

Norsk Vind Energi

Konsekvensutredning for Sandnes vindkraftverk, Sandes.

Tema: Støy, skyggekast, annen forurensning og uforutsette hendelser



Utarbeidet av:



August 2012

FORORD

Bygging av vindkraftverk med en installert effekt på over 10 MW skal i henhold til plan- og bygningslovens § 14-2 og tilhørende forskrift av 1.7.2009 alltid konsekvensutredes. Hensikten med en slik konsekvensutredning er å sørge for at hensynet til miljø, naturressurser og samfunn blir tatt i betraktning under forberedelsen av tiltaket, og når det tas stilling til om, og eventuelt på hvilke vilkår, tiltaket kan gjennomføres.

På oppdrag fra Norsk Vind Energi AS har Multiconsult AS gjennomført en tematisk konsekvensutredning for temaet forurensning, som inkluderer støy, skyggekast, annen forurensning og uforutsette hendelser i forbindelse med det planlagte vindkraftprosjektet. Rapporten skal sammen med de øvrige fagrapportene tjene som grunnlag for ansvarlige myndigheter når de skal fatte en beslutning på om det skal gis konsesjon, og eventuelt på hvilke vilkår. Rapportene skal også bidra til en best mulig utforming og lokalisering av anlegget dersom prosjektet blir realisert. Rapporten er utarbeidet av Linn Silje Undem. Beregningene og kartene innen tema støy og skyggekast er utarbeidet av Norsk Vind Energi.

Torstein T. Ekern har vært Norsk Vind Energis prosjektleder for Sandnes vindkraftverk.

Vi vil takke de som har hjulpet til med å fremskaffe nødvendige opplysninger.

Alle fotografier, kartfigurer og illustrasjoner er utarbeidet av Multiconsult om ikke annet vises.

Oslo, august 2012

INNHold

1	UTBYGGINGSPLANENE	6
1.1	Områdebeskrivelse	6
1.2	Hoveddata utbyggingsplaner	6
2	KU-PROGRAMMET	10
3	STØY	11
3.1	Innledning	11
3.2	Datainnsamling / datagrunnlag	14
3.3	Områdebeskrivelse / dagens situasjon	14
3.4	Omfang og konsekvensvurdering	14
3.5	Avbøtende tiltak	17
3.6	Oppfølgende undersøkelser	17
4	SKYGGEKAST OG REFLEKSBLINK	18
4.1	Innledning	18
4.2	Anbefalte grenseverdier	18
4.3	Metode for beregning av skyggekast	19
4.4	Omfang og konsekvensvurdering	20
4.5	Refleksblink	22
4.6	Mulige avbøtende tiltak	22
4.7	Oppfølgende undersøkelser	22
5	FORURENSNING OG AVFALL	23
5.1	Metode og datagrunnlag	23
5.2	Områdebeskrivelse / dagens situasjon	23
5.3	Mulige konsekvenser	28
5.4	Samlet konsekvensvurdering forurensning og avfall	34
5.5	Avbøtende tiltak	35
5.6	Oppfølgende undersøkelser	36
6	KARTLEGGING OG IDENTIFISERING AV UFORUTSETTE HENDELSER OG UHELL	37
6.1	Vindturbinhavari	37
6.2	Ising og iskast	38
	REFERANSELISTE	41

SAMMENDRAG

Utbyggingsplanene

Norsk Vind Energi AS planlegger bygging og drift av et vindkraftverk ca 12 km øst for Sandnes by i Rogaland. Planområdet for vindparken dekker et areal på ca. 11,7 km², og det er prosjektet er planlagt med en installert effekt på inntil 90 MW.

Det vil bli lagt jordkabler (33 kV) fra hver enkelt vindturbin og frem til ny transformatorstasjon (132/33 kV) i planområdet. Når det gjelder tilknytningen til eksisterende nett, så er vindkraftverket planlagt tilknyttet en eller flere av de eksisterende 132 kV ledningene mellom Lysebotn og Sandnes som krysser gjennom planområdet.

Det vurderes to alternative adkomstveier til planområdet. Hovedatkomst er via den østligste traseen som er vist i figur 2 i kapittel 1. Nøyaktig valg av trasé for vindkraftverkets atkomstvei vil bli avklart i dialog med lokale myndigheter og berørte grunneiere gjennom utforming av reguleringsplan.

