

## KARMØY VINDPARK

### Vurdering av støy til omgivelsene for to ulike vindturbiner

Oppdragsgiver : Hydro Olje &amp; Energi v / Svein Solhjell

#### SAMMENDRAG

Et nytt vindkraftverk i Karmøy kommune er under planlegging. To alternative turbintyper er vurdert:

- Alternativ 1: 30 stykk E-70 E4 (2,3 MW), tårnhøyde 64 m.
- Alternativ 2: 23 stykk V90 (3,0 MW), tårnhøyde 80 m.


Det er utarbeidet støysonekart med farger (gul og rød sone) i hht. Miljøverndepartementets retningslinje T-1442. Dette innebærer gul sone for ekvivalentnivå  $L_{den}$  i området 45 – 55 dBA og rød sone for støynivå over 55 dBA. Støysonekartene tar ikke hensyn til eventuell effekt av vindskygge, som kan gi noe redusert utstrekning av gul sone.


Støynivået ved tolv hytter og ti boliger er vurdert spesielt. For disse er også effekt av vindskygge vurdert, noe som tildels gir grunnlag for noe lempeligere grenser. Hyttene og boligene ligger både innenfor og utenfor planområdet. I tillegg er boliger langs RV 511 vurdert, øst for vindturbinene.

For E-70 E4-alternativet beregnes det at 5 – 6 hytter vil ligge i den gule støysonen. V90-alternativet gir noe mer støy og det beregnes at 6 – 7 hytter vil ligge i den gule støysonen.

Det beregnes overskridelser ved tre boliger for begge alternativene.

Under vindturbinene er støynivået opp mot 62  $L_{den}$ . I deler av vindkraftverket, mellom vindturbinene, vil støyen være 50 – 55  $L_{den}$ , og i avstand ca. 1000 m fra vindturbinene er støynivået ca. 45  $L_{den}$ .

  
for Henning Severson  
(Utført)

  
Frank Lemstad  
(Kontrollert)

## INNHold

1	INNLEDNING .....	3
2	RETNINGSLINJE FOR STØY FRA VINDTURBINER.....	3
3	BESKRIVELSE AV BEREGNINGSMETODE.....	4
	3.1 Metode .....	4
	3.2 Programvare og støysonekart .....	4
	3.3 Markabsorpsjon .....	5
	3.4 Benyttet lydeffektnivå og kort beskrivelse av vindturbinene .....	5
	3.5 Driftstid.....	6
	3.6 Kilde- og beregningshøyde.....	7
	3.7 Beregningssituasjoner.....	7
4	LITT OM VIND OG STØY.....	7
	4.1 Kommentar til vindstyrke og beregningene .....	7
	4.2 Vindstyrke dag og natt.....	8
	4.3 Vindretning og støy .....	8
	4.4 Vindskygge.....	8
5	BESKRIVELSE AV OMGIVELSER.....	9
6	BEREGNEDE STØYNIVÅER.....	10
	6.1 Støynivåer i ulike mottakerpunkter – vindturbiner E-70 E4 .....	10
	6.2 Støy fra enkelt vindturbiner – E-70 E4 (30 stykk) .....	12
	6.3 Støynivåer i ulike mottakerpunkter – vindturbiner V90 (23 stykk) .....	13
	6.4 Støy fra enkelt vindturbiner – V90 3,0 MW (23 stykk) .....	15
7	VURDERING AV STØYNIVÅENE .....	16
	7.1 Støy ved hytter og boliger .....	16
	7.2 Støy ved friluftarealer .....	16
	7.3 Oppsummering av usikkerhet knyttet til beregning .....	17
8	KORT VURDERING AV AVBØTENDE TILTAK.....	18
	8.1 Færre turbiner og plassering.....	18
	8.2 Mindre turbiner.....	18
	8.3 Andre forhold .....	18
	REFERANSELISTE .....	18

## VEDLEGGSOVERSIKT

Utskrift av støysonekart i målestokk 1:25.000 (A3).

- |           |   |
|-----------|---|
| Vedlegg 1 | E-70 E4 (2,3 MW). 30 vindturbiner i drift. Beregning uten vindrose. |
| Vedlegg 2 | V90 (3,0 MW). 23 vindturbiner i drift. Beregning uten vindrose.     |

## 1 INNLEDNING

Et nytt vindkraftverk i Karmøy kommune er under planlegging. En av to alternative oppbygninger av vindparkene er aktuelle, og er vurdert:

- Alternativ 1: 30 stykk E-70 E4 (2,3 MW), tårnhøyde 64 m.
- Alternativ 2: 23 stykk V90 (3,0 MW), tårnhøyde 80 m.

