

Egersund vindpark
Eigersund kommune, Rogaland

- Fagrapport -
- Støy og skyggekast -



Sammendrag

Norsk Vind Energi AS søker om å bygge og drive Egersund vindpark med tilhørende nettilknytning i Eigersund kommune. Støy og skyggekast fra vindmøller er to av flere forhold som må vurderes i forbindelse med en konsekvensutredning av vindkraftanlegg.

Det er noe bebyggelse i nærheten av Egersund vindpark som kan bli eksponert for støy og skyggekast fra vindparken.

Avhengig av hvilket utbyggingsalternativ som velges kan bebyggelse ved Kolldal, Heggdal, Åmdal og en hytte ved Hellersbukta ha støynivåer som ligger noe over nedre anbefalte støynivå som er angitt i retningslinjene til Statens Forurensingstilsyn.

All annen bebyggelse har støynivå som er lavere enn grenseverdiene som er angitt i retningslinjer for støy fra vindkraftanlegg fra Miljøverndepartementet.

Flere friluftsområder vil videre bli påvirket av støy. I tillegg til hytter vil dette gjelde friluftsområdene i og ved planområdet.

Det forventes en liten økning av støynivået langs eksisterende veier i forbindelse med transport av møllekomponentene til vindparken. Det vil også bli noe støy i forbindelse med anleggsvirksomheten.

Konsekvensene av støy fra Egersund vindpark vurderes å være middels negative.

Enkelte boliger kan oppleve mellom 10 og 20 timer skyggekast i løpet av et år. Dette er noe høyere enn anbefalingsverdiene fra Danmark som angir 10 timer, men ligger vesentlig lavere enn det som er ansett som akseptabelt i Tyskland (30 timer). I Norge er det ikke fastsatt noen retningslinjer for skyggekast fra vindkraftanlegg.

For et utbyggingsalternativ med 3 MW møller kan bebyggelsen ved Åseheia og en hytte ved Øvre Stølsvatn oppleve en skyggekastpåvirkning på over 10 timer i året, mens det for et utbyggingsalternativ med 4,5 MW møller er beregnet at bebyggelse ved Åseheia, Kolldal og Øvre Stølsvatn på kan oppleve en skyggekastpåvirkning på over 10 timer i året. Dette er noe høyere enn anbefalingsverdiene i Danmark.

All annen bebyggelse vil ha skyggekastpåvirkning mindre enn 10 timer i året.

Flere friluftsområder vil videre bli påvirket av skyggekast. I tillegg til hytter vil dette gjelde friluftsområdene i og ved planområdet.

Konsekvensene av skyggekast fra Egersund vindpark vurderes å være små til middels negative for et utbyggingsalternativ med 3 MW møller og middels negativ for et alternativ med 4,5 MW møller.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	6
1. Innledning	8
2. Utbyggingsplaner Egersund vindpark	8
2.1 Områdebeskrivelse	8
2.2 Hoveddata utbyggingsplaner.....	10
2.2.1 Vindmøller	10
2.2.2 Veier, montasjeplasser og fundamenter	10
2.2.3 Nettilknytning.....	13
3. Konsekvenser av støy fra Egersund vindpark.....	13
3.1 Støy fra vindkraftanlegg	13
3.2 Beregning av støy fra vindkraftanlegg	15
3.2.1 Retningslinjer for støy fra vindkraftanlegg	15
3.2.2 Metode og datagrunnlag.....	16
3.3 Påvirkning av støy fra vindkraftanlegg	17
3.3.1 Påvirkning på mennesker	17
3.3.2 Påvirkning på dyr.....	17
3.4 Beskrivelse og beregning av støy fra Egersund vindpark	18
3.4.1 Støy i anleggsperioden.....	18
3.4.2 Støy i driftsperioden.....	18
3.5 Vurdering av støykonsekvensene.....	22
3.5.1 Støy i anleggsperioden.....	22
3.5.2 Støy i driftsfasen.....	22
4. Konsekvenser av skyggekast fra Egersund vindpark	24
4.1 Skyggekast fra vindkraftanlegg.....	24
4.2 Beregning av skyggekast fra vindkraftanlegg.....	25
4.2.1 Retningslinjer for skyggekast fra vindkraftanlegg	25
4.2.2 Metode og datagrunnlag.....	25
4.3 Påvirkning av skyggekast fra vindkraftanlegg	26
4.4 Skyggekastberegninger for Egersund vindpark	27
4.4.1 Skyggekastberegninger worst case	27
4.4.2 Skyggekastberegninger real case.....	30
4.5 Vurdering av skyggekastkonsekvensene	32
5. Mulige avbøtende tiltak	33
6. Oppsummering.....	33
Referanser	36
Vedlegg. Skyggekastkalendre.....	37

1. Innledning

Ved etablering av nye vindmøller i forhold til støy gjelder Miljøverndepartementets "Retningslinjer for behandling av støy i arealplanleggingen" (T-1442) [Ref. 1].

2. Utbyggingsplaner Egersund vindpark



Det prosjekterte vindkraftanlegget består i hovedsak av 2 deler; et sørlig område som ligger langs en høyderygg mellom Grastveit i sør til Kolldal i nord og Åseheia i vest og Åmdal i øst og et nordlig område som ligger på et småkupert høydedrag mellom Kolldal og Nodland.

Avstanden fra Egersund by er om lag 5 kilometer. Områdene er preget av småkupert terreng med snau vegetasjon med enkelte innslag av barskog og ligger mellom 120-340 moh. Planområdet er på ca. 8 km². Hele planområdet og tilhørende nettilknytning ligger i Eigersund kommune. Det er få arealbruksinteresser i planområdet i dag utover landbruksinteresser til gardsbrukene som ligger i nærheten av vindparken. Store deler av planområdet er brukt til beite. I tilgrensende områder er det plantefelt med barskog. Disse feltene med barskog er også markert som friluftsområder i Fylkesdelplan for Friluftsliv, Idrett, Natur og Kultur (FINK).

Verken vindparken eller planlagte nettilknytningstraseer vil komme i konflikt med arealer vernet etter naturvernloven, og heller ikke arealer planlagt vernet etter naturvernloven. Deler av det nordlige området til vindparken er markert som mulig vindkraftområde i Eigersund kommune sin arealplan. Resten av planområdet ligger innenfor arealer som er avsatt til landbruks-, natur- og friluftsområde (LNF-område) i kommunens arealplan.



Figur 2. Planområdet sett nordover fra Kongens Varde i det sørlige området

Norsk Vind Energi AS har sett på flere områder i Rogaland hvor det kunne være aktuelt med en utbygging av vindkraft. Ved valg av et område ved Egersund som lokalitet for et vindkraftanlegg har en rekke faktorer blitt vurdert. Norsk Vind Energi har vurdert at planområdet for Egersund vindpark er egnet for vindkraftformål ut fra vindforhold, infrastruktur og antatt konfliktnivå.

Ved å lokalisere en vindpark i nærheten av en by, vil en større andel mennesker kunne se vindparken enn tilfellet er når man plasserer vindparker mer øde. På den andre siden vil en slik lokalisering for Egersund vindpark ikke føre til at urørt terreng blir berørt i nevneverdig grad. Planområdet er i dag allerede benyttet i form av landbruk og beite. Egersund vindpark vil kun berøre to mindre inngrepsfrie områder, et lite område i sør og et lite område i nord.

Den sørøstlige delen av Egersund vindpark ligger litt over 1 km fra Svåheia hvor Dalane Vind planlegger en mindre vindpark.

2.2 Hoveddata utbyggingsplaner

Norsk Vind Energi planlegger en total installert effekt på opp til 110 MW i Egersund vindpark. Størrelsen på Egersund vindpark er stort sett bestemt ut fra arealbegrensninger og topografien i området. På det nåværende tidspunkt er det mest aktuelt å benytte 35 x 3 MW vindmøller ved en utbygging av Egersund vindpark. Sentralt i det nordlige delen av planområdet er det planlagt en transformatorstasjon hvor en ny 132 kV kraftlinje skal gå til Kjelland transformatorstasjon. Denne kraftlinjen vil være på om lag 8 km og vil gå parallelt med eksisterende 300 kV linjen hele veien fra vindparken til Kjelland. En foreløpig layout av vindparken med 3 MW møller, internt veinett og nettilknytningen er vist i Figur 3.

2.2.1 Vindmøller

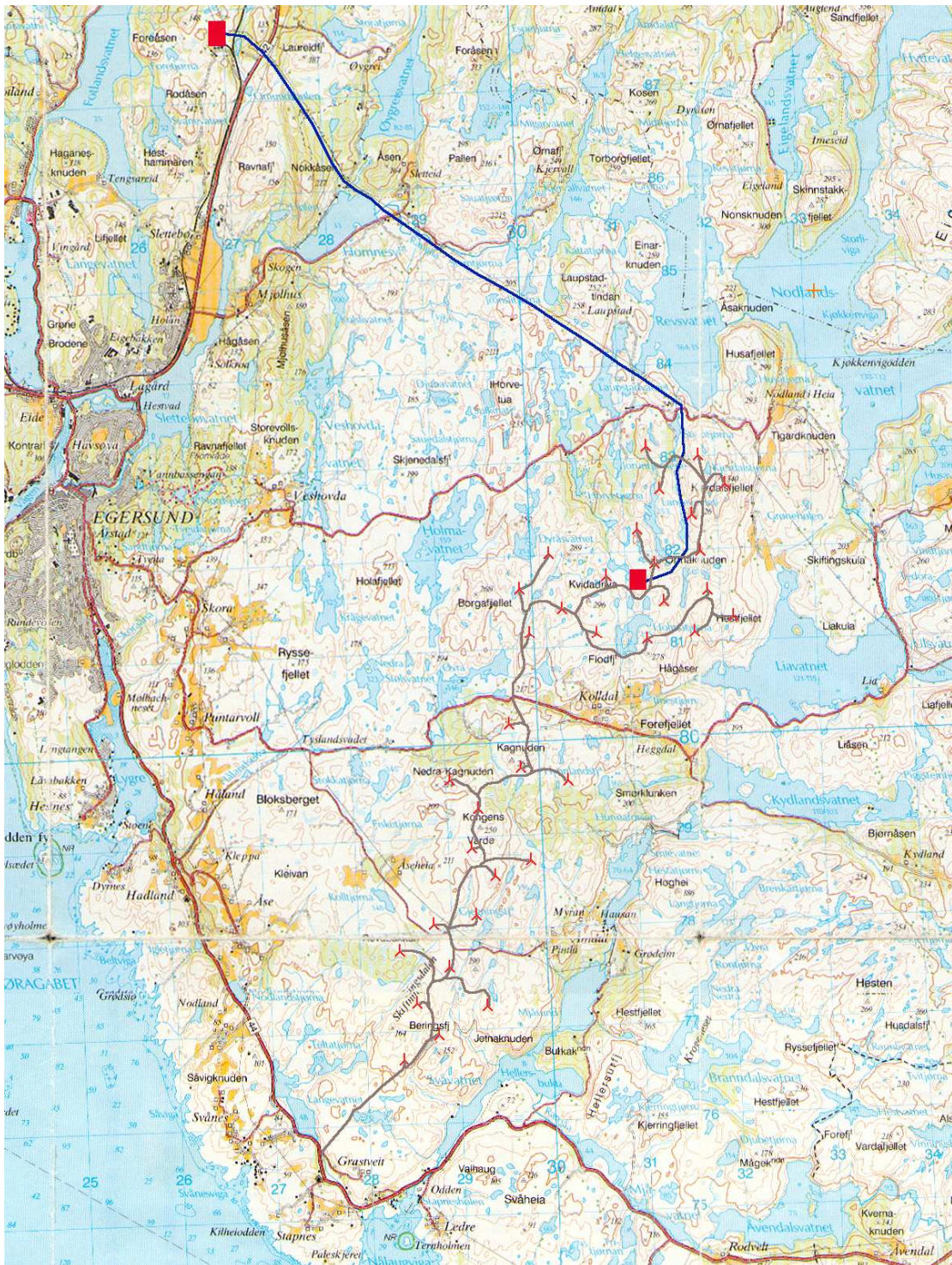
Konsesjonssøknaden omfatter en utbyggingsløsning innenfor det avgrensede planområdet som er fleksibel med hensyn på valg av type, størrelse og antall vindmøller. Antall møller som vil bli installert vil derfor avhenge av nominell effekt på vindmøllene som velges.

