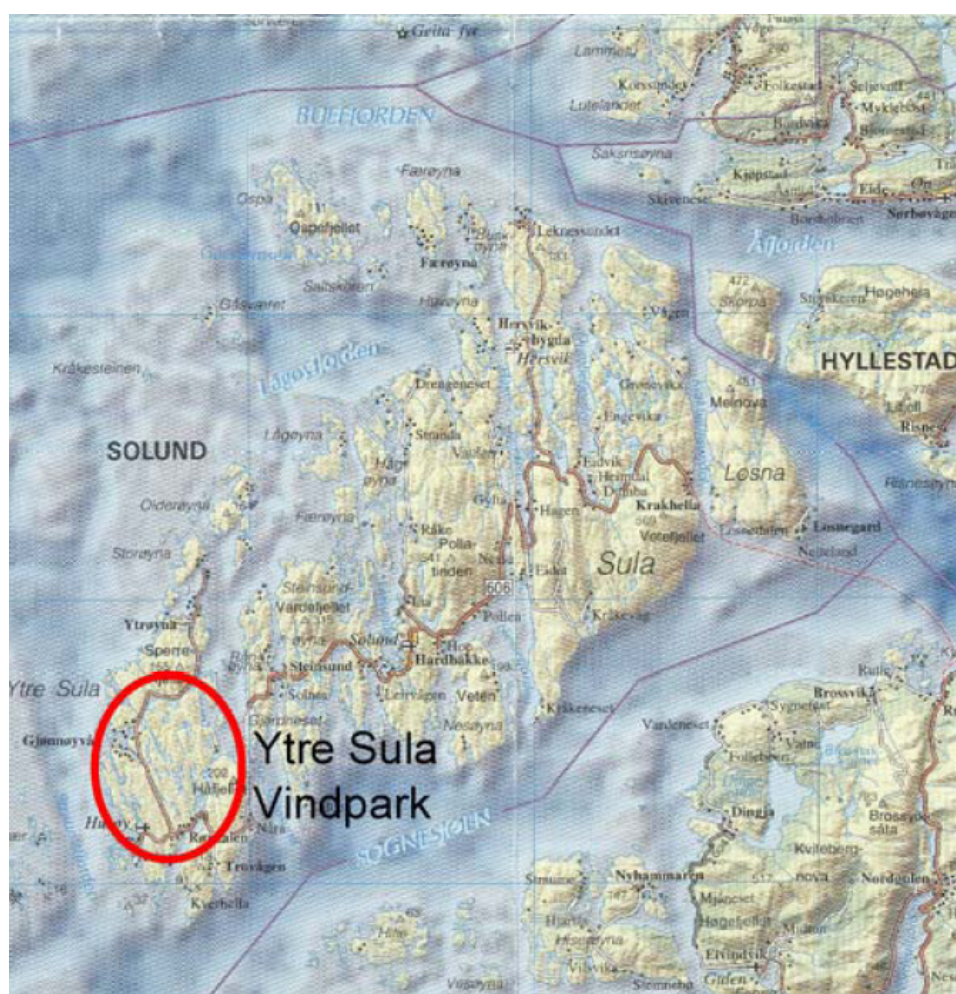


Ytre Sula vindpark

Støyvurdering



for

Ask Rådgivning

februar 10

TIL
Ask Rådgivning
Postboks 7033, St.Olavs plass
0130 OSLO

Att.: Elise Førde

Tittel

Ytre Sula vindpark

Støyvurdering

Sammendrag

Det er beregnet og vurdert støy fra Ytre Sula vindpark med 40 vindturbiner. Det er forutsatt at turbinene har installert effekt 3.6 MW og støyutstråling $L_{WA}=105$ dB. Utredningen er en revisjon av tidligere utredning i 2007 som forutsatte flere og mer støyende turbiner.

Det er ingen boliger eller fritidsbolig i rød sone. I Gul sone er det 31 boliger og 21 fritidsboliger. Ingen enheter får støy over anbefalt støygrense i T-1442. 19 boliger og 19 fritidsboliger får støy i området $L_{den} = 40-45$ dB.

I et stort influensområde, større enn det viste området for $L_{den} = 40$ dB, vil folk i perioder kunne høre tydelig lyd fra turbinene. Størstedelen av driftstiden vil støyen ikke være tydelig eller være overdøvet av vindsus fra lokal vegetasjon eller lyd fra sjøen. Støykonsekvensene for omgivelsene til vindparken vurderes som små negative.

Utstrålt støy fra vindturbinene er i denne utredningen valgt lavt, med en viss, liten mulighet for å undervurdere støyen i ferdig vindpark og for å måtte bruke avbøtende tiltak, jfr. kapittel 7.

Utarbeidet av

Sigurd Solberg (ansv.)
sigurd.solberg@kilde.no (Tlf. 930 16 575)
Inge Hommedal
Inge.hommedal@kilde.no (Tlf 909 32 527)

Sign.