I denne rapporten presenteres beregninger av støy til omgivelsene fra vindturbinene for begge disse alternativene. Det er spesielt bebyggelse i og utenfor planområdet som er vurdert.

For hvert alternativ er det også noe forskjellig plassering av vindturbinene. Layouten for vindturbinene er mottatt av Hydro Olje & Energi.

Beregnete støynivåer er vurdert mot Miljøverndepartementets retningslinje T-1442.

Det er i denne revisjonen beregnet og kommentert støynivået ved 6 boliger på Dale.

## 2 RETNINGSLINJE FOR STØY FRA VINDTURBINER

*Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging*, T-1442 (2005), definerer veiledende grenseverdier fra vindturbiner o.a.

Retningslinjen bygger på EU-regelverkets metoder og målestørrelser, og er koordinert med støyreglene som er gitt etter forurensingsloven og teknisk forskrift til plan- og bygningsloven.

T-1442 skal legges til grunn av kommuner og berørte statlige etater ved planlegging og behandling av enkeltsaker etter plan- og bygningsloven. Retningslinjen anbefaler at anleggseierne beregner to støykoter rundt viktige støykilder, en rød og en gul sone. I den røde sonen er hovedregelen at støyfølsom bebyggelse bør unngås, mens den gule sonen er en vurderings-sonen hvor ny bebyggelse kan oppføres dersom det kan dokumenteres at avbøtende tiltak gir tilfredsstillende støyforhold.

*Tabell 1: Anbefalte støygrenser ved etablering av ny støyende virksomhet og bygging av boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, fritidsboliger, skoler og barnehager. Alle tall oppgitt i dB, frittfeltsnivåer.*

Støykilde	GUL SONE		RØD SONE	
	Støynivå på uteplass og utenfor rom med støyfølsom bruk	Støynivå utenfor soverom, natt kl. 23 – 07	Støynivå på uteplass og utenfor rom med støyfølsom bruk	Støynivå utenfor soverom, natt kl. 23 – 07
Vindturbiner	45 L <sub>den</sub>	–	55 L <sub>den</sub>	–

For vindturbiner kan grenseverdien for den gule sonen heves til L<sub>den</sub> 50 dB og grenseverdien for den røde sonen heves til L<sub>den</sub> 60 dB for bebyggelse som ligger i vindskygge mindre enn 30 % av et normalår, forutsatt at vindturbinene ikke gir lyd med rentonekarakter.

Alle støygrenser gjelder i såkalt fritt felt, dvs. uten refleksjon fra nærliggende fasade.

Døgnmiddelverdien  $L_{den}$  (den = "day-evening-night") vektet med hhv. 5 og 10 dBA tillegg for støy som opptrer på kveld og natt.

Videre sier retningslinjen følgende om stille områder:

*Områder som etter kommunens vurdering er viktige for rekreasjon, natur- og friluftsinnteresser og er ønskelige å bevare som stille og lite støypåvirkete, eller områder en har som mål å utvikle til stille områder. Støygrensen for slike områder er i tettstedsbebyggelse satt til under 50  $L_{den}$ . Utenfor tettbebyggelse gjelder dette områder hvor støypåvirkningen er under 40  $L_{den}$ .*

### **3 BESKRIVELSE AV BEREGNINGSMETODE**

#### **3.1 Metode**

Beregningen er foretatt etter metode beskrevet i ISO 9613 [6]. Det er regnet med 3 m/s medvindforhold til alle mottakerpunkter. Metoden tar hensyn til forhold omkring absorpsjonseffekter fra mark, skjerming og refleksjoner fra terreng og bygninger, luftabsorpsjon m.m. Det er regnet med frekvens-spekter til støyen i 1/1-oktav, slik at demping av terreng, skjerner og luftabsorpsjon blir ivaretatt mest mulig korrekt.

#### **3.2 Programvare og støysonekart**

Beregningene er utført i dataprogrammet Cadna/A (versjon 3.5). Cadna er et program som benytter digitale kartmodeller. Programmet lager støysonekart. Alle beregninger av støysoner er foretatt med oppløsning 10 x 10 m i x-og y-planet.

Støysonekartet (vedlegg 1 og 2) er delt inn i 5 dBA intervaller, og strekker seg fra 40  $L_{den}$  til 60  $L_{den}$ . Det er tatt utgangspunkt i sonefarger med gul sone 45 – 55  $L_{den}$  (for øvre 5 dBA av gul sone er det benyttet oransje farge for bedre skille av detaljer) og rød sone over 55  $L_{den}$ .

### 3.3 Markabsorpsjon

Tabell 2 angir markabsorpsjon på de ulike stedene.