Avhengig av hvilken vindmølle som vil være tilgjengelig på markedet på utbyggingstidspunktet vil møllene være på mellom 2,3 til 4,5 MW. Et utbyggingsalternativ med 24 4,5 MW møller er vist i Figur 4. Størrelse på møllene og endelig plassering av dem vil først bli avgjort etter at en detaljert vindkartlegging er gjennomført og vindmølleleverandør er valgt. På det nåværende tidspunkt er det mest aktuelt å benytte 35 vindmøller à 3 MW.

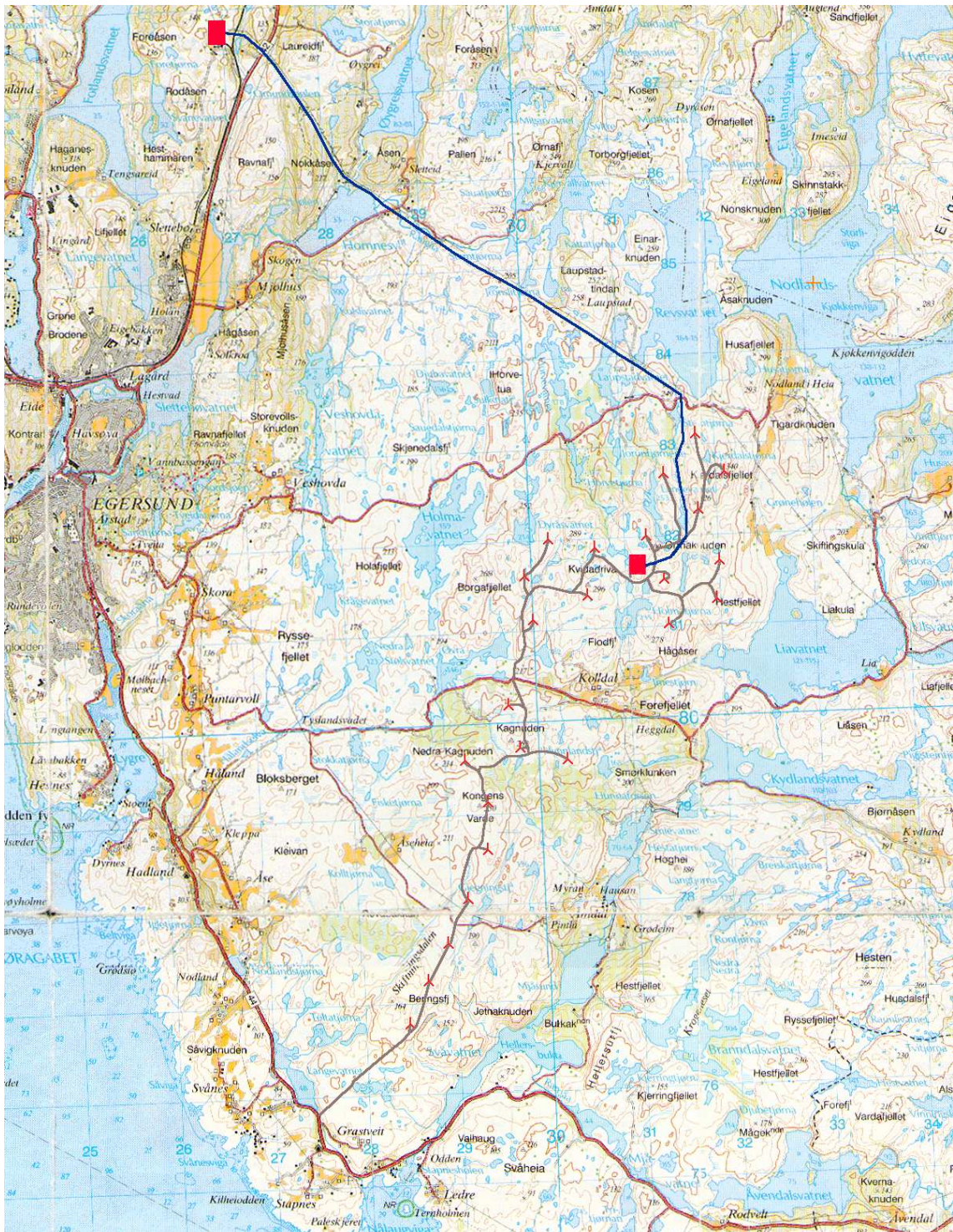
2.2.2 Veier, montasjeplasser og fundamenter

Møllekomponentene planlegges fraktet med båt til dypvannskai i Rekefjord, for videre transport langs vei. Det planlegges å transportere møllekomponentene på vei fra Rekefjord langs RV 44 til like etter Grastveit hvor det planlegges ny atkomstvei mot vindparken. Alternativt kan møllekomponentene tas i land i Egersund (ny havn planlegges på fastlandssida av Eigerøy), men det vil være en stor utfordring å transportere komponentene gjennom Egersund sentrum. Alternativet med Rekefjord som ilandføringssted og transport langs RV 44 er derfor det foretrukne alternativet.

Det vil også være nødvendig med internveier mellom hver enkelt vindmølle. Trasé for internveiene mellom hver vindmølle vil avhenge av mølleplasseringene. Avhengig av hvilken utbyggingsløsning som velges vil det være behov for internveier på 10-15 km. Veiene vil bli dimensjonert for aktuell last i anleggsfasen.



Figur 3. Egersund vindpark med 3 MW møller veier og trasé for 132 kV nettilknytning parallelt med eksisterende 300 kV.



Figur 3. Egersund vindpark med 3 MW møller veier og trasé for 132 kV nettilknytning parallelt med eksisterende 300 kV.

Ved hver vindmølle blir det opparbeidet montasjeplasser. Hvor store montasjeplasser som kreves vil avhenge av installasjonsløsning. Fundamentene til vindmøllene vil etter all sannsynlighet bli utført som fjellfundamenter med forankring i fjellet ved hjelp av forspente strekkstag. Endelige løsninger for montasjeplasser og fundamenter vil bli bestemt etter at type og størrelse, antall og endelig posisjon for hver enkelt vindmølle er bestemt.

2.2.3 Nettilknytning

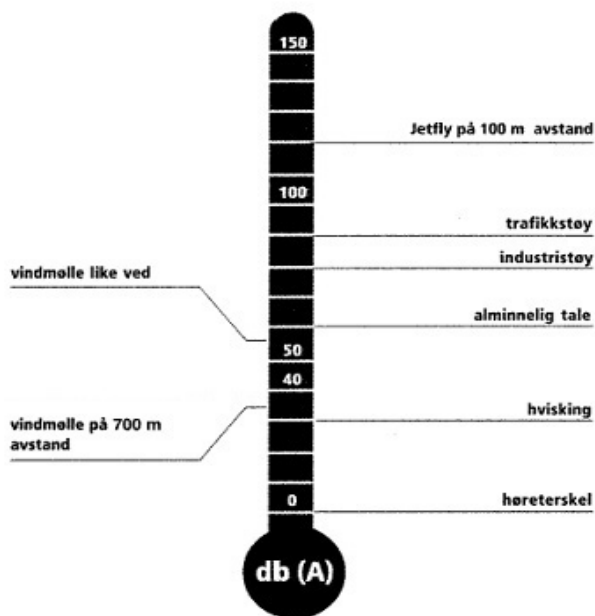
All nettoverføring internt i vindparken bli lagt som jordkabel. Møllene blir koplet med jordkabler til en transformatorstasjon som er planlagt helt nord i planområdet.

Fra transformatorstasjonen i vindparken er det planlagt en 6,5 km lang kraftlinje med en spenning på 132 kV til Kjelland transformatorstasjon. Denne kraftlinja vil gå parallelt med eksisterende 300 kV langs hele strekningen.

3. Konsekvenser av støy fra Egersund vindpark

3.1 Støy fra vindkraftanlegg

Vindmøller i drift vil avgi noe støy. Den dominerende støykilden er fra de roterende bladene som vil gi en svisjende lyd. Mekanisk støy fra generator og gir regnes som ubetydelige fra moderne møller. Støy fra kraftledninger ved spenninger på 132 kV vil også være ubetydelige.



Figur 4. Støy fra vindmøller sammenliknet med andre kjente støykilder, skala vist i ekvivalent lydnivå, L_{ekv} [Ref. 3]

Gjennom aerodynamiske tilpasninger har moderne vindmøller redusert støyemisjonen sammenliknet med tidligere vindmøller. Lav-frekvent støy kan ha vært et problem for tidlige møller som har rotor bak tårnet (nedstrømsmøller). Dagens vindmøller, som har rotoren foran tårnet (oppstrømsmøller), vil ikke emitte lav-frekvent støy [Ref. 2].

Støy fra vindmøller blir, som alle andre støykilder, målt i decibel dBA. dBA-skalaen måler lydintensiteten over hele spekteret av forskjellige hørbare frekvenser samtidig med at skalaen korregerer for at det menneskelige ørets følsomhet er avhengig av lydfrekvensen. (A)-skalaen brukes til svak lyd, som den vindmøller sender ut. (B) og (C) skaler for kraftig lyd finnes også, men brukes relativt sjelden.

dB-skalaen er en logaritmisk eller en relativ skala. Grunnen til at man beskriver lyd på denne måten er fordi øret oppfatter lyd som logaritmen til lydtrykket og ikke selve lydtrykket. Mennesker vil derfor oppfatte en fordobling av den subjektive styrken av lyden når dBA øker med 10. Figur 4 viser støynivået for vindmøller sammenliknet med andre støykilder.

Støynivået ved ulike steder i nærheten av vindparken er stort sett bestemt ut fra avstand til vindparken, vindforhold, bakgrunnsstøy og terrengforhold. Andre faktorer som vegetasjon og andre støykilder i nærheten kan også påvirke oppfattelsen av støy fra vindmøller.

Avstand til vindparken

Lyd dempes med avstand. For hver gang avstanden fordobles vil lydnivået reduseres med 6 dB. I tillegg vil noe lyd absorberes av luften og dempes ca 3 dB per 1000 meter. Dempingen avhenger av lydfrekvens, temperatur og fuktighet.

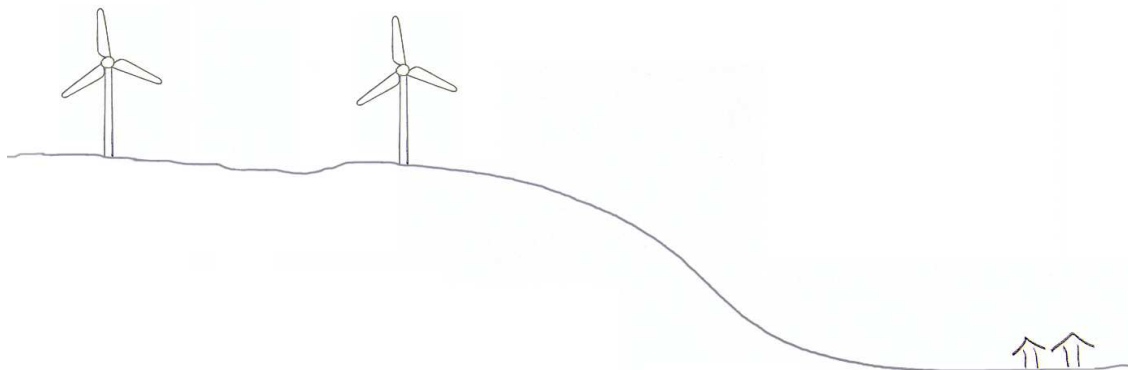
Vindforhold, maskering og bakgrunnsstøy

Vinden bøyer av lydbølgene. Vindhastigheten øker vanligvis med høyden over bakken. Lyden bøyes ned mot bakken i medvindssonen og opp fra bakken i motvindssonen, slik at man får en skyggesone hvor lyden dempes 5-10 dB eller mer.

All lyd som ikke kommer fra vindparken betegnes her som bakgrunnsstøy. Bakgrunnsstøy forårsakes blant annet av menneskers aktivitet, vær og vind. Når det blåser, vil det naturlige vindsuset i vegetasjon, bygninger og lignende nær mottakeren kunne overdøve vindmøllestøyen. Lydnivået både fra det naturlige vindsuset og vindmøllen stiger med vindhastigheten, men mye mer for vindsuset. For vindhastigheter over 8-10 m/s vil lydnivået i selve vinden overdøve støyen fra vindmøllene. Støy fra vindparken vil derfor oppleves som mest fremtredende for relativt lave vindhastigheter [Ref. 3].

