggsveien inn til Øvre Kalvatnet. Forlengelsen vil her være ca. 3,0 km frem til første turbin.

Veiløsningene inn til planområdet er valgt med utgangspunkt i eksisterende veier i området for mest mulig å redusere omfanget av nye veier.

Det er bare nødvendig med mindre modifikasjoner på E6, primært å øke bredden i noen svinger og muligens å heve noen lavspentledninger som krysser veien.

Interne veier i vindparken vil ha en total veibredde på 10 meter (veibane = 5 m, veiskulder + veigrøft = 2,5 m x 2) og en total lengde på ca. 32 km for begge alternativ. Nye veier frem til de forskjellige delområdene innenfor planområdene er totalt på ca. 7 km.

Veiene vil i utgangspunktet ikke bli brøytet i vinterhalvåret. Transport av personell til og fra turbinene vil fortrinnsvis skje med snøscooter. Tidspunkt for planlagt vedlikeholdsarbeid, særlig det som involverer bruk av tyngre kjøretøy, vil bli lagt opp i samarbeid med andre brukere av området for best mulig å redusere eventuelle ulemper for disse brukerne.

Det finnes også et alternativ med adkomstvei til planområdet fra vest. Denne veiløsningen vil bli vurdert i egen utredning.

### 4.4 Transport

Det vil daglig være driftspersonell ved vindkraftverket, men ingen større transporter hvis ikke det kreves i forbindelse med vedlikehold eller utskifting av tyngre komponenter. Planlagt vedlikehold, særlig det som involverer bruk av tyngre kjøretøy, vil bli lagt opp i samarbeid med

andre brukere av området, for best mulig å redusere eventuelle ulemper for disse. Brøyting av vei vil bare skje i den grad det er nødvendig for transport av tyngre reservedeler vinterstid. Vanlig drift (transport av personell og mindre utstyr/deler) vil bli gjennomført uten at veiene brøytes. Veien skal stenges med bom (som i dag, rett ved E6).

Vindturbinene vil mest sannsynlig bli fraktet med skip til eksisterende kai i Mosjøen. Derfra går de på egnet transportkjøretøy, via E6 og anleggsveien inn til Kalvatnanområdet, frem til oppstillingsplassene. De bredeste og lengste enhetene som skal transporteres, vil sette en begrensning til minimum veibredde og radius på svinger. Områder i Mosjøen havn vil bli brukt til midlertidig oppbevaringsplass for vindturbinene og løfteutstyret.

## 4.5 Nettilknytning

Vindparken er planlagt tilknyttet eksisterende 300 kV nett mellom Kolsvik og Namskogan, som går gjennom den nordligste delen av planområdet. Se Figur 1 og Figur 2. Det planlegges to interne 132 kV transformatorstasjoner og en 300 kV transformatorstasjon med servicebygg. Disse vil være plassert på tilnærmet samme sted for 3 og 5 MW alternativene. Det interne nettet vil bestå av 22 kV kabler som blir lagt i veien eller veiskulderen til det interne veinettet. Noen steder blir flere kabler samlet i koblingsskap langs veien for å gå videre som én større kabel. Koblingsskapene blir ca. 2,5 m høye med en grunnflate på 1,6x1,6 m<sup>2</sup>. Fra 132 kV trafoene føres kraften i 132 kV luftledning frem til 300 kV trafo i nord. Deler av strekningen går 132 kV ledningen parallelt med eksisterende 300 kV ledning. Figur 4 viser mulig utforming av intern 300 kV trafobygg og servicestasjon i nordre delområde. Bygningene vil samlet ha en grunnflate på ca. 600 m<sup>2</sup>. Figuren gir antydninger om størrelse. Arkitektur og utseende vil kunne avvike. Transformatorcellene, vist i murbygning bak i bildet, vil bli større og sannsynligvis uten tak.



Figur 4. Eksempel på 300 kV trafostasjon i parken (bildet viser Smøla trafostasjon).

132 kV transformatorstasjonene vil bli mindre; stasjonsbygningen blir mindre og det blir 1 transformatorcelle (i stedet for 2 som vist i Smølaeksemplet, dvs. at murbygningen bak blir halvert). Bygningene vil samlet ha en grunnflate på ca. 300 m<sup>2</sup>.

I tilknytning til transformatorstasjon i nordre delområde planlegges det et 300 kV bryteranlegg (utendørsanlegg). Et eksempel på bryteranlegg er vist i Figur 5. Eksempelen viser et anlegg som er omtrent dobbelt så stort som det som planlegges for Kalvatnan vindkraftverk.