Internkontroll (Faglig gjennomgang. Metodikk og forutsetninger. Språk og presentasjon)
Bernt Heggøy

Sign.

Rapportoriginal med signaturer er arkivert hos Kilde Akustikk AS

Denne rapporten skal kopieres komplett
Utdrag kan benyttes etter skriftlig samtykke

INNHold

1. INNLEDNING.....	4
2. STØY- BEGREPER.....	4
3. STØYKRITERIER.....	5
4. FORUTSETNINGER OG METODE	5
5. BEREGNET OG VURDERT STØY	6
6. USIKKERHETER I BEREGNINGENE	7
7. AVBØTENDE TILTAK.....	8
8. KONSEKVENSGRAD	8
9. ANDRE FORHOLD	9
REFERANSER	9
VEDLEGG	10
A. Hvordan høres støyen fra vindturbinene ut under ulike forhold ?	11
B. Utstrålt støy fra vindturbinene	15
C. Vindfordeling	16
D. Støysonekart Ytre Sula	17

1. INNLEDNING

Kilde Akustikk har fått i oppdrag å utrede støy fra Ytre Sula vindpark i Solund kommune i Sogn og Fjordane til omliggende boliger, fritidsboliger og naturområder.

Vindparken er nå utredet med 40 vindturbiner med installert effekt 3.6 MW og lydeffekt $L_{WA}=105$ dB. Tidligere versjoner av vindparken var utredet med flere og mer støyende turbiner¹.

Støyvurderingen baserer seg på kart og driftsopplysninger tilsendt fra oppdragsgiver.

Vedlegg A gir enkle forklaringer på hvordan støy fra vindturbiner vil oppleves under ulike forhold.

Cand.scient. Inge Hommedal har utført støyberegningene.

2. STØY- BEGREPER

I rapporten benyttes fem faglige begreper for støy:

Referansestøynivå L_{ref} er støyen fra en vindturbin ved vindhastighet 8 m/s i høyde 10 m over terrenget. Denne referansen ble i sin tid valgt internasjonalt, fordi den innebærer en driftssituasjon der naboene vanligvis hører vindturbinstøyen best. Ved lavere vindhastighet støyer turbinene mindre. Ved høyere vindhastighet blir vanligvis vindturbinstøyen overdøvet av vindsusen fra lokal vegetasjon.

Døgnekvivalent støynivå ($L_{A,ekv,24h}$) er gjennomsnittlig A-veid støynivå over et døgn.

Ekvivalent støynivå L_{den} , er et døgnekvivalent støynivå der støybidragene i kveldsperioden (19-23) er gitt et tillegg på 5 dB og støybidragene i nattperioden (23-07) er gitt et tillegg på 10 dB.

L_{den} er introdusert gjennom Miljøverndepartementets planretningslinje T-1442¹. For vindturbiner sier T-1442 at L_{den} skal bestemmes fra L_{ref} , og at en skal regne støyen over et år og ta hensyn til at turbinene er i drift ca 7000 timer (80% av årets timer) hvis ikke noe annet er oppgitt. Om ikke meteorologien tas hensyn til betyr dette at L_{den} vil ligge ca 5 dB høyere enn L_{ref} . Om en tar hensyn til meteorologien på stedet, kan forskjellen mellom L_{den} og L_{ref} bli mindre, gjerne i størrelsesorden 2-4 dB mindre.

Lydeffektnivå, L_{WA} , er et mål på totalt avstrålt lyd fra en kilde. Når lydeffektnivået er kjent, kan støyen i en bestemt avstand – f.eks. ved en bolig 1000 m fra en vindturbin – beregnes.

Vindskygge: område der terrenget skjermer for vinden, slik at det blir lite vindsus fra lokal vegetasjon. Støyen fra vindturbinene høres tydeligere når det er lite vindsus fra vegetasjonen. Mottakere som ligger i vindskygge mer enn 30% av året, har strengere støygrenser. Forholdet er forklart i vedlegg A².

3. STØYKRITERIER

Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging, T-1442¹ anbefaler at det blir vist to støysoner rundt viktige støykilder, en gul vurderingssone og en rød restriktiv sone. Støygrensene for vindturbiner etter T-1442 er vist i tabell 2. Hensikten med støysonene er å gi signal til utbyggere om at støy skal være eget plantema ved planlegging av støyømfintlige formål som ligger i sonen.