Terrengforhold

Hvis en vindmølle er plassert høyt i terrenget i forhold til nærliggende bebyggelse, kan maskeringen fra vindsuset forsvinne helt fordi bebyggelsen er skjermet for vind. I slike tilfeller vil vindmøllestøyen høres bedre enn i normale situasjoner (vindmøllene og bebyggelsen ligger i åpent og lite kupert terreng) der vinden maskerer støy ved høyere vindhastigheter enn ca. 8 m/s. Dette kalles for vindskygge. I situasjoner der vindskygger kan forekomme store deler av året foreligger det derfor strengere retningsgivende grenseverdier for støynivået fra vindkraftanlegg.



Figur 5. Vindskygge. Maskeringen fra det naturlige vindsuset vil reduseres når vindparken er plassert høyt i terrenget i forhold til bebyggelse og vindmøllestøyen vil dermed høres bedre.

3.2 Beregning av støy fra vindkraftanlegg

3.2.1 Retningslinjer for støy fra vindkraftanlegg

Ved etablering av nye vindmøller gjelder Miljøverndepartementets retningslinjer for behandling av støy i arealplanlegging [Ref. 1]. Retningslinjene er utarbeidet i tråd med EU-regelverkets metoder og målestørrelser.

Ved implementering av EU-regelverket er det innført en ny, felles måleenhet L_{den} . Med L_{den} går man over fra døgnmidling til årsmidling av støynivået. For støy fra vindkraftanlegg tas det også mer hensyn til meteorologi i støyberegningene. Dette betyr at et vindkraftverk i visse deler av året kan medføre et støynivå over grenseverdien uten å overskride retningslinjen, så lenge dette oppveies med perioder hvor det er mindre støy. Måleenheten L_{den} inkluderer også en vektning av støy over døgnet slik at støy som opptrer på kveld og natt får en ekstra straff sammenliknet med støy som opptrer på dagtid.

De fleste vindmøller er i drift ved vindstyrker mellom 4 m/s og 25 m/s. I perioder av året hvor det blåser mindre eller mer enn dette, står vindmøllene i ro. I tillegg må det påregnes noe stillstand i forbindelse med avbruddssituasjoner og vedlikeholdsarbeid. Det anslås derfor at en vindmølle under norske forhold roterer og dermed genererer støy ca. 7000 timer pr. år. Dette tilsvarer ca. 290 driftsdager i året med døgnkontinuerlig drift. Denne driftstiden skal i henhold til retningslinjene legges til grunn ved utarbeidelse av støyberegninger og støysonekart for vindkraft.

L_{den} beregnes dermed ut fra ekvivalent lydnivå på dag, kveld og natt fra følgende formel

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \frac{290}{365} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right) \quad (1)$$

hvor L_{day} = ekvivalent lydnivå mellom kl 07 og kl 19
 L_{evening} = ekvivalent lydnivå mellom kl 19 og kl 23
 L_{night} = ekvivalent lydnivå mellom kl 23 og kl 07

For vindmøller vil L_{den} -verdien ligge 5,4 dBA over ekvivalent lydnivå, L_{ekv} .

De anbefalte støygrensene for vindmøller skiller på hvor vidt mottakerpunktet ligger i vindskygge eller ikke. Grensene er 5 dBA høyere utenfor vindskygge, da deler av vindmøllestøyen her vil maskeres på grunn av vindsus.

Anbefalte støygrenser for vindmøller er $L_{\text{den}} = 45$ dBA dersom boligen ligger i vindskygge, og $L_{\text{den}} = 50$ dBA dersom boligen ikke ligger i vindskygge mer enn 30 % av et normalår. Grensene gjelder på uteplass og utenfor rom til støyfølsom bruk.

Støynivå under grenseverdiene ved nærmeste bebyggelse anses som akseptabelt ved etablering av vindkraftverk. Ved beregnet støy over grenseverdiene må ansvarlig myndighet gjøre en konkret vurdering av og muligheter for avbøtende tiltak i hver enkelt sak. Denne vurderingen baseres på støynivå, berørt bebyggelse, vindskygge, terrengforhold som kan dempe støy og øvrige fordeler og ulemper ved anlegget. Støynivå over $L_{\text{den}} = 55$ dBA vil normalt innebære krav om tiltak. [Ref. 1]

3.2.2 Metode og datagrunnlag

Støyberegningene tar utgangspunkt i en 3 MW og en 4,5 MW mølle, men verken vindmølleleverandør eller møllestørrelse er endelig avklart. Som basis i støyberegningene er det derfor tatt utgangspunkt i de møllene som finnes i denne størrelsesorden som er kommersielt tilgjengelige. Ulike møller og deres respektive lydeffektnivå er angitt i Tabell 2.

Tabell 2. Lydtrykknivå fra ulike mølleleverandører av relevante MW-møller

Leverandør	Modell	Effekt (kW)	Lydeffektnivå (L_w)
Enercon	E-70	2300	105 dBA
Bonus Siemens	SWT 2,3	2300	104,4 dBA
Nordex	N90	2300	104 dBA
Neg Micon(Vestas)	NM92	2750	105 dBA
Vestas	V90	3000	104-109 dBA
GE	GE 3,6s	3600	107,4 dBA
Bonus Siemens	SWT 3,6	3600	105 dBA
Enercon	E-112	4500	105 dBA

For støyberegningene med 3 MW er det derfor tatt utgangspunkt i et lydeffektnivå på $L_w = 106$ dBA for en referansevindstyrke på 8 m/s. Dette lydeffektnivået er representativt for kommersielle vindmøller som er på markedet for møller i denne størrelsen.

Det er ventet at lydeffektnivået øker marginalt med økende møllestørrelse. Støyberegningene for en utbyggingsløsning med 4,5 MW møller tar dermed utgangspunkt i et lydeffektnivå på

$L_W=107$ dBA for en referansevindstyrke på 8 m/s.

Støykonsekvensene for vindparken er estimert ved hjelp av WindPro Versjon 2.5. WindPro er anvendt av svært mange i vindkraftindustrien til å utføre tekniske beregninger, både av utbyggere, mølleleverandører, myndigheter, konsulenter, forsknings- og undervisningsmiljøer osv. [Ref. 4], og er ofte brukt i forbindelse med støyberegninger fra vindkraftanlegg.

3.3 Påvirkning av støy fra vindkraftanlegg

3.3.1 Påvirkning på mennesker

Så lenge støyretningslinjene overholdes, viser undersøkelser fra Danmark og en utvidet europeisk undersøkelse at få mennesker blir plaget av vindmøllestøy [Ref. 3]. Undersøkelsene viser også at støyplager fra vindmøllestøy er påvirket av flere andre faktorer enn bare den objektive støybelastningen, for eksempel visuell oppfattelse og hvordan innstilling mottakeren har til produksjon av vindkraft. En nyere studie [Ref. 5] viser at visuell oppfattelse av vindparken er den subjektive faktoren som har mest betydning for hvordan mennesker blir plaget av vindmøllestøyen.

Hvilket lydnivå som fører til søvnforstyrrelse varierer sterkt fra person til person. I et dokument skrevet av Verdens Helseorganisasjon [Ref. 6] er det gitt anbefalinger om at ekvivalent lydnivå ikke bør overstige 30 dBA i soverom for jevn og kontinuerlig støy. Det er derfor anbefalt at utendørs støy nivå ved husfasade ikke overstiger et ekvivalent lydnivå på 45 dBA for at man skal kunne sove med soveromsvinduet åpent på bakgrunn av en antakelse om en økning på 15 dBA når vinduet er åpent [Ref. 6]. Overført til måleenheten L_{den} vil dette bety at det anbefales at utendørs støy nivå ved husfasade ikke overstiger $L_{den}=50,4$ dBA.

Taleoppfattbarheten er avhengig av bakgrunnsstøyens lydnivå og frekvensinnhold. Som tommelfingerregel kan man si at tale ved normal styrke (uten å heve stemmen) kan oppfattes på 7 m avstand når bakgrunnsstøyen har et ekvivalent lydnivå 50 dBA (tilsvarer $L_{den}=55,4$ dBA), og på 20 m avstand når bakgrunnsstøyen har et ekvivalent lydnivå på 40 dBA (tilsvarer $L_{den}=45,4$ dBA) [Ref. 7].

3.3.2 Påvirkning på dyr

Innvirkning av støy fra vindmøller på dyr er lite studert. Det finnes likevel diverse studier om innvirkning av andre støytyper på ulike dyrearter. Disse viser at dyr blir mest forstyrret av lyd som er høy, uforutsigbar og impulsiv (f.eks. smell, skudd, lave passasjer av fly og annen trafikk).

Det vises også at ulike dyrearter viser en forskjellig reaksjon på støy. Beitedyr påvirkes relativt lite, mens visse fuglearter (f.eks. gås) er mer følsomme [Ref. 8]. Dyr i kystområder er vant til relativt høye bakgrunnsstøynivåer fra sjøen (bølger) og vind. Det er derfor lite sannsynlig at de forstyrres av annen støy, så lenge støynivået ikke vesentlig overstiger bakgrunnsstøyen (mer enn 5-10 dBA), og så lenge støyen ikke har impulskarakter.

3.4 Beskrivelse og beregning av støy fra Egersund vindpark

3.4.1 Støy i anleggsperioden

Støy i anleggsperioden inkluderer bygging av veier og fundamenter, transport og installering av møller samt oppføring av servicebygg, transformatorstasjon og kraftlinjer. Det er vanskelig å beregne noen støynivåer for disse støykildene.

Sprenging vil forekomme i forbindelse med legging av veitraséer og fundamenter. Støybelastningen av sprengingen vil avhenge av antall sprenginger og størrelse på ladningene. Til bygging av veier kan det bli aktuelt å hente løsmasser fra masseuttak utenfor planområdet. Det kan derfor bli noe støy langs offentlig vei ved transport av disse løsmassene.

For å transportere vindmøllene inn i området trengs spesialkjøretøy. Antall turer med spesialkjøretøy fra dypvannskai til planområdet avhenger av størrelsen og antallet på møllene som velges. Det vil også bli støy fra transport av annet utstyr til vindparken, så som kraner, transformatorstasjoner m.m. Installering av møllene forventes å medføre lite støy sammenliknet med andre deler av anleggsvirksomheten.

Det forventes likeledes at støykonsekvensene fra oppføring av servicebygg og transformatorstasjon vil være ubetydelige.

Bygging av kraftlinjer vil bare medføre vesentlige støykonsekvenser hvis det benyttes helikopter. Lavtflyging med helikopter vil medføre støynivå på bakken (ca. 90 dBA på 100 meters avstand). Arbeidet med helikopter vil likevel være meget begrenset i tid.

3.4.2 Støy i driftsperioden

Støy i driftsperioden vil i all hovedsak komme fra vindmøllene. Støy fra kraftledninger og transformatorstasjon regnes som ubetydelige.

Det er utarbeidet et støysoneskart for et alternativ med 3 MW møller og et alternativ med 4,5 MW møller som viser støyutbredelsen fra Egersund vindpark i driftsfasen ved hjelp av WindPRO Versjon 2.5. For disse støykartene er støynivået regnet ut med vind fra alle retninger. I praksis vil det derfor bli noe lavere støynivå enn det som er vist i støykartene. Støysoneskartene er vist med måleenheten L_{ekv} .

Støykart for et utbyggingsalternativ med 3 MW vindmøller er vist i Figur 7, mens et støykart for alternativet med 4,5 MW er vist i Figur 8. Støykartene er beregnet ut i fra en vind på 8 m/s og at det blåser fra alle retninger. Støykartene vil dermed presentere et slags worst-case tilfelle fordi ved vindhastigheter rundt 8 m/s er da man hører støy fra vindmøller best og fordi all bebyggelse er eksponert for mest ugunstig vindretning ved at det er beregnet at vinden kommer fra alle retninger.

Som man kan se av støysoneskartene er det noe bebyggelse i nærheten som kan bli berørt av støy fra vindparken. Nærliggende bebyggelse til vindparken er listet opp i Tabell 3 og 4.