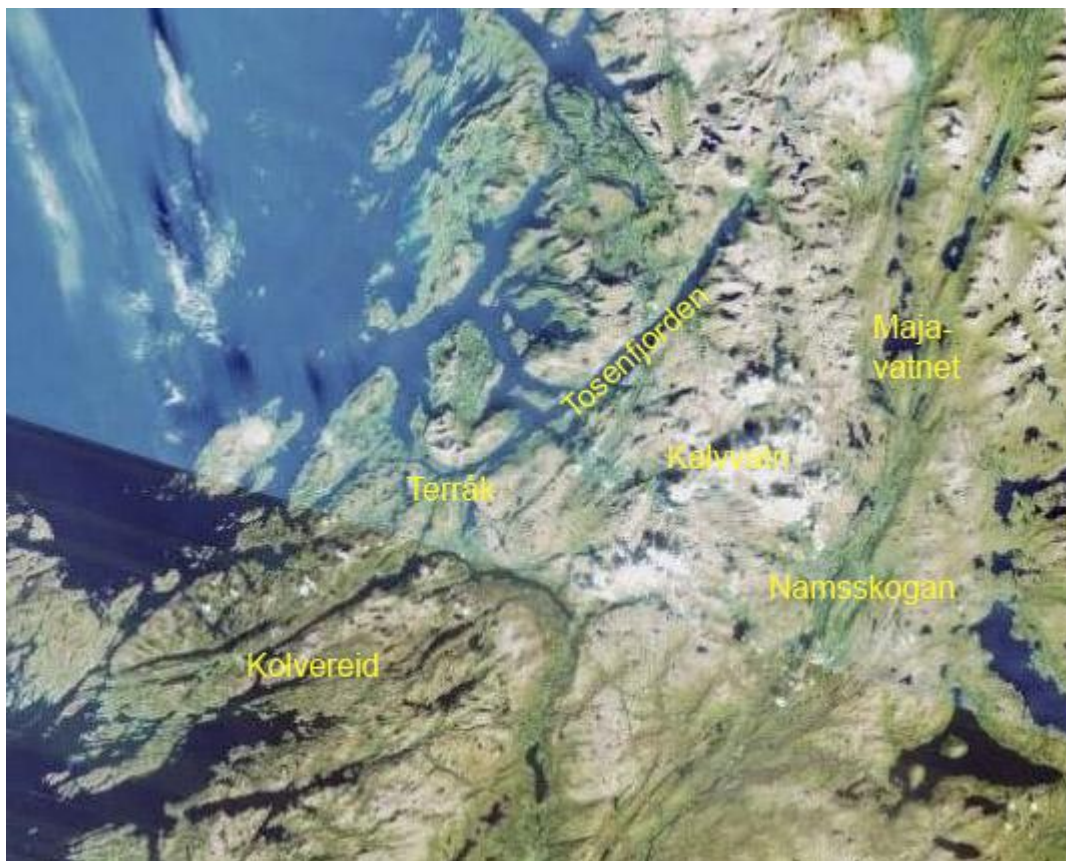


*Figur 5. Eksempel på 300 kV trafostasjon (bildet viser NEA kraftverk). Lengden på utendørsanlegget er realistisk, men bredden er i størrelsesorden halvparten av hva figuren viser.*

## 5 Områdebeskrivelse

### 5.1 Beliggenhet

Det foreslåtte vindkraftverket ligger i Bindal kommune på Helgelandskysten, som er Nordlands sørligste kommune. Kommunen strekker seg fra kysten og et godt stykke innover i fjellområdene mot Majavatn. Arealet er på 1262 km<sup>2</sup>. Pr. 1.1.2007 var innbyggertallet 1.692.



Figur 6, oversiktsbilde. Ortofoto fra [www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no)

### 5.2 Landskapets hovedform

Helgeland er et kystområde med en lang strandflatekyst med fjorder som strekker seg godt innover i regionen. Mot grensen til Sverige finnes det store skog- og fjellområder. Planområdet tilhører landskapsregion 35: "Lågfjellet i Nordland og Troms", (NIJOS 2005), som strekker seg fra Namdalen i sør til Nordreisa og Kvænangen i nord. Regionen er en samlegruppe for lavalpine fjellområder av en viss utstrekning (Elgersma 1998). De fleste områdene ligger over skoggrensen, på mellom 400 og 1000 moh, noe høyere i sør enn i nord. Hele regionen ligger innenfor den kaledonske fjellkjede. I Helgeland ligger de store geologiske strukturene i nord-sør-retning, i fjellkjedens lengderetning. Hoveddaldragene er formet etter samme mønster. Forekomster av sprekkedaler danner ofte skarpe terrengformer. Underregionen 35.6 som planområdet tilhører, har store sammenhengende avsmeltingsmorener, og landoverflaten er

preget av utallige hauger og rygger. Regionens overordnede inntrykk er tilsynelatende urørt natur.