- Tabell 1: Kriterier for soneinndeling. Sonene er definert for 7 ulike typer støy, men her er bare vindturbinstøy vist. Alle tall oppgitt i dB, frittfeltverdier

Støykilde	Gul støysone		Rød støysone	
	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23-07	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23-07
Vindturbiner	$L_{den} = 45$ dB	-	$L_{den} = 55$ dB	-

T-1442 har også anbefalt støygrense for etablering av ny støykilde eller ny støyømfintlig bebyggelse. Den anbefalte grensen for vindturbinstøy utenfor boliger, institusjoner, fritidsboliger, mv. er identisk med nedre grenseverdi for gul sone, $L_{den} = 45$ dB. Dersom den støyømfintlige bebyggelsen ligger i vindskygge mindre enn 30% av et normalår, kan grenseverdien heves til $L_{den} = 50$ dB, forutsatt at turbinene ikke gir støy med rentonekarakter. Denne situasjonen kalles videre i rapporten "ligger i vindskygge".

L_{den} er et gjennomsnittlig støynivå – og ikke et støynivå som kan oppleves et bestemt øyeblikk. Ved grensen $L_{den} = 45$ dB vil støyen et øyeblikk typisk være $L = 40$ dB. Sammenligning mellom et slikt støynivå – som kan oppleves og som er typisk for støygrensen – og vanlig forekommende støy ute i naturen, er vist i vedlegg A.

4. FORUTSETNINGER OG METODE

Utredningen følger metoden og forutsetningene som er beskrevet i gjeldende regelverk fra statlige miljøvernmyndigheter^{3,4}

Plassering av vindturbinene er illustrert i vedlegg D. Korteste avstand mellom turbin og bolig/fritidsbolig er ca 900 m.

Grunnlagsskart

Mottatt kart over influensområdet inneholder et stort antall bygninger, alle definert som flater. Bygninger med kode 111-136 er boliger, mens bygninger med kode 161-163 er fritidsboliger. Alle bygningene kan leses i kartet i vedlegg D.

Utstrålt støy

Utstrålt støy fra vindturbinene er gitt av oppdragsgiver som lydeffekt $L_{WA} = 105$ dB (3.6MW, Siemens SWT-3.6-107, 90 m navhøyde, lydeffekten er oppgitt med 1 dB sikkerhetsmargin). Detaljer om støyutstrålingen er vist i vedlegg B.

Vindfordeling og vindskygge

Aktuell vindfordeling er vist i vedlegg C. Som det framgår av vedlegget er det fremherskende vindretning fra sør (ca 45% av året) og delvis fra nord (20% av året). Dette betyr at områder rett nord for vindparken – i lé for høydedraget på øya - kan havne i vindskygge etter definisjonen i T-1442.

Støy fra vindturbiner beskrives for medvind fra turbin til mottaker (den vær-situasjonen som gir minst demping av støyen) etter gjeldende nordiske metode for ekstern industristøy⁵. Beskrivelsen tar utgangspunkt i støy ved referansevind 8 m/s i høyde 10 m over terreng (L_{ref} , jfr. definisjon under støy-begreper). Støyen er beregnet med verktøyet Nomes 4.0 i et rutenett med 20 m oppløsning. Kartet er laget med forutsetning om akustisk hard mark.

I samsvar med T-1442/TA-2115 beregnes støykoter for $L_{den} = 40$ dB, 45 dB (gul sone), 50 dB og 55 dB (rød sone). Støyen beregnes i 4 m høyde over terreng. Støyfølsomme objekter innenfor de angitte kotene identifiseres.

Støyen vises for medvindsutbredelse og fremherskende vindretning

Støyen er i utgangspunktet beregnet for medvindsutbredelse, i samsvar med T-1442.

Den fremherskende retning fra sør vil gi et visst omfang av motvindsdempning og lavere årsmidlet støynivå i denne retningen med en faktor på opptil 3 dB. Det er en del støyutsatt bebyggelse i denne retningen. Koter for $L_{den}=40$ dB og 45 dB er vist stiplet på støysonekartet. Kotene for 50 dB og 55 dB ligger i for kort avstand fra vindturbinene til at det kan etableres motvindsdempning av betydning.

5. BEREGET OG VURDERT STØY

Støysonekart med yttergrenser $L_{den} = 40, 45, 50$ og 55 dB er vist i vedlegg D. Fritidsboliger og boliger i støysonene er markert.

Vær oppmerksom på at sonen $L_{den} = 45-55$ dB, som etter T-1442 heter "Gul sone" i denne rapporten er vist i en gul ytre del og en orange indre del.

Ingen boliger eller fritidsbolig ligger i rød sone. 31 boliger og 21 fritidsboliger ligger i ytre del av gul sone. De mest belastede enhetene ligger på vestsiden og i sør, med støy $L_{den} = 47-48$ dB.

19 boliger og 19 fritidsboliger får støy i området $L_{den} = 40-45$ dB.