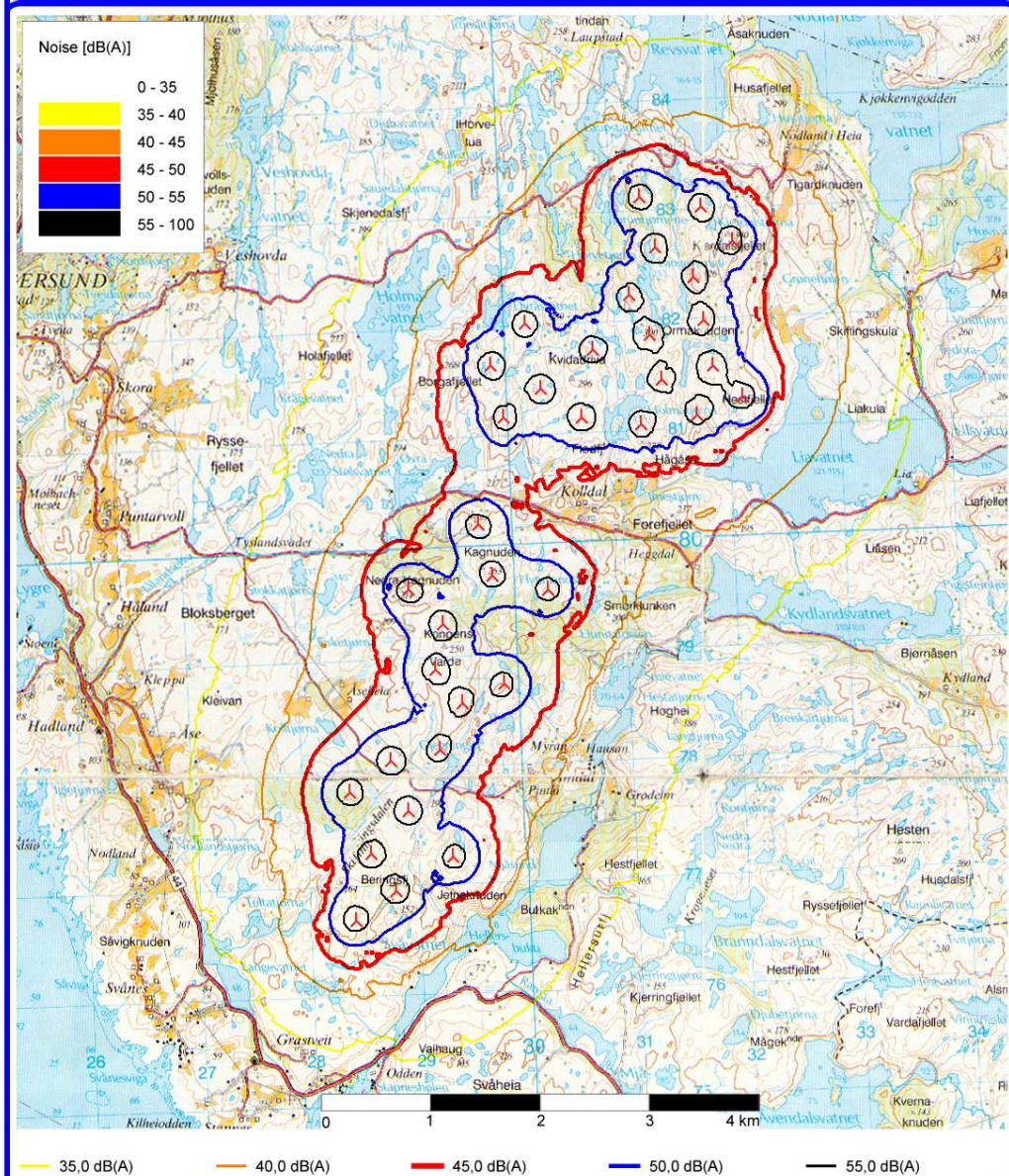
Støy og skyggekast fra Egersund vindpark

WindPRO 2 version 2.5.5.74 Oct 2006

Project: Egersund	Description: Støykart Egersund vindpark.	Printed Page: 29.05.2007 13:04 / 1
	Alternativ med 3 MW møller.	Licensed user: Norsk Vind Energi AS
	Støykart vist med måleenheten L _{eqv} .	Esterv. 6 NO-4056 Tananger +47 51 69 00 00
		Calculated: 29.05.2007 13:04/2.5.5.74

DECIBEL - Egersund

File: Egersund.bmi



WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tlf. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Figur 7. Støysonekart for Egersund vindpark med 3 MW møller

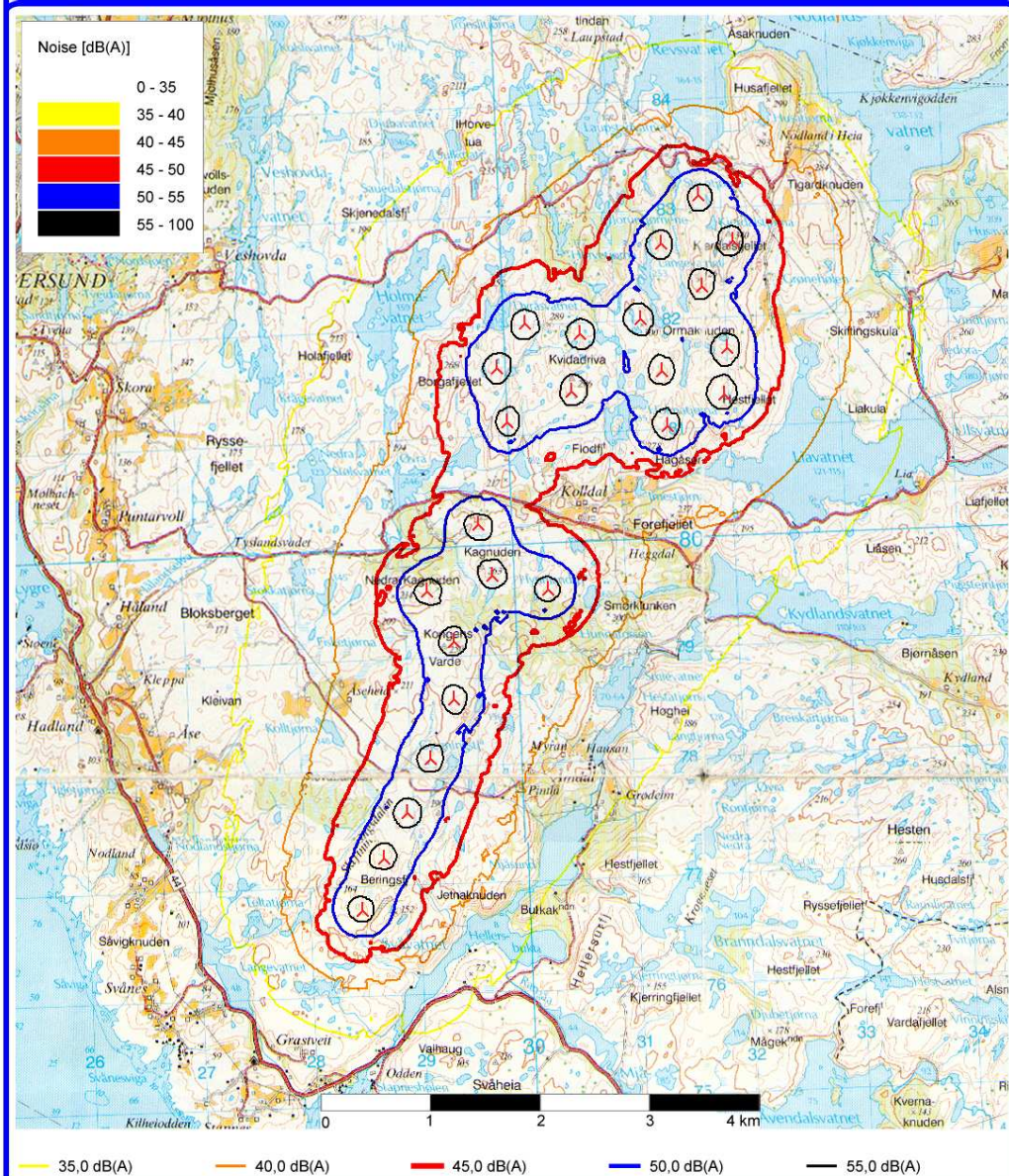
Støy og skyggekast fra Egersund vindpark

WindPRO 2 version 2.5.5.74 Oct 2006

Project: Egersund	Description: Støykart Egersund vindpark.	Printed Page: 21.05.2007 13:56 / 1
	Alternativ med 4,5 MW møller.	Licensed user: Norsk Vind Energi AS
	Støykart vist med måleenheten L _{eqv} .	Esterv. 6 NO-4056 Tananger +47 51 69 00 00
		Calculated: 21.05.2007 13:50/2.5.5.74

DECIBEL - Egersund

File: Egersund.bmi



Figur 8. Støysonekart for Egersund vindpark med 4,5 MW møller

Tabell 3 og 4 viser støynivået for bebyggelse i nærheten av vindparken med henholdsvis 3 MW og 4,5 MW møller utarbeidet av WindPRO Versjon 2.5.

Tabell 3. Støynivå for bebyggelse i nærheten av vindparken med 3 MW alternativ.

Bebyggelse	Støynivå, L_{ekv}	Støynivå, L_{den}	Vindskygge
Nodland i Heia	38,7	44,1	Ja
Hytte ved Øvre Stølsvatn 1	41,8	47,2	Nei
Hytte ved Øvre Stølsvatn 2	43,1	48,5	Nei
Kolldal	43,3	48,7	Ja
Heggdal	40,4	45,8	Ja
Lia	33,8	39,2	Nei
Åseheia 1	44,0	49,4	Nei
Åseheia 2	42,7	48,1	Nei
Åmdal	42,4	47,8	Ja
Myran	40,5	45,9	Ja
Hausan	38,9	44,3	Ja
Åse	35,0	40,4	Ja
Grastveit	34,8	40,2	Ja
Hytte ved Hellersbukta 1	39,6	45,0	Ja
Hytte ved Hellersbukta 2	39,9	45,3	Ja
Hytte ved Hellersbukta 3	37,6	43,0	Ja

Tabell 4. Støynivå for bebyggelse i nærheten av vindparken med 4,5 MW alternativ.

Bebyggelse	Støynivå, L_{ekv}	Støynivå, L_{den}	Vindskygge
Nodland i Heia	39,2	44,6	Ja
Hytte ved Øvre Stølsvatn 1	42,1	47,5	Nei
Hytte ved Øvre Stølsvatn 2	43,7	49,1	Nei
Kolldal	43,3	48,7	Ja
Heggdal	40,2	45,6	Ja
Lia	33,5	38,9	Nei
Åseheia 1	41,6	47,0	Nei
Åseheia 2	40,8	46,2	Nei
Åmdal	40,3	45,7	Ja
Myran	38,6	44,0	Ja
Hausan	37,2	42,6	Ja
Åse	33,1	38,5	Ja
Grastveit	33,5	38,9	Ja
Hytte ved Hellersbukta 1	37,8	43,2	Ja
Hytte ved Hellersbukta 2	37,2	42,6	Ja
Hytte ved Hellersbukta 3	34,8	40,2	Ja

Ved foreliggende layout med 3 MW møller har bebyggelsen ved Kolldal, Heggdal, Åmdal og hytte ved Hellersbukta støynivåer som ligger over anbefalt nedre grenseverdi. All annen bebyggelse har et støynivå som ligger under anbefalte grenseverdier.

Ved foreliggende alternativ med 4,5 MW har bebyggelsen ved Kolldal, Heggdal og Åmdal støynivåer som ligger over anbefalt nedre grenseverdi. All annen bebyggelse har et støynivå som ligger under anbefalte grenseverdier.

Støy fra vindparken vil også kunne påvirke friluftslivsinteresser både i planområdet og i tilgrensende områder. For stille områder som rekreasjons-, natur- og friluftsområder utenfor tettbebyggelse er anbefalt grense $L_{den} = 40$ dBA. 3 sikrede friluftsområder ved Horve, Støls- og Omdalsheia og Åseheia vil ligge betydelig over denne anbefalte grenseverdien. Sørlige deler av friluftsområder på Laupstad kan også ha et støynivå som ligger høyere enn anbefalt grenseverdi for stille områder.