*Figur 7, bilde nær Kalvatn viser typiske landskapstrekk i høyere områder. Utsikt fra Krokvatnet mot Gaaltoengæjsie-fjellet. Foto: Christine R. Wist.*

### 5.3 Klima og vegetasjon

Klimaet er kjølig oseanisk med til dels store nedbørsmengder. Området har et typisk skogspreg, men har stor variasjon på grunn av berggrunn, klima og topografi. I de midtre og ytre strøkene er det et stort innslag av oseaniske arter, mens det er kontinentale arter i innlandet. Selv om de fleste områdene ligger over skoggrensen, er det flere lavereliggende områder med fjellbjørkeskog. Det næringsfattige grunnfjellet gir karrig vegetasjon. I planområdet består vegetasjonen i hovedsak av gress og lyng, og i de lavereliggende områdene finner vi mye krattvegetasjon med innslag av fjellbjørk. Det forekommer også furu og gran i de lavereliggende områdene.



*Figur 8, typisk vegetasjon i lavereliggende områder.*

*Utsikt fra Kalvassdalen mot Jarpetjåhke, hvor det er planlagt turbiner. Foto: Christine R. Wist*

## 5.4 Arealbruk

Regionen har en omfattende vannkraftutbygging, og de fleste hovedvassdrag er berørt. Dette har stedvis en betydelig visuell konsekvens for de enkelte områdene. Sterkt regulerte vann og innsjøer med store reguleringssoner i et åpent landskap, fremstår som tydelige inngrep i hele området. Dette gjelder blant annet øvre Kalvatnet, Kalvatnet, Nilsinetjørnin, øvre og nedre Ringvatnet. Det er ingen bebyggelse i planområdet. Det nærmeste tettstedet er Namsskogan i Nord-Trøndelag, ca. 15 km øst for området, og Bangstad som ligger ca. 20 km sørvest for området. Det ligger enkelte hytter i noen kilometers avstand rundt planområdet, og det er planlagt 4 utleiehytter i området.

## 6 Statusbeskrivelse og verdivurderinger – vindpark

Vurdering av verdi/sårbarhet er gjort skjønnsmessig basert på kartstudie i forhold til bebyggelse innenfor de berørte områdene. Områder med mye boligbebyggelse vurderes til å ha stor verdi/sårbarhet, tilsvarende gjelder for områder med institusjonsbygg, hoteller og campingplasser. Der spredt boligbebyggelse eller mange hytter berøres vurderes sårbarheten som middels stor. Når enkeltstående hytter berøres, vurderes sårbarheten som liten. I forhold til friluftsliv/kulturminner m.m gjøres verdi/sårbarhetsvurderingen i respektive fagutredninger.

I undersøkelsesområdet er det vurdert totalt to bygg. Utover dette er generelt ingen bebyggelse i influensområdet.

**Tabell 2, bebyggelse i undersøkelsesområdet**

	Område/lokalitet/
A	Lite bygg (damluke)
B	Utleiehytte / naust

### 6.1 Vurdering av tiltakets omfang

Tiltakets omfang vurderes på bakgrunn av beregnet maksimalt teoretisk skyggeomfang (worst case), og faktisk skyggeomfang (real case) jfr.3.1 og 3.3.

Maksimalt teoretisk skyggeomfang på mindre enn 10 timer per år vurderes som lite, 10 – 30 timer vurderes som moderat, mens over 30 timer vurderes over grenseverdien.

Gjeldende faktisk skyggeomfang er i følge svensk retningslinje, 8 timer skyggekast per år vurdert som over grenseverdien. Beregninger for faktisk skyggeomfang er estimert utefra værforhold 60 km fra det planlagte vindkraftverket. Lokale værforhold i området for vindkraftverket som i dag ikke er kjent og tatt hensyn til, kan således lede til at faktisk skyggeomfang i virkeligheten blir både noe høyere eller lavere en det som er presentert i denne rapporten.