Ingen enheter får støy som overskrider den anbefalte støygrensen, jfr tabell 2:

- Tabell 2: Enheter som er berørt av anbefalte støygrenser. 31 boliger og 21 fritidsboliger har støy over $L_{den} = 45$ dB, men for alle disse er anbefalt støygrense $L_{den} = 50$ dB. Ingen enheter har derfor støy over anbefalt grense

Støyområde	Vindskygge		
		Boliger	Fritidsboliger
>55 dB Rødt			
50-55 dB		-	-
45-50 dB	Vindskygge 45 dB-grense	-	-
45-50 dB	Ikke vindskygge 50 dB-grense	31	21

6. USIKKERHETER I BEREGNINGENE

Usikkerheten i selve beregningsmetoden lar seg ikke beskrive. Bare dataene for utstrålt støy fra vindturbinene stammer fra målinger, og kan beskrives på vanlig måte med standardavvik, σ , fra disse målingene. Med normalfordelte forhold vil ca 67% av alle resultater ligge innenfor $\pm 1\sigma$. Som en ren illustrasjon er usikkerheten av de ulike valgte parametre likevel angitt på samme måte som for måleresultater.

Beregnet støy er basert på forutsetninger om utstrålt støy, driftsmåte, driftsomfang og lydbredelsesforhold

Utstrålt støy ved gitt drift er bestemt av valgt turbintype og støyutstråling for denne. Valgt turbintype kan lett bli annerledes enn det som er lagt til grunn på dette tidlige utredningsstadium. Utstrålt støy fra faktisk valgt turbin er på dette stadium (KU/tidlig plan) anslått å kunne ha en usikkerhet med størrelsesorden $\sigma_e = 2$ dB. Utstrålt støy kan bestemmes med større sikkerhet, anslagsvis $\sigma_e = 1$ dB, når turbintype er valgt. I dette tilfellet er utstrålt støy valgt lavt, med en viss, liten fare for å undervurdere støyen i ferdig vindpark og for å måtte bruke avbøtende tiltak, jfr. kapittel 7. Dette forholdet gjør at en bør ta med seg de sikkerhetsmarginer en kan få på andre områder, f.eks. ikke legge for stor vekt på gevinster på grunn av skyggesoner fra motvind.

Driftsmåten er i vårt tilfelle *definert* til én fast tilstand, referansedrift med 8 m/s i 10 m høyde.

Driftsomfanget er stipulert til ca 80 % av året – eller 7000 timer, med en antatt variasjon i ± 10 prosentpoeng eller ca 0,5 dB fra år til år.

Marktype er her valgt konservativt som hard akustisk flate ved turbin og mottaker for å ikke undervurdere støybelastningen. Det antas at valget introduserer en usikkerhet i forhold til faktisk markdempning på ca $\sigma_m=1$ dB.

Lydutbredelsesforholdene, gitt av avbøying (vind og temperaturgradient) og atmosfærisk dempning (temperatur og fuktighet) varierer sterkt fra time til time, med opptil 30 dB mellom en bestemt vindturbin og et bestemt mottakersted noen kilometer borte. For samlet støybidrag fra alle turbiner blir variasjonene mindre

For vår beregning etter T-1442, med medvind i alle retninger, ligger beregnet støy *tilsiktet høyt*. Men selv ved medvindsforhold kan lydutbredelsen variere tydelig fra time til time (på grunn av fokusering, spredning og varierende atmosfærisk dempning). Det antas at usikkerheten i lydutbredelsesforhold ved medvind kan ha størrelsesorden $\sigma_u=1$ dB. Samlet usikkerhet i dette tilfellet kan ha størrelsesorden $\sigma_{sum}=2$ dB. Når turbintypen er endelig fastlagt antas samlet usikkerhet å være i størrelsesorden $\sigma_{sum}=1$ dB.

Medvindsberegning gir støynivåer som antas å ligge høyt i forhold til støynivåer fra en langvarig måleserie med ulike værforhold (fortsatt med den definerte driften som utgangspunkt). Omfanget av støyproblemet, regnet som antall boliger og fritidsboliger som ligger innenfor angitte koter, er derfor høyt anslått – og altså ikke undervurdert. Samlet usikkerhet antas å være i størrelsesorden $\sigma_{sum}=3$ dB dersom støymålet utvides til meteorologikorrigert L_{den} og ikke bare L_{den} i medvind.

Støykoter for 40 og 45 dB for fremherskende vind er vist med stiplete, sorte linjer. Alle koter, både for medvind og fremherskende vind, er tegnet som tynne streker, men skal forstås som felt med en viss bredde der støybelastningen er lik. Fordi utstrålt støy fra vindturbinene her er valgt lavt, kan det være hensiktsmessig å ha andre sikkerhetsmarginer – og ikke legge for stor vekt på de mindre sonene ved fremherskende vindretning.

- Tabell 3: Kotene skal forstås som felt med slik bredde og enhetlig støybelastning.

Støykote	Bredde av felt med lik (enhetlig) støybelastning [m]	
	Medvind	Fremherskende vind
$L_{den} = 45$ dB	200-500	300-700
$L_{den} = 40$ dB	400-800	600-1200

7. AVBØTENDE TILTAK

Etter at faktisk planløsning og endelig vindturbin type er bestemt (seint i byggefase), bør det gjøres en ny støyberegning. Dersom denne viser at det blir signifikant overskridelse av anbefalte støygrenser ved noen fritidsboliger, bør disse enten innløses eller kritiske turbiner bør driftes fast med redusert støyutstråling – dersom dette er et mulig alternativ.