Andre friluftsinnteresser i plan- og influensområdet vil også bli berørt av støy. Dette gjelder foruten friluftsliv i forbindelse med jakt og fiske, friluftsinnteresser ved Kongens Varde, Beringsfjell, Borgafjell(Veshovdborga) og en sykkelrute mellom Skåra og Nodland som passerer planområdet ved Kolldal.

3.5 Vurdering av støykonsekvensene

3.5.1 Støy i anleggsperioden

De største støykonsekvensene i anleggsperioden vil være knyttet til sprenging i forbindelse med legging av veitraseer og fundamenter. Støybelastningen av sprengingen vil avhenge av antall sprenginger og størrelse på ladningene.

I forbindelse med transport av møllekomponentene, kan det forventes en liten økning av lydnivå langs veien fra Rekefjord og langs RV44 planområdet. Bygging av kraftlinjer vil medføre vesentlige støykonsekvensene hvis det benyttes helikopter, men denne støybelastningen vil være meget begrenset i tid. Støykonsekvensene fra andre deler av anleggsperioden forventes å være ubetydelige.

3.5.2 Støy i driftsfasen

Det er noe bebyggelse i nærheten av vindparken som kan bli berørt av støy fra vindparken. Avhengig av hvilket utbyggingsalternativ som velges kan bebyggelsen ved Kolldal, Heggdal, Åmdal og en hytte ved Hellersbukta ha et støynivå som ligger over anbefalt nedre grenseverdi som er angitt i retningslinjene til Statens Forurensingstilsyn. Rundt bebyggelsen ved Kolldal, Heggdal og Åmdal er det imidlertid en del trær mellom bebyggelsen og vindparken og dette vil dempe støynivået noe. All annen bebyggelse har et støynivå som ligger under grenseverdiene som er anbefalt i retningslinjene til SFT. I henhold til Miljøverndepartementets veileder til retningslinjene, er støynivå under grenseverdiene ved nærmeste bebyggelse ansett som akseptabelt ved etablering av vindkraftverk [Ref. 1].

Støy fra vindparken vil også kunne påvirke friluftslivsinteresser både i planområdet og i tilgrensende områder. For stille områder som rekreasjons-, natur- og friluftsområder utenfor tettbebyggelse er anbefalt grense $L_{den} = 40$ dBA. Friluftsimteresser ved Horve, Støls- og Omdalsheia, Åseheia, Laupstad, Kongens Varde, Beringsfjell, Borgafjell(Veshovdborga) og en sykkelrute mellom Skåra og Nodland vil ha støynivåer som overstiger anbefalte grenseverdier. Det innebærer at disse friluftsområdene som ligger i denne sonen kan ha støynivå som kan oppleves som sjenerende.

Støyberegningene innehar en viss grad av usikkert fordi endelig mølletype og møllestørrelse ikke er bestemt, og man har dermed ikke kjennskap til kildens lydeffektnivå. Lydutbredelse fra vindparken vil også inneha en usikkerhetsgrad fordi den avhenger av atmosfæriske forhold som temperatur, lufttrykk, luftfuktighet, vindstyrke og vindretning.

Det forventes ikke at støybildet vil forandres i særlig grad over tid. Den dominerende støykilden er fra de roterende bladene. Insekter, skitt og andre partikler kan forandre bladets overflate som igjen kan forandre støybildet, men det er ikke ventet at dette vil bli et betydelig problem. Mekanisk lyd fra vindmøllene kan forandres over tid på grunn av slitasje på ulike mekaniske komponenter, men dette vil bli håndtert gjennom service og vedlikehold og eventuelt utskifting av komponenter.

Konsekvensene av støy fra Egersund vindpark vurderes på bakgrunn av dette til å være middels negative.

Hvis Svåheia vindpark blir realisert, kan støynivået øke noe for bebyggelsen som ligger mellom Egersund vindpark og Svåheia vindpark. Dette kan gjelde for bebyggelsen på Grastveit, men støynivåene på Grastveit fra vindmøllene i Egersund vindpark er imidlertid såpass lave at støynivåene vil holde seg godt under anbefalte grenseverdier også når støy fra vindmøllene i Svåheia vindpark er inkludert.

4. Konsekvenser av skyggekast fra Egersund vindpark

4.1 Skyggekast fra vindkraftanlegg

Når sola skinner vil vindmøller, som alle andre strukturer over bakkenivå, kaste skygger til nærliggende omgivelser. På grunn av de roterende bladene vil imidlertid vindmøller forårsake en skyggekast som er mer iøynefallende og vil dermed bli oppfattet som mer irriterende enn skygge fra stasjonære strukturer.

Skyggekast fra vindmøller vil være mest irriterende når sola står lavt på himmelen. Da vil skyggene fra vindmøllene spres over større avstander enn midt på dagen. For bebyggelse kan skyggekast bli et problem hvis vindmøllene står relativt nærme vindu(er) som vender mot vindmølleparken. For bebyggelse som er i avstand på mer enn 10 ganger rotor diameteren ansees ikke skyggekast å være noe stort problem [Ref. 9].



Figur 11. Skygge fra vindmølle. På grunn av de roterende bladene vil vindmøller forårsake en skyggekast som er iøynefallende.

Skyggekast fra roterende vindmøller kan bare forekomme hvis alle disse hendelsene inntreffer:

- Etter soloppgang og før solnedgang
- Sola er sterk nok til å kaste skygger
- Vindmøllene står mellom skyggekastmottakeren og sola
- Vindmøllene roterer

4.2 Beregning av skyggekast fra vindkraftanlegg

4.2.1 Retningslinjer for skyggekast fra vindkraftanlegg

For skyggekast fra vindmøller foreligger det i dag ikke noen grenseverdier i Norge.

Ut fra en rettskraftig dom, har man i Tyskland en retningsgivende grense å forholde seg til for skyggekast fra vindmøller. Ved en konkret vindpark i Tyskland tillot dommeren 30 timer med reell skyggekast mens naboeiendommen var befolket med våkne mennesker [Ref. 10].

Miljø- og Energiministeriet i Danmark har angitt anbefalinger om at vindparker utformes slik at naboer ikke påføres totalt mer enn 10 timer skyggekast per år beregnet som reell skyggetid [Ref. 11].

4.2.2 Metode og datagrunnlag

Det er mulig å utarbeide kart som viser skyggekast fra vindparken som viser et worst case scenario. I utarbeidelsen av et skyggekart under worst-case scenariet er følgende forutsetninger lagt til grunn:

- sola skinner hele tiden mellom soloppgang og solnedgang
- vindmøllene roterer hele tiden

Disse forutsetningene inntreffer aldri hele tiden slik at skyggekartet som viser worst-case scenariet må kun brukes illustrativt. Det er imidlertid nødvendig å beregne worst-case scenariet fordi det danner grunnlaget for beregningene av de reelle skyggevirkningene.

Ved utarbeidelse av worst-case skyggekart er det, i samsvar med internasjonal praksis, antatt at skyggekast ikke er noe problem når sola står lavere enn 3° over horisonten fordi solintensiteten da er for lav.

For å utarbeide reelle skyggevirkninger, må worst-case beregningene modifiseres med meteorologiske data som angir sannsynligheten for at sola skinner samt vinddata som angir sannsynligheten for at vindmøllene roterer. Det forutsettes at vindmøllene roterer når det blåser 4 m/s eller mer som er i samsvar med når kommersielle vindmøller produserer strøm. Det forutsettes videre at vindmøllene har en tilgjengelighet på 95 %, d.v.s. at de står stille 5 % av tiden hvor de egentlig skulle ha rotert, på grunn av avbrudd og vedlikeholdsarbeid.

Den reelle skyggekastvirkningen **R** er dermed gitt ved:

$$R = W * \frac{S_{ref}}{S_{pot}} * V_{\geq 4 m/s} * T \quad (2)$$

hvor

W = worst-case skyggekast

S_{ref} = Antall soltimer fra meteorologisk referansestasjon

S_{pot} = Potensielt antall soltimer

$V_{\geq 3 \text{ m/s}}$ = Sannsynlighet for at det blåser 4 m/s eller mer

T = Tilgjengelighet.

Følgende faktorer er dermed ikke inkludert i disse beregningene:

- Møllenes retning. Hvor stor irritasjonen fra skyggecast vil være for skyggemottaker vil til en viss grad være påvirket av hvilken retning møllene er vendt mot
- Mulig skjerming av skyggecast på grunn av trær, lokale terrenghindre m.m. som ikke fanges opp av kartet

Det er dermed sannsynlig at skyggecastbelastningen blir lavere enn det som fremkommer av beregningene i kapittel 4.4.2.

Skyggecastkonsekvensene for vindparken er estimert ved hjelp av WindPro Versjon 2.5. WindPro er anvendt av svært mange i vindkraftindustrien til å utføre tekniske beregninger, både av utbyggere, mølleleverandører, myndigheter, konsulenter, forsknings- og undervisningsmiljøer osv. [Ref. 4], og er ofte brukt i forbindelse med skyggecastberegninger fra vindkraftanlegg.

4.3 Påvirkning av skyggecast fra vindkraftanlegg

Det er gjort relativt få undersøkelser på virkningene av skyggecast på mennesker. Hovedgrunnen til dette er at problemet med skyggecast fra roterende vindmøller er svært lite for store, sakteroterende vindmøller og så lenge vindmøllene planlegges i tilstrekkelig avstand fra bebyggelse.

Undersøkelsene som er gjort viser at skyggecast ikke vil forårsake helsemessige forstyrrelser for moderne sakteroterende vindmøller. Dette gjelder også for mennesker som er utsatt for epilepsi [Ref. 12, 13]. En studie av A.D. Clarke [Ref. 13] indikerer at skyggecast fra vindmøller ikke vil være noe problem for mennesker så lenge rotasjonshastigheten er lavere enn 50 omdreininger per minutt. Vindmøllene som er planlagt anvendt i Egersund vindpark vil ha en rotasjonshastighet på om lag 13-17 omdreininger per minutt. Skyggecast fra store, moderne vindmøller vil dermed ikke medføre helsemessige konsekvenser.

Enkelte kan imidlertid oppfatte skyggecast som irriterende, og da spesielt hvis man beveger seg i nærheten av vindmøllene. Hvor sterkt denne skyggegevirkningen oppfattes vil avhenge av avstanden mellom potensiell skyggecastmottaker og vindmøllene. Skyggecast nær vindmøllene vil være mer intense og fokuserte fordi en større andel av solas overflate vil være midlertidig blokkert [Ref. 14]. Når på året og når på døgnet skyggecast inntreffer vil også påvirke hvor stor belastningen av skyggecast er for nærliggende bebyggelse. Skyggecast en ettermiddag på sommeren oppleves sannsynligvis som mer irriterende enn skyggecast en vintermorgen.

For nærliggende bebyggelse kan man unngå at skyggecast blir et betydelig problem ved at vindparken planlegges i tilstrekkelig avstand til bebyggelsen.

4.4 Skyggekastberegninger for Egersund vindpark

4.4.1 Skyggekastberegninger worst case

Skyggekastberegningene for worst-case scenariet er utarbeidet av WindPRO Versjon 2.5. Et kart over skyggekast fra vindparken med 3 MW møller i worst-case scenariet er vist i Figur 13, mens et kart over skyggekast i worst-case scenariet med 4,5 MW møller er vist i Figur 14.

Det er videre utarbeidet skyggekalendre som viser når nærliggende bebyggelse vil bli berørt av skyggekast fra vindparken. Det er utarbeidet skyggekalendre for. Lokalisering av denne bebyggelsen er vist i Figur 12. Skyggekalendrene er vist i Vedlegg 1.