## 7 Konsekvenser vindpark

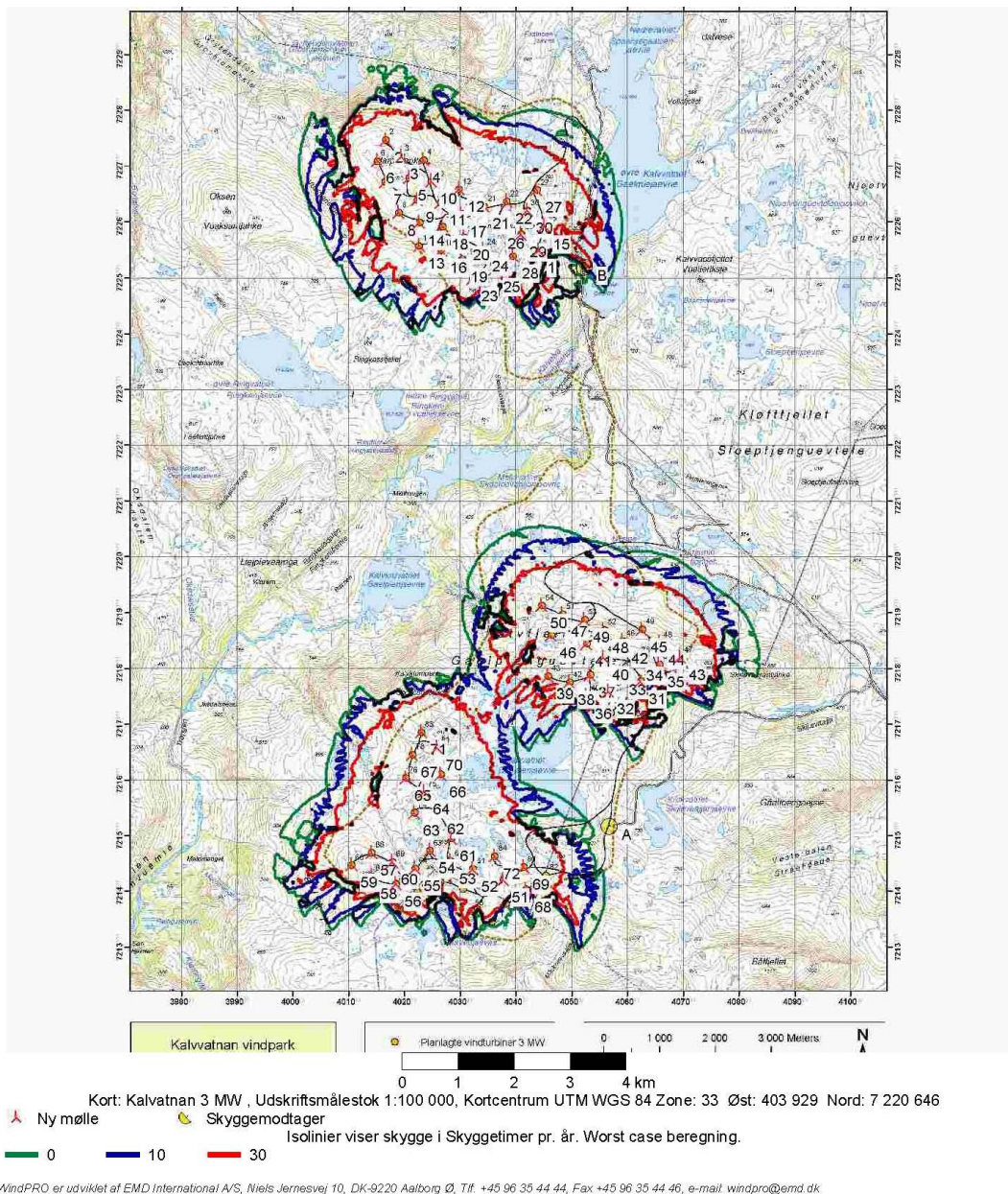
Konsekvensene er vurdert for de ulike områdene i og rundt vindkraftverket basert på grenseverdier omtalt i kapittel 6.1 og beregnet omfang vist på følgende kart, og beregninger for virtuelle skyggemottakere plassert ved et utvalg av bebyggelsen rundt vindkraftverket, (mer detaljert informasjon er gitt i vedlegg 1 til 6).

Skyggekast er ikke relevant for anleggsfasen og dette er dermed ikke vurdert.