8. KONSEKVENSGRAD

Det er bare de angitte 4 fritidsboligene som får støy av betydning. Foreslått utbyggingsløsning vurderes å ha små negative støykonsekvenser.

I et stort influensområde, større enn det viste området for $L_{den} = 40$ dB, vil folk i perioder kunne høre turbinene tydelig. I størstedelen av driftstiden vil støyen ikke være tydelig eller være overdøvet av vindsus fra lokal vegetasjon.

9. ANDRE FORHOLD

Anleggsstøy ved bygging av veger i vindparken kan være godt hørbar, men antas ikke å representere noe formelt problem av betydning, jfr. anbefalte grenser i T-1442. Dersom en bare unngår å drive støyende anleggsarbeid (boring/pigging/buksering av stein) i nattperioden (23-07), vil de store avstandene begrense støyen godt nok.

REFERANSER

¹ Ytre Sula vindpark. Støyvurdering. Kilde Akustikk, rapport 4033-2, 6.9.2007

² Hvordan blir støyen fra vindkraftverket? En enkel framstilling. (Laget for NVE). Kilde Akustikk, rapport 3562, 2007.

³ Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging, T-1442, Miljøverndepartementet, 26.1.05.

⁴ Veileder til Miljøverndep. retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging. SFT, TA-2115/2005.

⁵ Environmental noise from industrial plants, General prediction method, report nr 32, Lydteknisk Lab. Lyngby, 1982.

VEDLEGG

A. Hvordan høres støyen fra vindturbinene ut under ulike forhold ?

Teksten er tatt fra rapport laget for NVE¹.

Støy fra vindturbiner

Støyen fra moderne vindturbiner er i all hovedsak såkalt aerodynamisk lyd, og kommer fra spissen og bakre kant av vingene. Når vingene går rundt, "skjærer" de gjennom lufta og lager luftvirvler, som gir lyd i hele det hørbare toneområdet, fra dyp bass og opp til høy diskant.

Selve aggregatet, med tannhjul, generator, styreanlegg, mv. lager mekanisk støy. På moderne møller er denne støyen vanligvis lite hørbar.



Gjentatte svisj eller jevn lyd

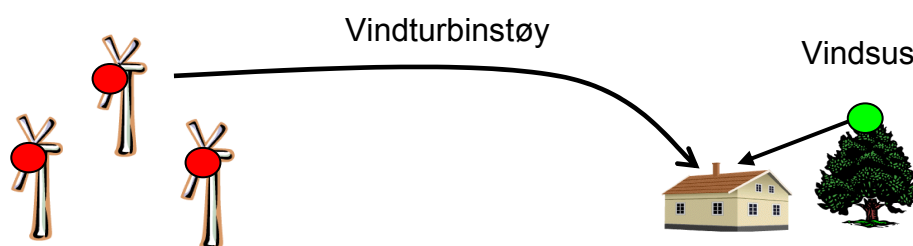
Svisj, svisj, svisj, svisj. En gjentatt lyd, jevn som en klokke, med gjentakelse hvert 1-1,5 sekund. Du kan høre én turbin tydeligere enn andre, eller du kan høre mange samtidig, som et nesten jevnt sus. Den mekaniske støyen er som regel bare merkbar i noen hundre meters avstand fra turbinen, og kan høres som svak uling.

For noen tiår siden kunne vindturbiner gi en tydelig lavfrekvent lyd (basstone). Nå er turbinene konstruert annerledes, og gir ikke slik lavfrekvent lyd.

Varierende styrke

Støy fra vindturbiner kan variere mye i styrke fra time til time og fra dag til dag. Ved lite vind stopper turbinene og støyen helt. Om turbinene står i stor avstand fra den som opplever lyden, kan skifte fra medvind til motvind gi stor reduksjon i lydens styrke.