Tabell 2. Parametre i beregningene for markabsorpsjon.

Type mark	Absorpsjonsfaktor
Markabsorpsjon vann	5 %
Markabsorpsjon fjell i dagen	15 %
Markabsorpsjon mark (dette gjelder alle andre steder som ikke er definert)	85 %

Ett forhold som kan gi noe støyreduksjon i de ulike områdene, er skog. Det er ikke regnet med skjermingseffekter av skog. Det kan likevel regnes med ca. 1 dB reduksjon for hver 50 m skog.

### 3.4 Benyttet lydeffektnivå og kort beskrivelse av vindturbinene

Vi har fra oppdragsgiver fått oversendt lyddata for V90 (3,0 MW) samt E-70 E4 (2,3 MW).

Vindturbinene kan opereres i ulike modi (driftstilstander). Vindturbinene er definert ut fra utstrålt lyd ved 8 m/s. Lydeffekten for V90 ved de ulike modus ligger i området 104 – 110 dBA. Det er kun regnet støy for Modus 0. I tabell 3A er produsentdata for de ulike modi for V90 oppgitt.

Tabell 3A. Tekniske data vindturbin V90 (3 MW).

Tekst	Størrelse
Modus 3	Lydeffekt ( $L_w$ ) 104,4 dBA
Modus 2	Lydeffekt ( $L_w$ ) 106,8 dBA
Modus 1	Lydeffekt ( $L_w$ ) 107,8 dBA
Modus 0	Lydeffekt ( $L_w$ ) 109,4 dBA
Tårnhøyde	80 m
Bladlengde	ca. 40 m

I tabell 3B er data for E-70 E4 (2,3 MW) oppgitt for modus II.

Tabell 3B. Tekniske data vindturbin E-70 E4 (2,3 MW).

Tekst	Størrelse
Operational Modus II	Lydeffekt ( $L_w$ ) 104 dBA ved 8 m/s
Tårnhøyde	64 m

Tabell 4 viser frekvensspekter for V90 til hele vindturbinen (summen av støy fra tårn, generator, gearboks og rotor). I prinsippet er det frekvensspekter til V80 som er skalert opp med 4 dBA.

Tabell 4 Frekvensspekter vindturbin V90 (3 MW).

Type / Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	Lin
3,0 MW vindturbin – Modus 0	87	95	101	104	102	101	95	79	109	120

For E-70 E4 (2,3 MW) har vi ikke fått oppgitt noe frekvensspekter. I beregningene er det benyttet samme frekvensspekter som for V90, men alle frekvensverdier er fratrukket 5 dB (etter lyddata i tabell 3A og 3B).

#### Kommentarer:

Leverandør bør kunne garantere at det ikke er rentonekarakter fra vindturbinene (rentone har vært vanligere på eldre modeller, men vindturbinprodusentene har blitt flinkere til å redusere og fjerne slik lyd).

Lavfrekvent lyd er lyd for frekvenser mellom 20 og 200 Hz. Infralyd er lyd med frekvenser under 20 Hz. Det antas at vindturbinene ikke avgir infralyd av betydning.

### 3.5 Driftstid

I beregningene er det forutsatt at vindmøllene er i drift ca. 7000 timer i året. Dette er i tråd med TA-2115. Forutsetningen bygger på at vindmøllene til tider (ca. 20 %) ikke er i drift på grunn av vindforhold (for lav eller for høy vind), vedlikehold og service o.a. Dette medfører at støyen er ”korrigert ned” med 1 dBA.

### 3.6 Kilde- og beregningshøyde

#### Kildehøyder:

Det er regnet med følgende kildehøyder:

Kildehøyde for E-70 E4 (2,3 MW) : 64 m.

Kildehøyde for (V90 3,0 MW) : 80 m.

#### Beregningshøyder:

Alle beregninger er foretatt 4,0 m over lokalt terreng, som anbefalt i T-1442.

### 3.7 Beregningssituasjoner

Det er beregnet støy for følgende situasjoner.

- Alternativ 1: 30 stykk E-70 E4 (2,3 MW), tårnhøyde 64 m.
- Alternativ 2: 23 stykk V90 (3,0 MW), tårnhøyde 80 m.

I støysonekartene er vindturbinene avmerket med et blått kryss.

## 4 LITT OM VIND OG STØY

### 4.1 Kommentar til vindstyrke og beregningene

Ved å ta utgangspunkt i lyddata for 8 m/s i høyde 10 m over bakkeplan, slik som T-1442 legger opp til, benyttes den høyeste hørbare lydeffekten for vindturbinene. Ifølge T-1442 er det ved lave vindhastigheter (4 – 8 m/s) i mottakerhøyde ved bakkenivå at støy fra vindturbiner vil kunne høres best. Da er gjerne vindhastigheten i rotorplanet for 65 m høye vindturbiner 7 – 12 m/s. Ved høyere vindhastighet enn dette ved mottaker blir støyen ofte maskert av naturlig vindsus.