## 7.1 Skyggekart

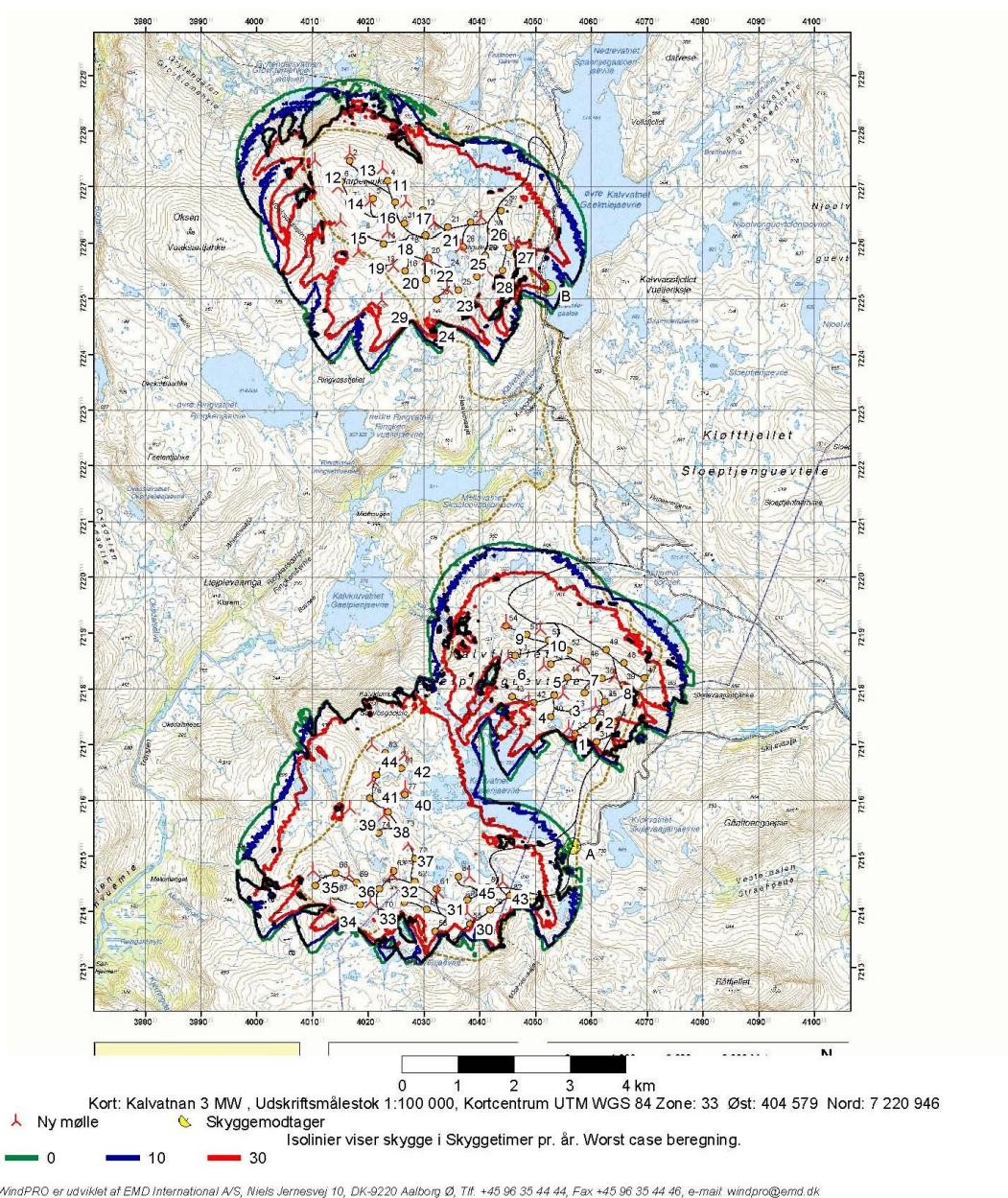
### 7.1.1 Skyggekart "Worst case"

Figur 9 viser et skyggekart for vindkraftverket ved en 3 MW utbygning. Som det fremkommer av kartet er det uteleiehytte i pos B påvirket av skyggekast ved denne utbyggingsløsningen.



Figur 9, maksimalt teoretisk skyggekast i timer / år for "worst case" situasjon 3 MW

Figur 10, viser et skyggekart for vindkraftverket ved en 5 MW utbygning. Som det fremkommer av kartet er det utleiehytte i pos B påvirket av skyggekast ved denne utbyggingsløsningen.