Vindturbinestøy og vindsus

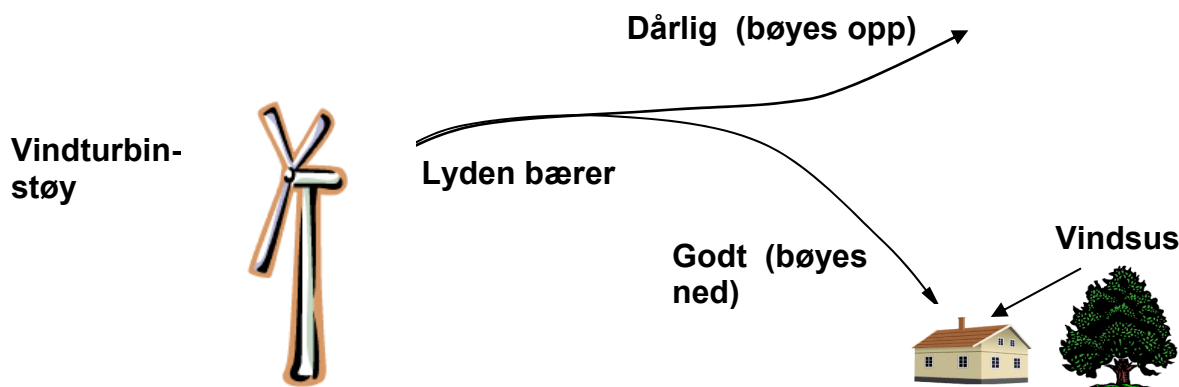


Vinden – som får vindturbiner til å snurre og lage støy – lager også støy andre steder. Det blir mye vindsus i trær og litt vindsus i bygninger og ledninger. Denne vindsusen høres likt ut som vindturbinestøy, og vil ofte gjøre det vanskelig å høre vindturbinestøyen tydelig. Vanligvis er vindturbinestøy bare et problem når det blåser mye der turbinene står og samtidig blåser lite der mottakeren er. Sjø som bryter og bølgeslag mot kysten kan også gjøre at vindmølllestøyen overdøves, slik at man bare hører sjøen / havet.

Når kommer jeg til å høre støyen fra vindturbinene?

Tre forhold avgjør:

- Hvor mye lyd lager turbinen?
- Hvor godt bærer lyden?
- Kan lokal støy overdøve vindturbinstøyen?



Turbinen lager lyd

De fleste vindturbiner lager mer lyd jo mer det blåser. Noen lager mest støy ved moderat vind – og støyer litt mindre når det blåser mye. Variasjonene er likevel ikke veldig store – turbinen lager støy når den går og lager ikke støy når den står.

Lyden bærer godt eller dårlig

De fleste vindturbiner er svært høye (tårnhøyde 80-100 m). I kort avstand fra slike turbiner er det lite som hindrer lyden i å utbre seg. Når avstanden til turbinene er mer enn 1-2 kilometer, kan det være større variasjon. I motvind kan støyen bli bøyet oppover – og nesten bli borte. I spesielle medvindssituasjoner til havs kan lyden bære langt.

Lokal vindsus kan overdøve

Hvor godt du hører vindturbiner er avhengig av hvor mye annen støy det er der du oppholder deg. Er det mye vind også hos deg (ikke bare ved turbinen), kan støyen fra vinden lokalt overdøve støyen fra turbinen. Er det mye vegetasjon (trær med bladverk eller nåler), kan den lokale vindstøyen bli ganske kraftig. Denne støyen er også ganske lik vindturbinstøyen – slik at det er ganske vanskelig å høre hva som er hva.

Annen støy, for eksempel jevn vegtrafikkstøy eller lyd fra bølger mot strand, kan også overdøve vindturbinstøyen.

Dersom terrenget er slik at møllene står høyt - og i vinden, mens du bor i lé for vinden, kan du høre vindmøllerstøyen tydeligere enn ellers.

Under helt spesielle forhold kan det være mulig å høre (veldig svakt) vindturbiner som står lenger bort enn 10 km. Omvendt er det sjelden å høre tydelig lyd fra vindturbiner som står til havs mer enn ca 2 km ute. I slike situasjoner vil bølger mot stranden og vind i fra vegetasjon som oftest overdøve vindturbinstøyen.