Det er bare en viss del av normal vindfordeling som ligger innenfor 4 – 8 m/s. Dette betyr at de beregnede støynivåene trolig vil være noe høyere enn årsmidlet verdi. Dette sier imidlertid metodebeskrivelsen i T-1442 ikke noe om at det skal korrigeres for. Beregningene er således noe konservative.

Vindturbiner er naturlig nok i drift når det blåser, uavhengig av døgnets tider, dersom de ikke stalles eller stoppes. Dersom f.eks. vindturbinene gir et konstant støynivå på 38,6 dBA, tilsvarer dette 45,0 L<sub>den</sub>.

#### 4.2 Vindstyrke dag og natt

For sommerhalvåret er det vanlig med kraftigere vind om dagen enn om natten. I vinterhalvåret er forskjellen i vindstyrke mellom dag og natt normalt noe mindre. Dette kan bety at  $L_{den}$  – verdien kan bli noe lavere enn beregnet dersom man tar hensyn til døgnvariasjon i vind, spesielt om sommeren.

Vi har ikke statistisk oversikt over vindstyrke for ulike tider på døgnet. En slik oversikt er nødvendig dersom det skal regnes på konsekvensene av vindfordeling over døgnet.

#### 4.3 Vindretning og støy

Vi har i andre prosjekter sett at dersom en tar hensyn til vindstatistikk, vil støynivået synke med ca. 1 dBA for mottakerpunkter som ligger i motsatt retning i forhold til de fremtredende vindretningene over året. Ved kystnære strøk i Rogaland er fremtredende vindretninger fra nordvest og sørøst over året. Det betyr at en kan forvente ca. 1 dBA lavere støy for mottakere som ligger mot nordøst og sørvest.

#### 4.4 Vindskygge

I vurderingen om det er overskridelse av den nedre grenseverdien i den gule sonen er det så langt det er råd ut fra topografiske forhold vurdert om de er i vindskygge mer enn 30 % av året. Mottaker ligger i vindskygge dersom de ligger i le for vinden mer enn 30 % av året. Ved vindskygge blåser det mindre ved mottakeren enn ved vindmøllen, og en mister ”maskeringsstøyen” fra vindsus slik at hørbarheten og dermed sjenansen av vindmøllestøyen økes.

Hvorvidt en mottaker ligger i vindskygge eller ikke, er vanskelig å vurdere kvantitativt. Slike vurderinger er her gjort ut fra skjønn for de enkelte hytter eller boliger der 45-grensen er overskredet. Der det er usikkert om vindskygge-kriteriet slår inn, er det forutsatt at nedre grenseverdi (45  $L_{den}$ ) gjelder.

## 5 BESKRIVELSE AV OMGIVELSER

I tabell 5 er det sett på hytter og boliger som er viet spesiell oppmerksomhet ut fra plassering i forhold til vindkraftverket. Flere av disse ligger nær den såkalte "Burmaveien". Det ligger også mange boliger på øst- og vestsiden av RV 511 langs Karmsundet. Boliger langs RV 47 på vestsiden av Karmøy vil ikke bli berørt i nevneverdig grad.

Tabell 5. Beskrivelse av steder med spesiell oppmerksomhet.

Steds-nr.	Type bygg	Koordinater		
		X	Y	Z (bakkenivå)
H1	Hytte ved fjellgløtt	286000	6573000	81
H2	Hytte sør ved Stiklevatnet	288250	6569250	71
H3	En av fire hytter nord for Kigjavatnet	288433	6569238	75
H4	Hytte for leirdueskyting	288835	6568714	63
H5	En av fire hytter nord for Kigjavatnet	288726	6568588	55
H6	En av fire hytter nord for Kigjavatnet	288667	6568600	57
H7	En av fire hytter nord for Kigjavatnet	288925	6568555	50
H8	Hytte nær Burmaveien	289155	6568392	45
H9	Hytte på holme i Kigjavatnet	288523	6568022	50
H10	Hytte ved Ytra Holmavatnet	284918	6569772	45
H11	Hytte ved Indra Holmavatnet	285863	6568768	60
H12	Hytte nordøst for Røyningsvatnet (muligens to stykk)	289588	6571142	60
B1	Bolig sør for Burmaveien	289162	6568072	36
B2	Bolig nord for kryss Burmaveien- RV511	289310	6568113	25
B3	Bolig nord for kryss Burmaveien- RV511	289334	6568270	22
B4	Bolig nord for kryss Burmaveien- RV511	289315	6568434	32
B5	Bolig på Dale	287872	6566782	51
B6	Bolig på Dale	288058	6566552	40
B7	Bolig på Dale	288084	6566340	40
B8	Bolig på Dale	288661	6565203	20
B9	Bolig på Dale	288008	6565713	52
B10	Bolig på Dale	289092	6565737	20
Snorteland	Boligområde	290240	6572043	20 – 30
Sørstokke	Boligområde	290145	6572614	20 – 30

Z-verdi angir omtrentlig kotehøyde bakke for den aktuelle hytten/boligen.