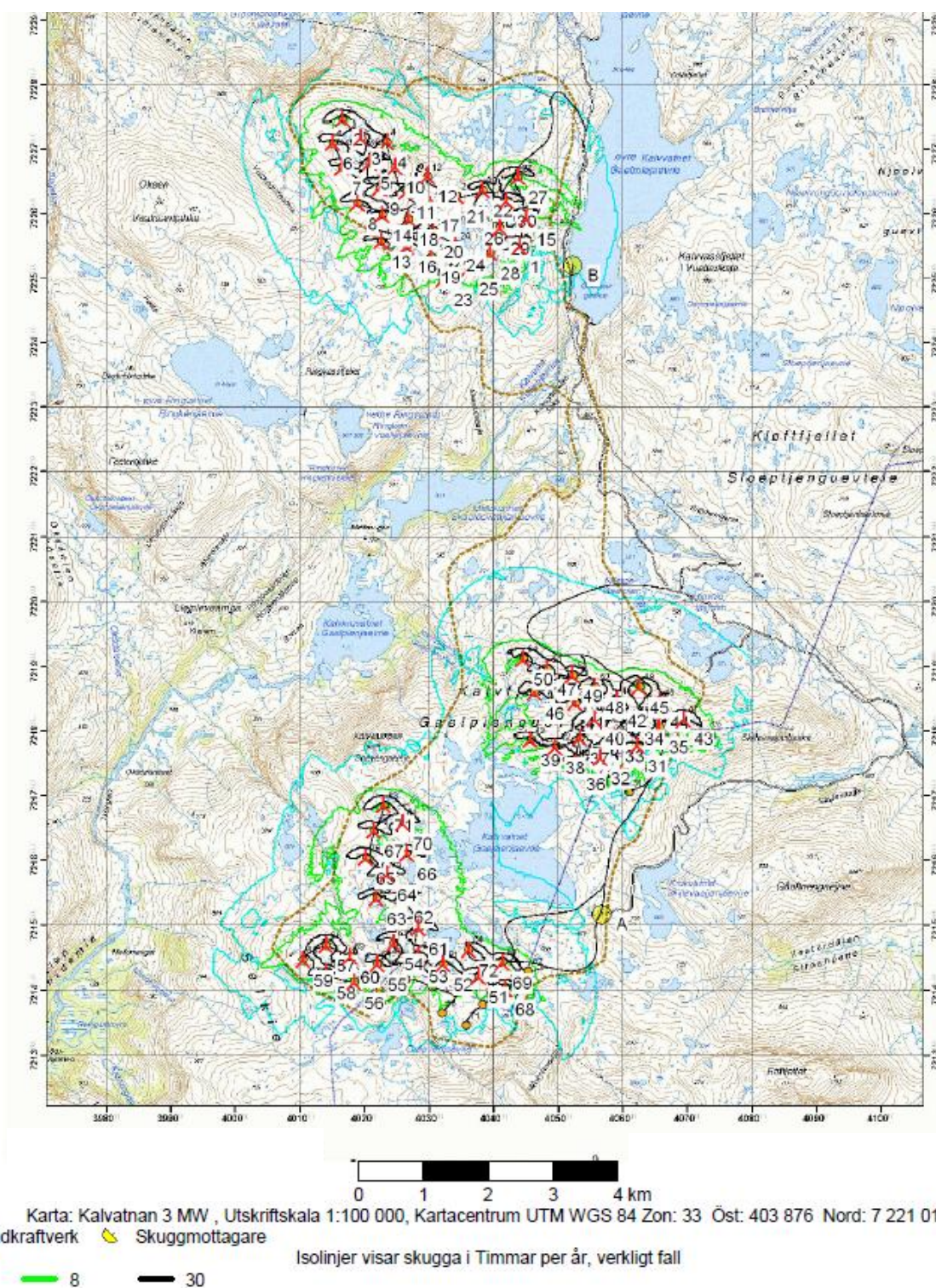


Figur 10, maksimalt teoretisk skyggekast i timer / år for "worst case" situasjon 5 MW

### 7.1.2 Skyggekart "Real case"

Figur 11 viser et skyggekart for faktisk skyggekast(real case) for vindkraftverket ved en 3 MW utbygning. Som det fremkommer av kartet er utleiehytte i pos B påvirket av skyggekast ved denne utbyggingsløsningen.

rao4n2 2007-10-04



Figur11, Beregning av faktisk skyggekast i timer / år for "real case" situasjon 3 MW

## 7.2 Tabell med påvirkning på definerte skyggemottakere

### 7.2.1 Påvirkning på skyggemottakere "worst case"

Tabell 3, skyggeomfang beregnet ved virtuelle skyggemottakere 3 MW

	Virtuell skyggemottaker	Maks skyggetimer [timer: minutter/år]	Maks skyggedager [dager/år]	Maks. skyggetimer [timer: minutter/dag]
A	Lite bygg	0	0	0
B	Utleiehytte	12:14	55	0:21

Tabell 4, skyggeomfang beregnet ved virtuelle skyggemottakere 5 MW

	Virtuell skyggemottaker	Maks skyggetimer [timer: minutter/år]	Maks skyggedager [dager/år]	Maks. skyggetimer [timer: minutter/ dag]
A	Lite bygg	0	0	0
B	Utleiehytte	30:05	79	0:27

### 7.2.2 Påvirkning på skyggemottakere "real case"

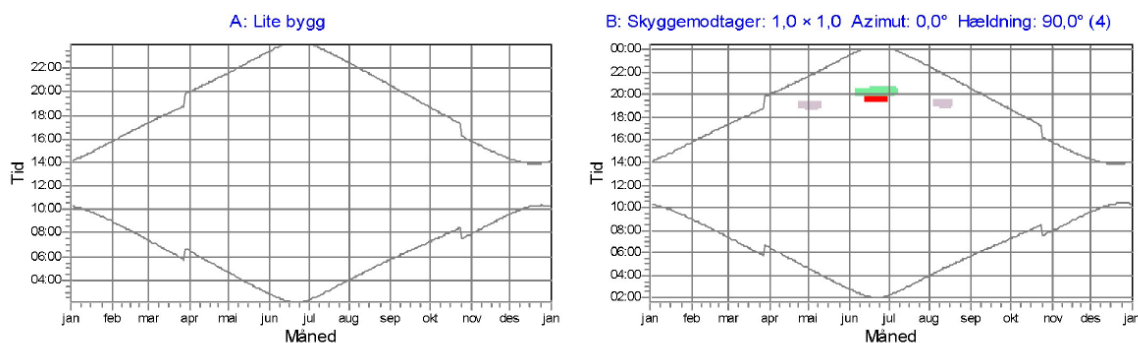
Tabell 5, skyggeomfang beregnet ved virtuelle skyggemottakere 3 MW