Figur 12. Skyggekastmottakere fra Egersund vindpark

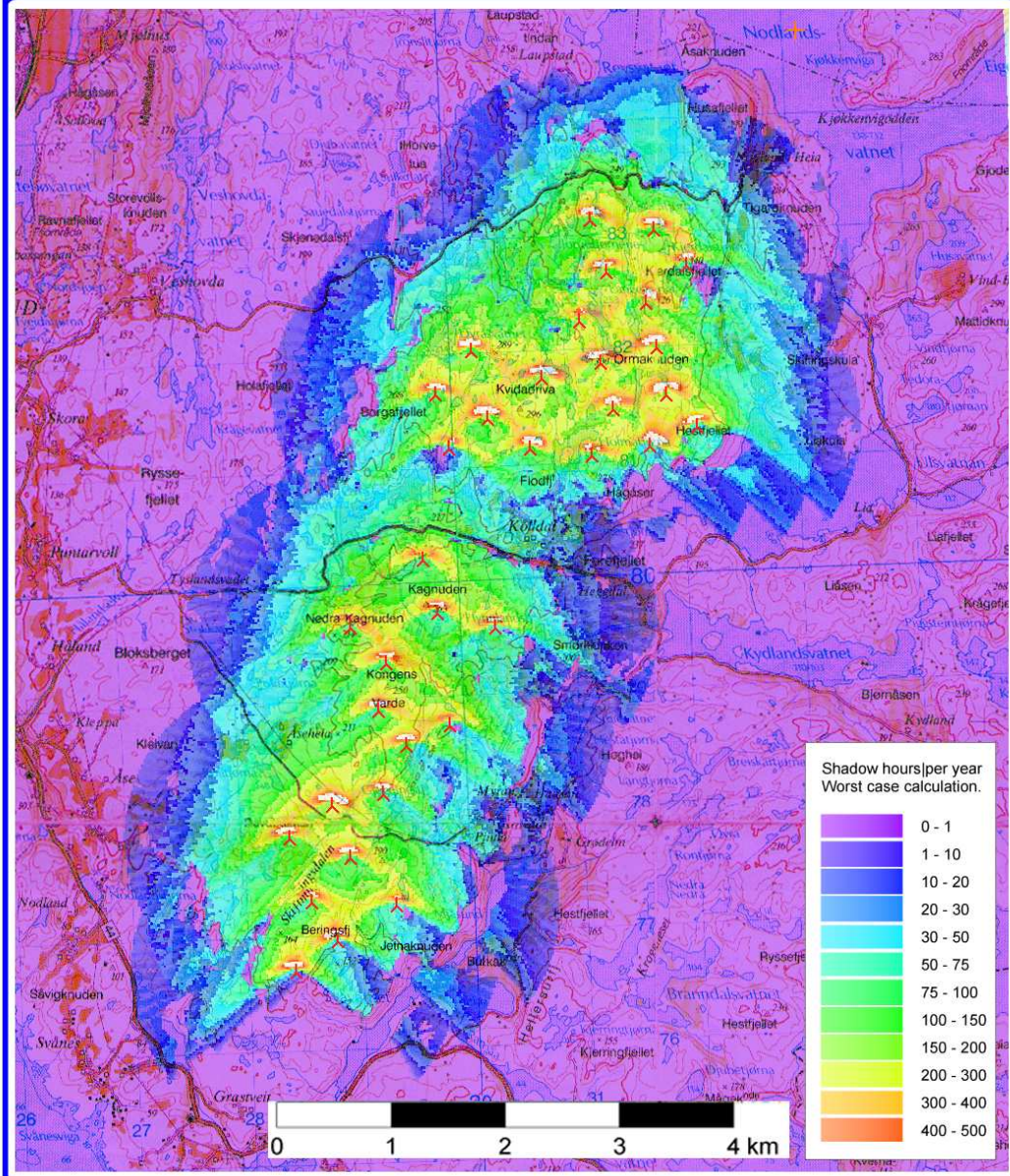
Støy og skyggekast fra Egersund vindpark

WindPRO 2 version 2.5.5.74 Oct 2006

Project: Egersund	Description: Skyggekast fra Egersund vindpark. Worst-case scenariet. Alternativ med 3 MW møller.	Printed Page: 29.05.2007 12:14 / 1 Licensed user: Norsk Vind Energi AS Esterv. 6 NO-4056 Tananger +47 51 69 00 00 Calculated: 27.05.2007 15:42/2.5.5.74
------------------------------------	--	---

SHADOW - Egersund

File: Egersund.bmi



WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tlf. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Figur 13. Skyggekastkart for worst-case scenariet med 3 MW møller.

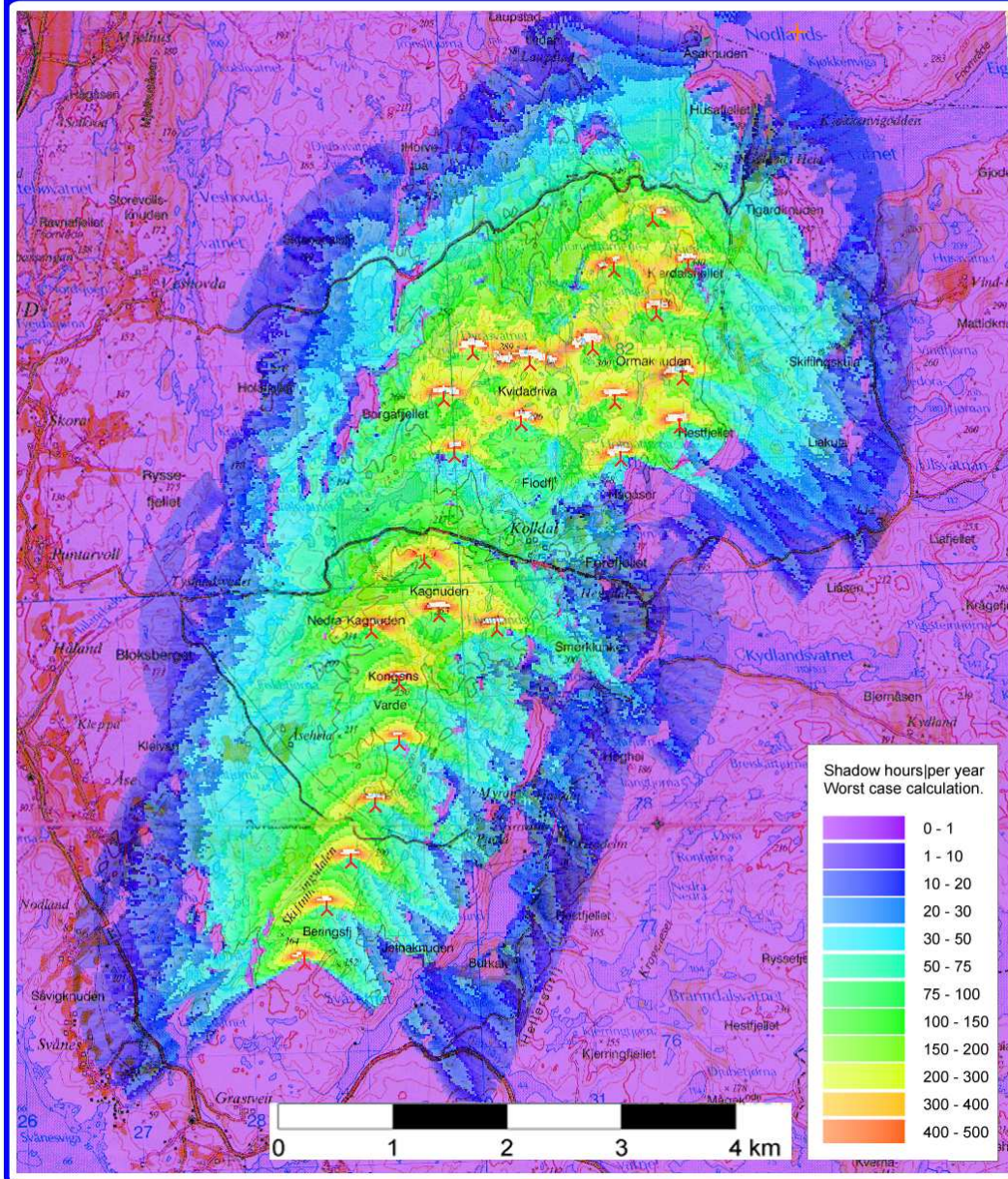
Støy og skyggekast fra Egersund vindpark

WindPRO 2 version 2.5.5.74 Oct 2006

Project: Egersund	Description: Skyggekast fra Egersund vindpark. Worst-case scenariet. Alternativ med 4,5 MW møller.	Printed Page: 29.05.2007 12:41 / 1 Licensed user: Norsk Vind Energi AS Esterv. 6 NO-4056 Tananger +47 51 69 00 00 Calculated: 28.05.2007 13:26/2.5.5.74
------------------------------------	--	---

SHADOW - Egersund

File: Egersund.bmi



Figur 14. Skyggekastkart for worst-case scenariet med 4,5 MW møller.

4.4.2 Skyggekastberegninger real case

For å utarbeide reelle skyggevirksomheter, må worst-case beregningene modifiseres med meteorologiske data som angir sannsynligheten for at sola skinner samt vinddata som angir sannsynligheten for at vindmøllene roterer.

Den reelle skyggevirksomheten er angitt via formel (2) i Kapittel 4.2.2.

$$R = W * \frac{S_{ref}}{S_{pot}} * V_{\geq 4m/s} * T$$

Sannsynligheten for at sola skinner baserer seg på meteorologiske data fra Sola som er nærmeste sted hvor antall soltimer per måned er registrert. De meteorologiske dataene fra Sola baserer seg på målinger tatt mellom 1961-1990. Tabell 6 viser gjennomsnittlig antall soltimer, S_{ref} , som er registrert på Sola per måned [Ref. 15].

Tabell 6. Gjennomsnittlig antall soltimer, S_{ref} , registrert per måned

Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
40,8	74,6	120,6	172,2	214,4	224,2	204,9	188,1	119,1	81,1	43,5	29,6

WindPro utarbeider hvor mange soltimer bebyggelse i nærheten av vindparken potensielt kan få. Potensielt antall soltimer, S_{pot} , er gitt i Tabell 7.

Tabell 7. Potensielt antall soltimer per måned for bebyggelse nær vindparken

Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
223	260	365	431	520	545	544	477	386	320	237	201

Det forutsettes at vindmøllene roterer når det blåser mer enn 4 m/s.

Norsk Vind Energi har målt vind på Åseheia siden høsten 2005. For å beregne sannsynligheten for at det blåser 4 m/s er derfor måledata disse vindmålingene anvendt. Tabell 8 viser sannsynligheten for det blåser 4 m/s eller mer for de ulike månedene.

Tabell 8. Sannsynlighet for det blåser 4 m/s eller mer for de ulike månedene

Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
0,891	0,732	0,847	0,786	0,855	0,758	0,690	0,675	0,910	0,785	0,938	0,915

Det forutsettes videre at bebyggelsen i nærheten av vindparken har vinduer som vender mot de nærmeste vindmøllene. De reelle skyggevirksomhetene for bebyggelse i influensområdet kan dermed beregnes. Tabell 9 viser de reelle skyggekastvirksomhetene for nærliggende bebyggelse med et utbyggingsalternativ med 3 MW møller, mens Tabell 10 viser skyggevirksomhetene ved bruk av 4,5 MW møller.

Tabell 9. Skyggekastpåvirkning på nærliggende bebyggelse med 3 MW møller.

Bebyggelse	Antall timer skyggekast - Worst case (t.min)	Antall timer skyggekast – Reelt (t.min)
Nodland i Heia	10:07	01:47
Hytte ved Øvre Stølsvatn 1	33:44	06:41
Hytte ved Øvre Stølsvatn 2	63:39	11:54
Kolldal	43:35	08:41
Heggdal	06:54	01:28
Lia	00:00	00:00
Åseheia 1	78:49	16:19
Åseheia 2	77:57	16:48
Åmdal	27:11	06:36
Myran	23:29	06:07
Hausan	12:52	03:41
Åse	00:00	00:00
Grastveit	00:00	00:00
Hytte ved Hellersbukta 1	00:00	00:00
Hytte ved Hellersbukta 2	00:00	00:00
Hytte ved Hellersbukta 3	00:00	00:00

Tabell 10. Skyggekastpåvirkning på nærliggende bebyggelse med 4,5 MW møller.

Bebyggelse	Antall timer skyggekast – Worst case (t.min)	Antall timer skyggekast – Reelt (t.min)
Nodland i Heia	19:23	03:23
Hytte ved Øvre Stølsvatn 1	80:45	15:19
Hytte ved Øvre Stølsvatn 2	80:57	16:55
Kolldal	63:06	11:57
Heggdal	18:02	04:22
Lia	04:32	01:22
Åseheia 1	65:41	14:52
Åseheia 2	57:45	13:33
Åmdal	20:16	05:17
Myran	03:17	00:38
Hausan	21:56	06:06
Åse	08:15	01:53
Grastveit	00:00	00:00
Hytte ved Hellersbukta 1	00:00	00:00
Hytte ved Hellersbukta 2	00:00	00:00
Hytte ved Hellersbukta 3	00:00	00:00

I vedlegg 1 og 2 er det angitt når på året og når på døgnet skyggekast for de ulike boligene kan forventes og hvilke møller som forårsaker skyggekastpåvirkningen.