## 6 BEREGNEDE STØYNIVÅER

### 6.1 Støynivåer i ulike mottakerpunkter – vindturbiner E-70 E4

I tabell 6 listes beregnede støynivåer for utvalgte steder for 30 stykk E-70 E4 (2,3 MW). Beregnede støynivåer er forutsatt samme vindenergi i alle retninger.

Tabell 6. Beregnede støynivåer til omgivelsene – E-70 E4 (30 stykk)

Steds- nr.	Sted	Beregnet støynivå $L_{den}$ [dBA]	Vindskygge mer enn 30 % av tiden ?	Laveste støygrense	Overskridelse i.f.t. nedre grenseverdi i gul sone, T-1442
H1	Hytte ved fjellgløtt	33	Nei	50 $L_{den}$	Ingen overskridelser
H2	Hytte sør ved Stiklevatnet	49	Nei	50 $L_{den}$	Ingen overskridelser
H3	En av fire hytter nord for Kigjvatnet	49	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	4 dBA
H4	Hytte for leirdueskyting	44	Nei	50 $L_{den}$	Ingen overskridelser
H5	En av fire hytter nord for Kigjvatnet	47	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	2 dBA
H6	En av fire hytter nord for Kigjvatnet	47	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	2 dBA
H7	En av fire hytter nord for Kigjvatnet	44	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
H8	Hytte nær Burmaveien	43	Tvilstilfelle.	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
H9	Hytte på holme i Kigjvatnet	53	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	8 dBA
H10	Hytte ved Ytra Holmavatnet	33	Ja (lavt liggende ift. terreng nord)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
H11	Hytte ved Indra Holmavatnet	38	Ja (lavt liggende ift. terreng nord)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
H12	Hytte nordøst for Røyningsvatnet (muligens to stykk)	47	Ja (lavt liggende ift. terreng nord)	45 $L_{den}$	2 dBA
B1	Bolig sør for Burmaveien	45	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
B2	Bolig nord for kryss Burmaveien-RV511	43	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
B3	Bolig nord for kryss Burmaveien-RV511	40	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
B4	Bolig nord for kryss Burmaveien-RV511	42	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
B5	Bolig på Dale	48	Nei	45 $L_{den}$	3 dBA
B6	Bolig på Dale	48	Nei	45 $L_{den}$	3 dBA
B7	Bolig på Dale	47	Nei	45 $L_{den}$	2 dBA

Tabell 6 (forts). Beregnede støynivåer til omgivelsene – E-70 E4 (30 stykk)

Stedsnr.	Sted	Beregnet støynivå $L_{den}$ [dBA]	Vindskygge mer enn 30 % av tiden ?	Aktuell grenseverd i (nedre grense i gul sone)	Overskridelse i.f.t. nedre grenseverdi i gul sone, T-1442
B8	Bolig på Dale	38	Nei	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
B9	Bolig på Dale	42	Tvilstilfelle	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
B10	Bolig på Dale	37	Nei	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
Boliger langs RV 47	Boliger langs RV 47 nord for kryss Burmaveien	Ubetydelig	-	45/50 $L_{den}$	Ingen overskridelser
Boliger langs RV 511	Sør for kryss Burmaveien.	38 – 43	Ja (lavt liggende ift. terreng vest/nordvest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
"	Nord for kryss Burmaveien og 4 km nordover.	35 – 43	Ja (lavt liggende ift. terreng vest/nordvest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
"	Snorteland Boliger	35 – 38	Ja (lavt liggende ift. terreng vest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
"	Sørstokke Boliger	30 – 35	Ja (lavt liggende ift. terreng vest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser

Støysonekart for  $L_{den}$  er vist i vedlegg 1. Kartet er presentert i A3 med målestokk 1:30.000.

En beregning med vindrose viser at støynivåene kan bli inntil 1 – 2 dBA lavere for mottakerpunkter øst og vest for vindkraftverket.