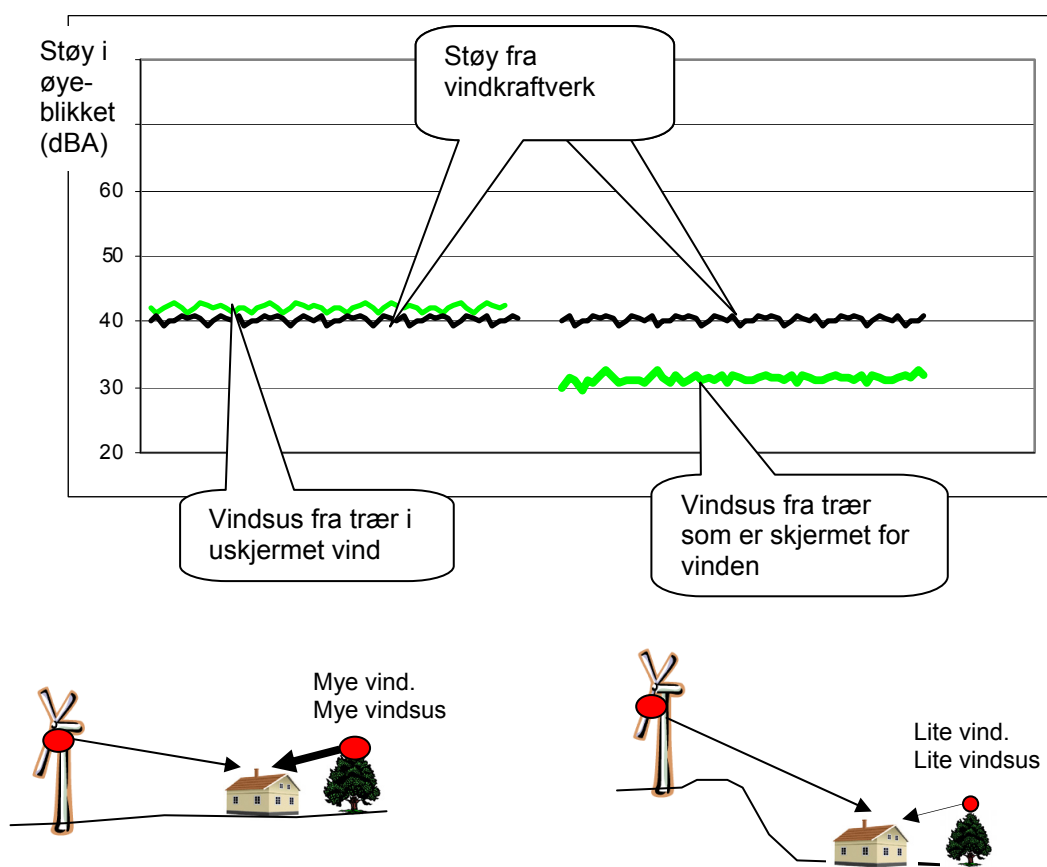
Illustrasjon : hørbarhet av støyen

Figuren nedenfor er et såkalt lydbilde, som viser lyd over noen minutter fra 1) vindkraftverk er stykke borte og 2) vindsus fra vegetasjon nær mottaker.

Turbinene står høyt i terrenget, og det er ingen fjell som hindrer utbredelsen av støy fra turbinene. Avstanden til nærmeste turbin er så kort at det ikke spiller noen rolle om lyden går i med- eller motvind.

Til venstre ligger mottakeren i åpent lende for vinden. Vindsus i trærne er like kraftig som støyen fra turbinene. Støyen fra turbinene kan ikke skilles fra vindsusen.

Til høyre ligger mottakeren skjermet for vinden, men ikke fra turbinstøyen – fordi turbinene er så høye. Vindsusen i trærne er mye svakere enn i åpent lende. Støyen fra turbinene kan høres godt.



I landskap uten trær vil vindsusen bli svakere. Det vil kunne være vindsus i bygninger, luftledninger, mv., men dette gir svakere lyd enn vindsus i trær. I slike tilfelle kan situasjonen ligne litt på situasjonen med mottakeren vindskjermet – og vindturbinene blir lettere hørbare.

Fordi mottakere som ligger vindskjermet har mindre vindsus – og dermed hører vindturbinene bedre – er støygrensen for vindturbiner strengere i denne situasjonen ($L_{den}=45$ dB). Mottakere som ligger åpent til hører ikke vindturbinene så lett og har mindre streng grense ($L_{den}=50$ dB).

Vil jeg bli plaget av støyen ?

Å kunne høre støyen er én ting, å bli plaget er noe annet.

Å være plaget av støy vil si å få en opplevelse av å ikke ha det bra, å kjenne seg irritert av lyden, å kjenne seg forulempet, å kjenne seg presset.

Det er gjort store undersøkelser i Sverige av hvordan folk som bor innenfor 1 km fra vindturbiner er plaget av vindturbinestøyen. Det er stor forskjell i reaksjonen fra person til person. Mange forhold avgjør om du opplever å være plaget, blant annet:

- Hvor kraftig støyen er
- Om du ser vindturbinene eller ikke
- Om du er støyfølsom eller ikke
- Hva slags holdning du har til vindkraftverket

Dersom du ikke kan se vindturbinene, eller bor lenger fra vindturbinene enn 1 km er det liten sannsynlighet for at du vil oppleve å være plaget (selv om du kan høre støyen / legger merke til den).

De som ligger utenfor gul sone vil kunne høre turbinene i noen situasjoner, men har liten risiko for å bli plaget.

B. Utstrålt støy fra vindturbinene**SIEMENS**

Acoustic Emission, SWT-3.6-107
 Document ID: PG-R-03-10-0000-0102-01
 HST, EJK, TRH, BSN / 19.10.2007
 Conveyed confidentially as trade secret

SWT-3.6-107

Acoustic Emission, Hub Height Wind Speed

Sound Power Levels

The sound power levels have been determined on the basis of noise measurements carried out according to IEC 61400-11:2002 and IEC 61400-11:2002 Amendment 1:2006.

The sound power levels (L_{WA}) below are valid for the corresponding wind speeds measured in hub height. The corresponding wind speeds for 10m height can be determined by recalculation using the relevant roughness length of the project site and the relevant hub height.