Utover bebyggelsen som er listet opp i Tabell 9 og 10, er det ingen bebyggelse i nærheten av tiltaket som vil oppleve skyggekast.

Følgende faktorer er ikke inkludert i disse beregningene:

- Møllenes retning. Hvor stor irritasjonen fra skyggekast vil være for skyggemottaker vil til en viss grad være påvirket av hvilken retning møllene er vendt mot
- Mulig skjerming av skyggekast på grunn av trær, lokale terrenghindre m.m. som ikke fanges opp av kartet

De faktiske skyggekastvirkningene kan derfor være mindre i virkeligheten enn det som fremkommer i beregningene.

4.5 Vurdering av skyggekastkonsekvensene

Ved vurdering av skyggekastkonsekvensene er de reelle skyggekastvirkningene sett i forhold til anbefalte grenser for skyggekast i Tyskland og Danmark. Dette skyldes at det ennå ikke er etablert noen retningslinjer for vindkraft i Norge. Betydningen av konsekvensene vil også avhenge av når på døgnet og året at skyggekast ved nærliggende bebyggelse kan oppleves.

Fra Tabell 9 og 10 kan det sees at noe bebyggelse kan oppleve mellom 10 og 20 timer skyggekast i løpet av et år. Dette er noe høyere enn anbefalingsverdiene i Danmark. For et utbyggingsalternativ med 3 MW møller er det bebyggelsen ved Åseheia og en hytte ved Øvre Stølsvatn som kan oppleve en skyggekastpåvirkning på over 10 timer i året, mens det for et utbyggingsalternativ med 4,5 MW møller er beregnet at bebyggelse ved Åseheia, Kolldal og Øvre Stølsvatn på kan oppleve en skyggekastpåvirkning på over 10 timer i året.

Åseheia er den bebyggelse som vil bli sterkest påvirket av skyggekast. Fra Vedlegg 1 kan det sees at skyggekast på Åseheia er forventet på morgenen og formiddagen de fleste månedene i løpet av året. Hytter ved Øvre Stølsvatn vil oppleve skyggekast om morgenen og formiddagen de fleste månedene i året. Bebyggelsen på Kolldal vil oppleve skyggekast på kveldene i høst- og vintermånedene og noe skyggekast om morgenen i sommermånedene. For den resterende bebyggelsen, kan det av vedlegg 1 og 2 sees når på døgnet og året som skyggekast kan inntreffe.

All bebyggelse har en skyggekastpåvirkning som ligger betydelig lavere enn det som er grenseverdiene i Tyskland på 30 timer skyggekast per år

Utover dette er det ingen bebyggelse i nærheten av tiltaket som vil oppleve skyggekast.

Skyggekast fra vindparken vil også kunne påvirke friluftslivsinteresser både i planområdet og i tilgrensende områder. Friluftslivsinteresser ved Horve, Støls- og Omdalsheia, Åseheia, Laupstad, Grødem, Kongens Varde, Beringsfjell, Borgafjell(Veshovdborga) og en sykkelrute mellom Skåra og Nodland vil kunne oppleve skyggekast fra vindparken som kan påvirke friluftslivsoplevelsen.

Konsekvensene av skyggekast fra Egersund vindpark vurderes på bakgrunn av dette til å være

små til middels negative for et alternativ med 3 MW møller og middels negative for et utbyggingsalternativ med 4,5 MW møller.

Selv om Svåheia vindpark blir realisert, vil ikke dette øke skyggecastpåvirkningen for noen bebyggelse. Dette skyldes at bebyggelsen som ligger mellom Egersund og Svåheia vindpark, bl.a. Grastveit ikke berøres av skyggecast fra Egersund vindpark.

5. Mulige avbøtende tiltak

Det er mulig å flytte enkelte vindmøller for å redusere belastningen av støy og skyggecast ytterligere, men det bør i så tilfelle foretas en avveining av nytten av å flytte møllene opp mot reduksjonen i energiproduksjonen og opp mot andre miljøkriterier (landskap, biologisk mangfold etc.).

Et annet mulig avbøtende tiltak med tanke på støy, er å montere støyskjermer foran bebyggelsen som er eksponert for støy.

I forhold til skyggecast, er et mulig avbøtende tiltak å plante trær foran bebyggelsen slik at skyggene blir blokkert. Dette kan være aktuelt for bebyggelsen ved Åseheia hvis dette er ønskelig for beboerne. Ved Kolldal og Øvre Stølsvatn er det allerede en del leplanting slik at ny leplanting vil være mindre aktuelt her.

6. Oppsummering

Det er noe bebyggelse i nærheten av Egersund vindpark som kan bli eksponert for støy og skyggecast fra vindparken.

Avhengig av hvilket utbyggingsalternativ som velges kan bebyggelse ved Kolldal, Heggdal, Åmdal og en hytte ved Hellersbukta ha støynivåer som ligger noe over nedre anbefalte støynivå som er angitt i retningslinjene til Statens Forurensingstilsyn. Rundt bebyggelsen ved Kolldal, Heggdal og Åmdal er det imidlertid en del trær mellom bebyggelsen og vindparken og dette vil dempe støynivået noe.

All annen bebyggelse har støynivå som er lavere enn grenseverdiene som er angitt i retningslinjer for støy fra vindkraftanlegg fra Miljøverndepartementet.

Støy fra vindparken vil også kunne påvirke friluftslivsinteresser både i planområdet og i tilgrensende områder. For stille områder som rekreasjons-, natur- og friluftsområder utenfor tettbebyggelse er anbefalt grense $L_{den} = 40$ dBA. Friluftsimteresser ved Horve, Støls- og Omdalsheia, Åseheia, Laupstad, Kongens Varde, Beringsfjell, Borgafjell(Veshovdborga) og en sykkelrute mellom Skåra og Nodland vil ha støynivåer som overstiger anbefalte grenseverdier. Det innebærer at disse friluftsområdene som ligger i denne sonen kan ha støynivå som kan oppleves som sjenerende.

Det forventes en liten økning av støynivået langs eksisterende veier i forbindelse med transport av møllekomponentene til vindparken. Det vil også bli noe støy i forbindelse med

anleggsvirksomheten.

Enkelte boliger kan oppleve mellom 10 og 20 timer skyggekast i løpet av et år. Dette er noe høyere enn anbefalingsverdiene fra Danmark som angir 10 timer, men ligger vesentlig lavere enn det som er ansett som akseptabelt i Tyskland (30 timer). I Norge er det ikke fastsatt noen retningslinjer for skyggekast fra vindkraftanlegg.

For et utbyggingsalternativ med 3 MW møller vil bebyggelsen ved Åseheia og en hytte ved Øvre Stølsvatn oppleve en skyggekastpåvirkning på over 10 timer i året, mens det for et utbyggingsalternativ med 4,5 MW møller er beregnet at bebyggelse ved Åseheia, Kolldal og Øvre Stølsvatn på kan oppleve en skyggekastpåvirkning på over 10 timer i året. Dette er noe høyere enn anbefalingsverdiene i Danmark.

All annen bebyggelse vil ha skyggekastpåvirkning mindre enn 10 timer i året.

Skyggekast fra vindparken vil også kunne påvirke friluftslivsinteresser både i planområdet og i tilgrensende områder. Friluftslivsinteresser ved Horve, Støls- og Omdalsheia, Åseheia, Laupstad, Grødem, Kongens Varde, Beringsfjell, Borgafjell(Veshovdborga) og en sykkelrute mellom Skåra og Nodland vil kunne oppleve skyggekast fra vindparken som kan påvirke friluftslivsoplevelsen.

Påvirkningen fra støy og skyggekast på nærliggende bebyggelse er oppsummert i Tabell 11 og Tabell 12.

Tabell 11. Støy fra Egersund vindpark.

	Støynivå, L_{ekv}	Antall boliger/hytter	
		3 MW møller	4,5 MW møller
Hørbart	35-40 dBA	Ca. 25	Ca. 25
Fremtredende	40-45 dBA	16	13
	45-50 dBA	0	0
Meget fremtredende	> 50 dBA	0	0

Tabell 12. Skyggekast fra Egersund vindpark.

Antall timer skyggekast	Antall boliger/hytter	
	3 MW møller	4,5 MW møller
0-5	Ca. 12	Ca. 15
5-10	10	4
10-15	1	7
15-20	2	2
20-25	0	0
25-30	0	0

Konsekvensene av støy fra Egersund vindpark vurderes til å være middels negative.

Konsekvensene av skyggekast fra Egersund vindpark vurderes til å være små til middels negative for et utbyggingsalternativ med 3 MW møller og middels negativ for et alternativ med 4,5 MW møller.

Selv om Svåheia vindpark blir realisert, vil de kumulative støy- og skyggekasteffekten ikke påvirkes i noen særlig grad fordi støy og skyggekastpåvirkningen fra Egersund vindpark for bebyggelsen mellom Egersund og Svåheia vindpark er lav til ubetydelig.

Referanser

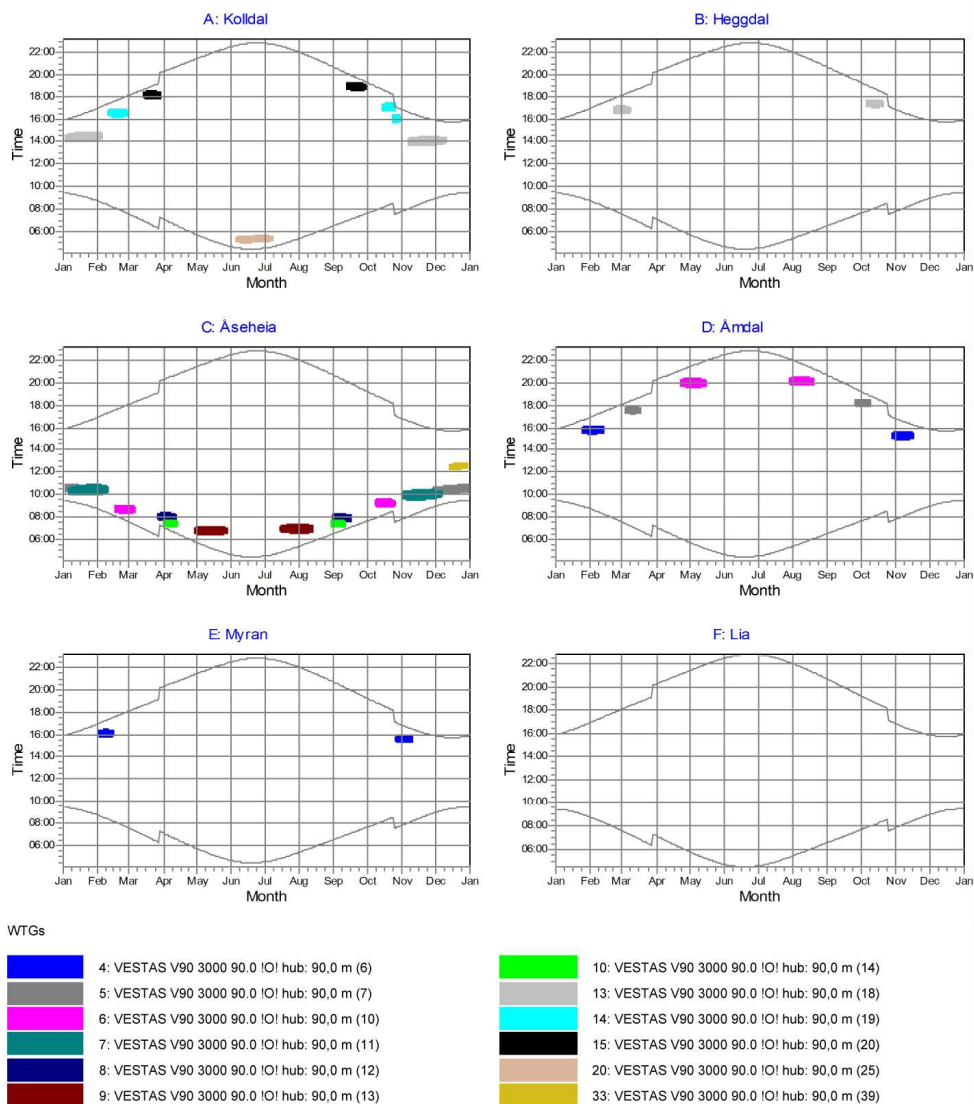
- [1] Miljøverndepartementet, *Veileder - Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging*, T 1442, http://www.SFT.no/publikasjoner/luft/2115/ta2115_del2.pdf, 2005
- [2] British Wind Energy Association, *Low frequency noise and wind turbines*, www.bwea.com/pdf/lfn_summary.pdf, 2005
- [3] Statens Forurensingstilsyn, Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Fylkesmannen, *Støy fra vindmøller*, TA-Nummer 1738/2000, 2000.
- [4] Energi- og Miljødata, *WindPro – Reference List*, www.emd.dk/WindPRO/Reference%20List, 2005
- [5] Pedersen, E. og Waye, K.P., *Human response to wind turbine noise – annoyance and moderating factors*, First International Meeting on Wind Turbine Noise, 2005
- [6] Folkehelseinstituttet, *Støy og søvnforstyrrelser. Helsefaglig utredning som grunnlag for begrensing av støynivå om natten*, Rapport 2003:6, 2003
- [7] American National Standards Institute, *Rating noise with respect to speech interference*, ANSI S3.14, 1977
- [8] Swift-Hook, D.T., *Wind energy and the environment*, The Institution of Electrical Engineers, 1989
- [9] Meridian Energy, *Project West Wind. Shadow flicker assessment report*, 2005
- [10] Vindmølleindustrien i Danmark, *Skyggekast fra vindmøller*, www.windpower.org/da/tour/env/shadow/index.htm, 2006
- [11] Miljø- og Energiministeriet, *Vejledning om planlægning for og landzonetilladelse til oppstilling af vindmøller af 7.marts 2001*, 2001
- [12] E. Verkuijlen and C.A. Westra, *Shadow Hindrance by Wind Turbines*, Proceedings European Wind Energy Conference, 1984
- [13] A.D. Clarke, *Assessment of Proposed Wind Energy Project at Meenacahan, Donegal, Ireland, for Shadow Flicker*, Report for B9 Energy Services Ltd, 1995
- [14] Department of Trade and Industry, *Onshore wind – shadow flicker*, www.dti.gov.uk/renewables/renew_3.5.1.4.htm, 2005
- [15] Meteorologisk Institutt; *Soltimer/Soltid*; met.no/met/met_lex/q_u/Soltid.htm, 2005