Oppsummert er det registrert følgende antall hytter og boliger med overskridelser av støy (vurdert mot nedre grense gul sone 45  $L_{den}$ ):

- Antall hytter: 5 – 6
- Antall boliger: 3

Støysonene dekker følgende arealer:

- Støynivåer 45 dB og høyere (inklusive vannoverflater): 14,2 km<sup>2</sup>.
- Støynivåer 50 dB og høyere (inklusive vannoverflater): 8,9 km<sup>2</sup>.

## 6.2 Støy fra enkelt vindturbiner – E-70 E4 (30 stykk)

Det er foretatt beregning av hvor mye støy hver enkelt vindturbin E-70 E4 gir i de aktuelle mottakerpunktene. I tabell 7 er det gitt en oversikt over turbinene som bidrar med mest støy og gir overskridelse i forhold til nedre grense i gul sone for aktuelle hytter.

Tabell 7: Oversikt over de mest støyende vindturbiner i ulike mottakerpunkter – E-70 E4

Stedsnr.	Beregnet støynivå $L_{den}$ [dBA]	Overskridelse $L_{den}$ [dBA]	Relativt de mest støyende vindturbiner	Kommentar
H3	49	4 dBA	13, 19, 17 (40 dBA), 14 og 16 (39 dBA)	Uten de nevnte turbinene, vil nivået være 45 $L_{den}$ .
H5	47	2 dBA	19 (41 dBA), 20 og 25 (38 dBA)	Uten de nevnte turbinene, vil nivået være 45 $L_{den}$ .
H6	47	2 dBA	19 (42 dBA), 20 (40 dBA)	Uten de nevnte turbinene, vil nivået være 45 $L_{den}$ .
H9	53	8 dBA	25 (50 dBA), 23 (46 dBA), 20 og 26 (43 dBA)	Uten de nevnte turbinene, vil nivået være 45 $L_{den}$ .
H12	47	2 dBA	4 (42 dBA), 5 og 9 (40 dBA)	Uten de nevnte turbinene, vil nivået være 45 $L_{den}$ .

### 6.3 Støynivåer i ulike mottakerpunkter – vindturbiner V90 (23 stykk)

I tabell 8 listes beregnede støynivåer for de utvalgte steder for Modus 0. Beregnede støynivåer er uten vindrose, dvs. forutsatt samme vindenergi i alle retninger.

Tabell 8. Beregnede støynivåer til omgivelsene – V90 3,0 MW

Steds- nr.	Sted	Beregnet støynivå $L_{den}$ [dBA]	Vindskygge mer enn 30 % av tiden ?	Laveste støygrense	Overskridelse i.f.t. nedre grenseverdi i gul sone, T-1442
H1	Hytte ved fjellgløtt	36	Nei	50 $L_{den}$	Ingen overskridelser
H2	Hytte sør ved Stikleivatnet	54	Nei	50 $L_{den}$	4 dBA
H3	En av fire hytter nord for Kigjavatnet	53	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	8 dBA
H4	Hytte for leirdueskyting	47	Nei	50 $L_{den}$	Ingen overskridelser
H5	En av fire hytter nord for Kigjavatnet	51	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	6 dBA
H6	En av fire hytter nord for Kigjavatnet	52	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	7 dBA
H7	En av fire hytter nord for Kigjavatnet	48	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	3 dBA
H8	Hytte nær Burmaveien	47	Tvilstilfelle. Antatt ikke	50 $L_{den}$	Ingen overskridelser
H9	Hytte på holme i Kigjavatnet	55	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	10 dBA
H10	Hytte ved Ytra Holmavatnet	36	Ja (lavt liggende ift. terreng nord)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
H11	Hytte ved Indra Holmavatnet	42	Ja (lavt liggende ift. terreng nord)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
H12	Hytte nordøst for Røyningsvatnet (muligens to stykk)	50	Ja (lavt liggende ift. terreng nord)	45 $L_{den}$	5 dBA
B1	Bolig sør for Burmaveien	45	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
B2	Bolig nord for kryss Burmaveien-RV511	44	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
B3	Bolig nord for kryss Burmaveien-RV511	43	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
B4	Bolig nord for kryss Burmaveien-RV511	45	Ja (lavt liggende ift. terreng nordvest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
B5	Bolig på Dale	50	Nei	45 $L_{den}$	5 dBA
B6	Bolig på Dale	51	Nei	45 $L_{den}$	6 dBA
B7	Bolig på Dale	50	Nei	45 $L_{den}$	5 dBA
B8	Bolig på Dale	41	Nei	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser

Tabell 8 (forts). Beregnede støynivåer til omgivelsene – V90 (23 stykk)