	Virtuell skyggemottaker	Faktiske skyggetimer [timer: minutter/år]	Maks skyggedager [dager/år]	Maks. skyggetimer [timer: minutter/dag]
A	Lite bygg	0	0	0
B	Utleiehytte	2:28	55	0:21

### 7.3 Skyggekalender for skyggemottakere

#### 7.3.1 Skyggekalender for skyggemottakere ”worst case”

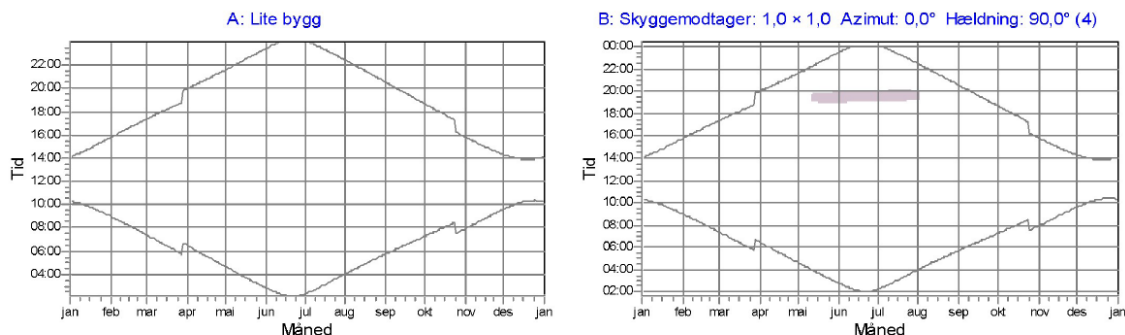
Det er en hytte som blir påvirket av skyggekast ved 3 MW utbyggingen. Utleiehytten ligger under grenseverdien på 30 timer/år og under grenseverdien 30 minutter / dag. Denne påvirkes av turbin nr 1, 28, 29. Påvirkningen er på kvelden mellom ca kl 18:30 og 20:30 i perioden fra mai til august.



**Figur 12, grafiske kalendere for hytte A og B 3 MW utbygging**

Kalenderne gir tider gjennom døgnet og året da skyggekast kan forekomme. Ulike farger refererer til forskjellige turbiner. (Fargekoder og kalendere for alle virtuelle skyggemottakere er gitt i vedlegg 2.)

Det er en hytte som blir påvirket av skyggekast ved 5 MW utbyggingen. Hytta ligger over grenseverdien på 30 timer/år men under grenseverdien 30 minutter / dag og påvirkes bare av turbin nr 28. Påvirkningen er på kvelden ca mellom kl 19 og 20 i periodene fra mai til juli.

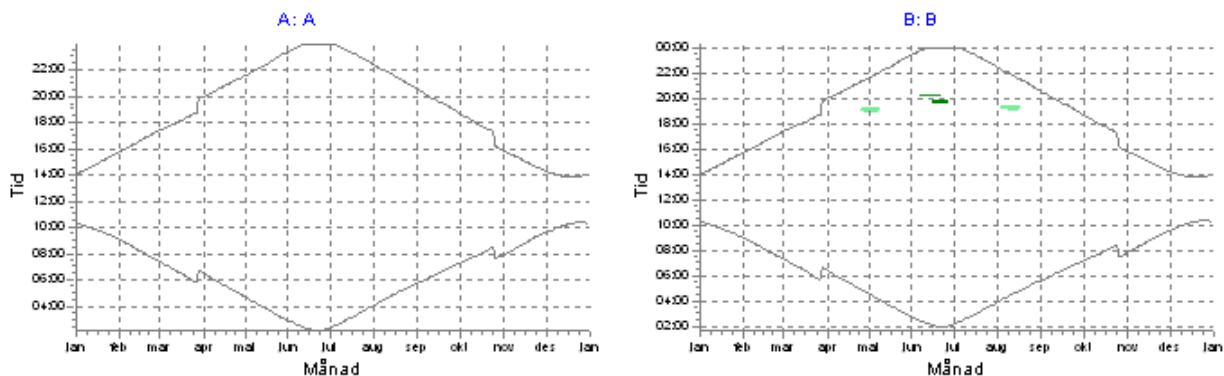


**Figur 13, grafiske kalendere for hytte A og B 5 MW utbygging**

Kalenderne gir tider gjennom døgnet og året da skyggekast kan forekomme. Ulike farger refererer til forskjellige turbiner. (Fargekoder og kalendere for alle virtuelle skyggemottakere er gitt i vedlegg 4.)