Vedlegg. Skyggekastkalendre

WindPRO 2 version 2.5.5.74 Oct 2006

Project: Egersund Torstein	Description: Skyggekast fra Egersund vindpark. Worst-case scenariet. Alternativ med 3 MW møller. Gir en grafisk framstilling av når på året og døgnet nærliggende bebyggelse kan oppleve skyggekast.	Printed/Page: 29.05.2007 13:58 / 1 Licensed user: Norsk Vind Energi AS Esterv. 6 NO-4056 Tananger +47 51 69 00 00 Calculated: 27.05.2007 15:42/2.5.5.74
--------------------------------------	--	--

SHADOW - Calendar, graphical



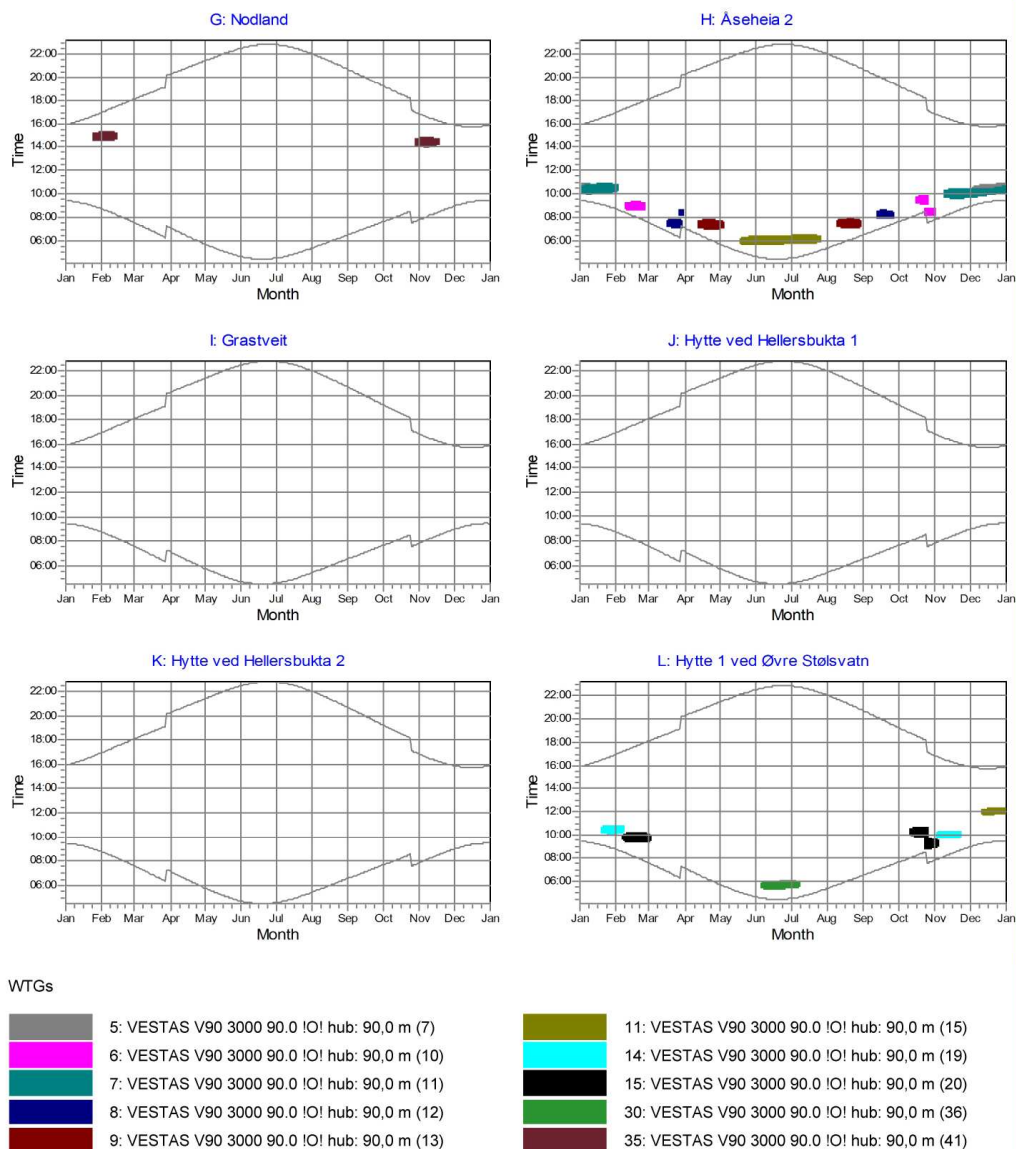
WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tlf. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Støy og skyggekast fra Egersund vindpark

WindPRO 2 version 2.5.5.74 Oct 2006

Project: Egersund Torstein	Description: Skyggekast fra Egersund vindpark. Worst-case scenariet.	Printed/ Page 29.05.2007 13:58 / 2
	Alternativ med 3 MW møller.	Licensed user: Norsk Vind Energi AS
	Gir en grafisk framstilling av når på året og døgnet nærliggende bebyggelse kan oppleve skyggekast.	Esterv. 6 NO-4056 Tananger +47 51 69 00 00
		Calculated: 27.05.2007 15:42/2.5.5.74

SHADOW - Calendar, graphical



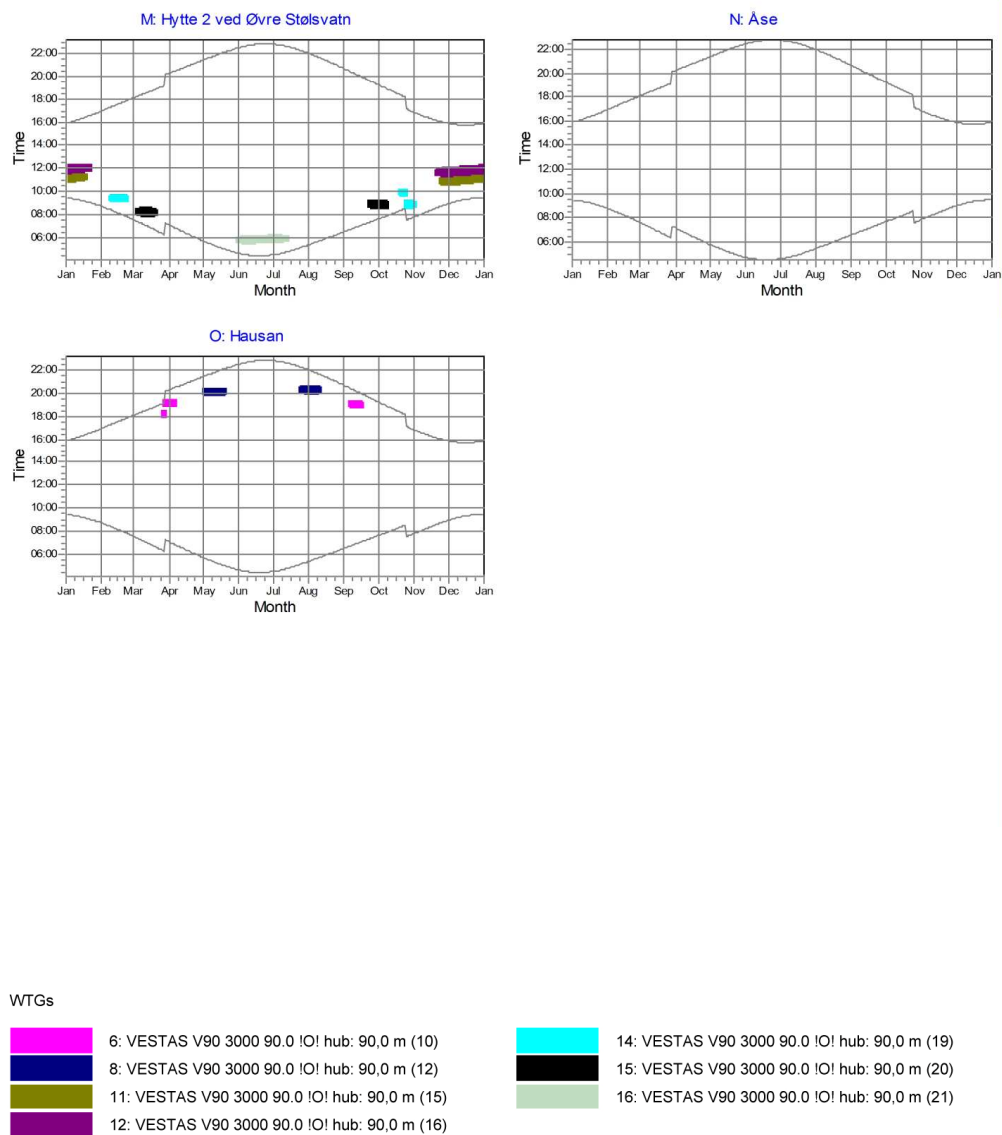
WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tlf. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Støy og skyggekast fra Egersund vindpark

WindPRO 2 version 2.5.5.74 Oct 2006

Project: Egersund Torstein	Description: Skyggekast fra Egersund vindpark. Worst-case scenariet.	PrintedPage: 29.05.2007 13:58 / 3
	Alternativ med 3 MW møller.	Licensed user: Norsk Vind Energi AS
	Gir en grafisk framstilling av når på året og døgnet nærliggende bebyggelse kan oppleve skyggekast.	Esterv. 6 NO-4056 Tananger +47 51 69 00 00
		Calculated: 27.05.2007 15:42/2.5.5.74

SHADOW - Calendar, graphical



WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tlf. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

Vedlegg 1: Skyggekastkalender for alternativ med 3 MW møller

Vedlegg 2: Skyggecastkalender for alternativ med 4,5 MW møller