Stedsnr.	Sted	Beregnet støynivå $L_{den}$ [dBA]	Vindskygge mer enn 30 % av tiden ?	Aktuell grenseverd i (nedre grense i gul sone)	Overskridelse i.f.t. nedre grenseverdi i gul sone, T-1442
B9	Bolig på Dale	45	Tvilstilfelle	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
B10	Bolig på Dale	40	Tvilstilfelle	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
Boliger langs RV 47	Boliger langs RV 47 nord for kryss Burmaveien	Ubetydelig	-	45/50 $L_{den}$	Ingen overskridelser
Boliger langs RV 511	Sør for kryss Burmaveien.	38 – 43	Ja (lavt liggende ift. terreng vest/nordvest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
"	Nord for kryss Burmaveien og 4 km nordover.	35 – 43	Ja (lavt liggende ift. terreng vest/nordvest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
"	Snorteland Boliger	35 – 38	Ja (lavt liggende ift. terreng vest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser
"	Sørstokke Boliger	30 – 35	Ja (lavt liggende ift. terreng vest)	45 $L_{den}$	Ingen overskridelser

Støysonekart for  $L_{den}$  er vist i vedlegg 2. Kartet er presentert i A3 med målestokk 1:30.000.

En beregning med vindrose viser at støynivåene kan bli 1 – 2 dBA lavere for mottakerpunkter øst og vest for vindkraftverket.

Oppsummert er det registrert følgende antall hytter og boliger med overskridelser av støy (vurdert mot nedre grense gul sone 45  $L_{den}$ ):

- Antall hytter: 7 – 8
- Antall boliger: 3

Støysonene dekker følgende arealer:

- Støynivåer 45 dB og høyere (inklusive vannoverflater): 18,4 km<sup>2</sup>.
- Støynivåer 50 dB og høyere (inklusive vannoverflater): 12,1 km<sup>2</sup>.

#### 6.4 Støy fra enkelt vindturbiner – V90 3,0 MW (23 stykk)

Det er foretatt beregning av hvor mye støy hver enkelt vindturbin gir i de aktuelle mottakerpunktene. I tabell 9 er det gitt en oversikt over turbinene V90 som bidrar med overskridelse i forhold til nedre grense i gul sone.

Tabell 9: Oversikt over de mest støyende vindturbiner i ulike mottakerpunkter – V90

Stedsnr.	Beregnet støynivå $L_{den}$ [dBA]	Overskridelse $L_{den}$ [dBA]	Relativt de mest støyende vindturbiner	Kommentar
H2	54	4 dBA	14 (47 dBA), 13 og 15 (46 dBA), 10 (44 dBA)	Uten de nevnte turbinene, vil nivået være 50 $L_{den}$ .
H3	53	8 dBA	15 (46 dBA), 10 og 14 (45 dBA), 13 og 16 (42 dBA), 9 og 12 (39 dBA)	Uten de nevnte turbinene, vil nivået være 45 $L_{den}$ .
H5	51	6 dBA	15 (49 dBA), 16 (43 dBA)	Uten de nevnte turbinene, vil nivået være 45 $L_{den}$ .
H6	52	7 dBA	15 (50 dBA), 16 (44 dBA)	Uten de nevnte turbinene, vil nivået være 45 $L_{den}$ .
H7	48	3 dBA	15 (45 dBA), 16 (41 dBA)	Uten turbin nr. 15, vil nivået være 45 $L_{den}$ .
H9	55	10 dBA	18 (50 dBA), 15 og 20 (46 dBA), 16 og 21 (44 dBA), 17 og 19 (42 dBA), 22 og 14 (40 dBA)	Uten de nevnte turbinene, vil nivået være 45 $L_{den}$ .
H12	50	5 dBA	4 (46 dBA), 5 (44 dBA)	Uten de nevnte turbinene, vil nivået være 45 $L_{den}$ .

## 7 VURDERING AV STØYNIVÅENE

### 7.1 Støy ved hytter og boliger

I tabell 10 gis en oversikt over konsekvensen for støy for boliger og hytter i og utenfor planområdet i forhold til grensen for gul sone i T-1442.

Tabell 10: Antall hytter og boliger med overskridelse av nedre grense i gul sone.

Mode	Antall hytter med overskridelse	Antall boliger med overskridelse
E-70 E4	5 – 6	3
V90	7 – 8	3

Dersom det velges 23 stykk vindturbiner av typen V90, vil antall hytter som vil få overskridelse være i størrelsesorden 7 – 8. Dette er ca. 2 stykk flere enn dersom det settes opp 30 stykk E-70 E4. I tillegg vil støynivået ved hyttene økes med 2 – 5 dB (men typisk 3 – 4 dB).