### 7.3.2 Skyggekalender for skyggemottakere ”real case”

Det er en hytte som blir påvirket av faktisk skyggekast ved 3 MW utbyggingen. Utleiehytten ligger under grenseverdien på 8 timer faktisk skyggekast per år. Denne påvirkes av turbin nr 1, 28, 29. Påvirkningen er på kvelden mellom ca kl 18:30 og 20:30 i perioden fra mai til august.



**Figur 13, grafiske kalendere for hytte A og B 5 MW utbygging**

Kalenderne gir tider gjennom døgnet og året da skyggekast kan forekomme. Ulike farger refererer til forskjellige turbiner. (Fargekoder og kalendere for alle virtuelle skyggemottakere er gitt i vedlegg 6.)

## 7.4 Refleksblink

Det store antallet turbiner gjør at refleksblink vil kunne observeres forholdsvis ofte i perioder med pent vær. Store turbiner på 5 MW tilsier at rotasjonshastigheten vil være lav enn eksempelvis på Smøla (2,3 MW) eller Havøygavlen (2,5 MW). Dette innebærer at frekvensen på blinkene blir lavere. Styrken i blinkene kan imidlertid reduseres gjennom valg av coating/overflatebehandling på vingene. Normalt antas det også at konfliktpotensialet er tidsbegrenset til omtrent det første driftsåret. Etter dette er vingene ofte så falmet av vær og vind at refleksjonen i overflaten er sterkt redusert.

## 8 Avbøtende tiltak

Ingen avbøtende tiltak vurderes nødvendig for Kalvatnan vindpark med tanke på skyggekast i forhold til eksisterende bebyggelse.

Eventuell ny bebyggelse i området bør ta hensyn til potensiell skyggebelastning når lokalisering og orientering av vinduer/romløsninger avgjøres.

Generelle avbøtende tiltak kan være skjerming i forhold til vinduer, terrasser o.l. Før tiltak iverksettes bør det imidlertid vurderes om skyggekast faktisk er et reelt problem. Ting som bør avklares er blant annet hvilke rom/vinduer/uteplasser som berøres, når disse er i bruk, og hvorvidt det allerede er naturlig skjerming m.m.

Skyggeberegninger er gjennomført basert på tilgjengelig terrengmodell med 20 meter høydekoter. Bedre terrengmodell forventes utarbeidet i fm, en detaljprosjektering og det bør gjennomføres en ny skyggevurdering basert på mer detaljert terrengmodell før evt. avbøtende tiltak iverksettes.

## 9 Oppfølgende undersøkelser

Denne utredningen er kun basert på kartstudier, og dersom ny bebyggelse er kommet til i eller nær planområdet må skyggekast vurderes også for denne.

## 10 Fremtidig utvikling av området

Grunneier, Plahte, opplyser at området ikke vil bli utviklet til andre formål dersom vindkraftverket realiseres.

## 11 Referanser

Miljøministeriet 1999, Veiledning om planlægning for og landzonetilladelse til opstilling af vindmøller, Det danske Miljøministeriets veileder til cirkulære nr. 100 af 10. juni 1999 om planlægning for og landzonetilladelse til opstilling af vindmøller (vindmøllecirkulæret).

W. Fronz, D. Piorr og R. Kindel, 2002: Windenergieanlagen und Immissionsschutz Materialien Nr 63, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen.

J. Pohl, F. Faul og R. Mausfeld, 2000: Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen – Laborpilotstudie, Staatliches Umweltamt Schleswig.

J. Pohl, F. Faul og R. Mausfeld, 1999: Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen - Feldstudie Staatliches Umweltamt Schleswig.

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen 2002 A: Sachinformation Optische Immissionen von Windenergieanlagen, Essen.

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 2002 B: Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen, (WEA-Schattenwurf-Hinweise), Essen

Selfors, A. og Sannem, S., 1998, Vindkraft – en generell innføring, rapport nr 19 1998, NVE

Stein Kristiansen, Første konsulent for seksjon for klima informasjon, telefonsamtale 29.09.2011

## Vedlegg

*Vedlegg 1, hovedresultater fra Skyggeberegninger 3 MW utbygging*

*Vedlegg 2, skyggekalender 3 MW utbygging*

*Vedlegg 3, hovedresultater fra Skyggeberegninger 5 MW utbygging*

*Vedlegg 4, skyggekalender 5 MW utbygging*

*Vedlegg 5, hovedresultater fra faktisk Skyggeberegning 3 MW utbygging*

*Vedlegg 6, faktisk skyggekalender 3 MW utbygging*