Wind speed at hub height [m/s]	9	10	11	12	13	14
Noise emission, L_{WA} [dB(A)]	104.1	104.6	105.1	105.4	105.5	105.5

The warranted sound power level is equal to the measured sound power level tabulated above plus a safety margin of 2 dB.

Typical Octave Band

A typical octave band spectrum is tabulated below. It is valid for 105.0 dB(A).

Octave band frequency [Hz]	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_{WA} [dB(A)]	74.3	86.4	94.7	98.9	97.7	98.3	97.1	93.4	86.4

Noise Restricted Operation

Lower sound power levels can be achieved with the SWT-3.6-107 wind turbine by controlling the turbine in noise restricted operation. However, this will slightly reduce the power output of the turbine. Contact Siemens for further information on this option.

C. Vindfordeling

WindPRO 2 version 2.5.5.74 Oct 2006

Project:

Sula Kraft AS

Printed/Page

31.05.2007 11:08 / 1

Licensed user:

Kjeller Vindteknikk AS

Sula Kraft AS
Håkon Myrvang
Postboks 123
6801 Førde

Instituttveien 18
NO-2025 Kjeller
+47 63 80 62 11

Calculated:

03.04.2006 13:51/2.5.1.61

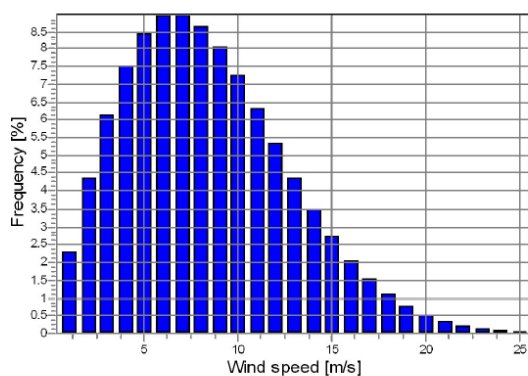
STATGEN - Wind Data Analysis

Calculation: 0081 Kolgrov Wind data: B - 0081 Kolgrov; Hub height: 50.0

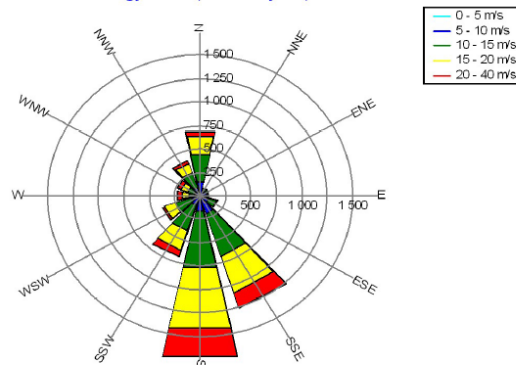
Weibull Data

Sector	A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]	Wind gradient exponent
0 N	9.40	8.33	2.121	12.4	0.000
1 NNE	7.52	6.66	2.309	3.4	0.000
2 ENE	6.44	5.71	2.297	5.3	0.000
3 E	6.61	5.86	2.310	4.3	0.000
4 ESE	7.44	6.59	2.295	6.9	0.000
5 SSE	10.04	8.89	2.048	17.9	0.000
6 S	12.11	10.74	2.482	16.5	0.000
7 SSW	10.50	9.31	2.292	9.4	0.000
8 WSW	9.76	8.64	2.233	6.6	0.000
9 W	8.86	7.91	1.684	3.8	0.000
10 WNW	8.00	7.18	1.584	4.8	0.000
11 NNW	8.38	7.45	1.839	8.6	0.000
All	9.44	8.37	1.981	100.0	

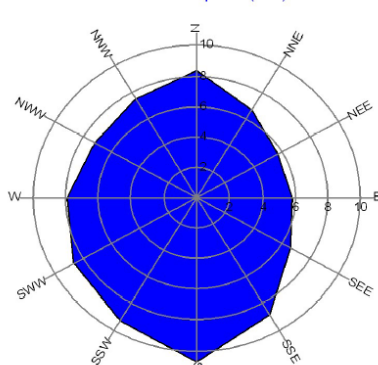
Weibull Distribution



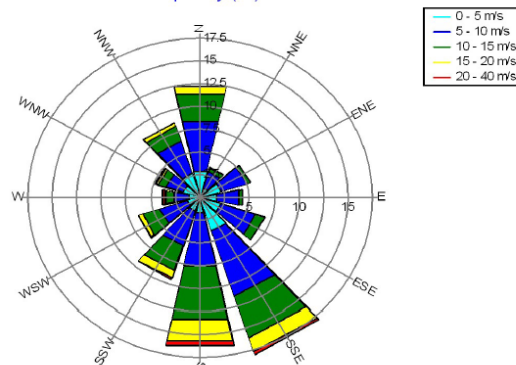
Energy Rose (kWh/m2/year)



Mean wind speed (m/s)



Frequency (%)



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

D. Støysonekart Ytre Sula