Antall boliger med overskridelse ser ut til å være 3 i begge tilfeller, men overskridelsene er 2 – 3 dB høyere for V90 enn for E-70 E4.

### 7.2 Støy ved friluftarealer

I selve vindturbin-parken, rett under vindturbinene, er støynivået beregnet til  $L_{den}$  60 – 62 dBA for V90, og 2 – 4 dB lavere for E-70 E4. Støyen avtar med avstanden, og i de stilleste delene av området mellom vindturbinene vil støyen være omkring 50 – 55 dBA.

Tabell 11: Areal med støy over hhv. 45 og 50  $L_{den}$ .

Mode	Areal med over 45 $L_{den}$	Areal med støy over 50 $L_{den}$
E-70 E4	14 km <sup>2</sup>	9 km <sup>2</sup>
V90	18 km <sup>2</sup>	12 km <sup>2</sup>

I forhold til definisjonen for ”stille områder” og grenseverdi på 40  $L_{den}$ , er støynivået fra vindturbinene vesentlig høyere.

### 7.3 Oppsummering av usikkerhet knyttet til beregning

Tabell 12 summerer opp de momentene for vindforhold mm. som kan ha betydning for støyutbredelsen, men som det likevel ikke er korrigert for:

Tabell 12: Forhold det ikke er korrigert for.

Forhold	Kommentar	Betydning for beregnet støy
Inndata: Lydeffekt vindturbiner	Det benyttes lyd ved 8 m/s målt i 10 m høyde fra bakken. For lavere vindhastigheter vil vindmøllene avgi lavere støy til omgivelsene.	Over tid antas det at denne effekten medfører noe lavere støyutbredelse til omgivelsene. Forholdet må imidlertid vurderes mot vindfordelingen på stedet.
Fremherskende vindretninger	Mottakerpunkter som ligger i motsatt retning enn de fremherskende retningene til vinden.	Mottakerpunkter som over året sjelden har medvindsforhold, forventes å ha 1 – 2 dBA lavere støy over året enn andre mottakerpunkter
Vindforhold dag-kveld-natt	Forholdet er lite undersøkt.	I beregning er det forutsatt lik vindstyrke dag-kveld-natt. Siden kveld og natt er strengere vektet enn dag, vil eventuell lavere vind om kveld og natt medføre at $L_{den}$ blir lavere enn beregnet.
Skog	Skog i området kan gi – 1 dBA per 50 m skog når lydbølgen går gjennom minst 1 m høy skog.	Lavere støy

Forøvrig er det usikkerhet knyttet til den tekniske støyberegningen og metoden.

Total usikkerhet i beregningene anslås å ligge +/- 3 dB. Ut fra momentene i tabell 12 kan usikkerheten ligge noe på negativ side (dvs. at det er mer sannsynlig at de beregnede støynivåene er for høye enn for lave i forhold til årsmiddelverdi).

## **8 KORT VURDERING AV AVBØTENDE TILTAK**

Både antall, størrelse og plassering av vindturbinene er forhold som bidrar med ulik støy i de forskjellige mottakerpunktene i mer eller mindre grad. Under gis noen betraktninger av den støymessige effekten av å endre på noen av disse forholdene.

### **8.1 Færre turbiner og plassering**

Både antall vindturbiner og størrelsen på turbinen anses som mindre kritisk enn selve plasseringen. Tabell 7 og 9 viser de mest støyende vindturbiner i de ulike mottakerpunkter.

### **8.2 Mindre turbiner**

En reduksjon av turbinstørrelsen til eksempelvis mens antallet er det samme, kan redusere støyen noe. Plasseringen av vindturbinene anses imidlertid som en mer kritisk faktor.

### **8.3 Andre forhold**

Andre forhold som størrelse på generator, høyde på tårn og rotor er også forhold som mer eller mindre har betydning for støyutbredelsen til omgivelsene. Dette er imidlertid ikke videre vurdert i denne omgang.

## **REFERANSELISTE**

1. *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging*, T-1442, Miljøverndepartementet, 2005.
2. *Støy fra vindturbiner*. TA-1738, Statens Forurensningstilsyn, Oslo, 2000.
3. *Noise immission from industry, measurement and Prediction of Environmental Noise from Industrial Plants*, Danish Acoustical Institute, Lyngby, report no. 105, 1983.
4. *Støy i friluftsliv- og rekreasjonsområder*, TA-1146, Statens Forurensningstilsyn, Oslo, 1994,
5. *Støy og stillhet i friluftsliv*, TA-901, Statens Forurensningstilsyn, Oslo, 1992,
6. International Standard ISO 9613-2. Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – part 2 General method of calculation.