De ulike komponentene til vindturbinene vil bli fraktet med skip fra produksjonsstedet og vurderes losset i land ved kaiområdet i Høle, men andre kaier i regionen vurderes også (Tananger, Egersund) da disse er mer tilpasset mottak av vindturbiner i forbindelse med andre prosjekter i distriktet.

Utbyggingsplanene er vist i figur 2.

Støy

Innenfor planområdet er det i dag ingen vesentlige støykilder. Den mest dominerende "støykilden" vil være bakgrunnsstøy fra naturen. Vindsus vil i en viss avstand fra vindkraftverket kunne maskere og være høyere enn støy fra vindkraftverket. Dette inntreffer normalt ved vindhastigheter over 8 m/s.

Beregningene viser at bebyggelsen på Kråkedal og Nordland blir eksponert for lydnivå over anbefalt grenseverdi på $L_{den} = 45$ dB. Videre vil en bolig på Hammarbø få et lydnivå som ligger tett opp til grenseverdien. Turbinene som er lokalisert nærmest Kråkedal og Nordland er satt i støyreduert modus i beregningene. For å redusere støynivået ved denne bebyggelsen bør det vurderes å fjerne eller flytte én eller flere av disse vindturbinene.

Det skal bygges en ny transformatorstasjon i forbindelse med etableringen av vindkraftverket. Støy fra transformatorer varierer etter type og effekt. Det forventes at avgitt lydeffekt fra transformatorstasjonen er betydelig lavere enn for én vindturbin. I tillegg gjør plasseringen på bakken og relativt lang avstand til nærmeste bolig (minst 500 meter avhengig av alternativ) at støyutbredelsen blir minimal.

Når det gjelder anleggsfasen med bygging av adkomst- og internveger og servicebygg må det påregnes noe støy i et kortere tidsrom.

Skyggekast og refleksblink

Det finnes i dag ingen norske retningslinjer for grenseverdier for hva som aksepteres av skyggekast. For Sverige er det utarbeidet retningslinjer (Boverket, 2009) som gir følgende grenseverdier:

1. Teoretisk skyggetid < 30 timer/år
2. Faktisk forventet skyggetid < 8 timer/år

3. Faktisk forventet skyggetid < 30 minutter/dag

Verdiene angitt ovenfor er retningslinjer for maksimal tid med skyggekast, men er ikke absolutte krav. I denne skyggkastanalysen er de svenske retningslinjene lagt til grunn.

Beregningene viser at bebyggelsen på Tengesdal, Svidheia, Nordland og Kråkedal blir eksponert for faktisk skyggekast over de svenske retningslinjene på 8 timer per år. Mulige avbøtende tiltak kan være flytting eller fjerning av antall vindturbiner, stopp av vindturbiner i kritiske perioder og skjerming av vinduer hos skyggemottaker. Lokalitetene det er beregnet skyggekast for er valgt på bakgrunn av tilgjengelig kartdata og kjennskap til området. Det kan imidlertid være knyttet noe usikkerhet til hva slags type bygninger det er snakk om, og hvordan disse benyttes er ikke kjent. Bygningenes grad av vinduer i retning mot vindturbineene er heller ikke kartlagt. Det anbefales derfor at det innhentes mer kunnskap om de aktuelle lokalitetene før eventuelle kostbare avbøtende tiltak fastsettes.

Rotorbladene produseres med en glatt overflate for å produsere optimalt og for å avvise smuss. De blanke rotorbladene kan gi blink når sollyset reflekteres. Normalt vil refleksvirkningen fra vindturbineene halveres første driftsår, ettersom vingebladene vil mattes.

Annen forurensning

Det er i all hovedsak vassdrag og jordsmonn i planområdet som vil være utsatt for forurensning fra vindkraftverket. I drift vil et vindkraftverk normalt ikke medføre vesentlig fare forurensende utslipp til grunn eller vann, men uhellsutslipp i forbindelse med drift og vedlikehold (oljeskift, transport, havari etc.) kan aldri utelukkes. I anleggsfasen er det derimot en noe større, men fortsatt liten, risiko for forurensning og utilsiktede utslipp.

Innenfor planområdet er det ingen bolig- eller fritidsbebyggelse, men det er flere boliger og gårdsbruk i de nærliggende områdene. Deler av planområdet benyttes til beite og grasdyrking. Bebyggelsen i nærområdet er ikke tilknyttet kommunale vann- og sanitæranlegg, men har lokale sanitæranlegg og vannforsyning i hovedsak i form av brønner.

Utover dagens bruk av området til beite og gressdyrking er det ikke registrert andre tiltak innenfor planområdet. Det er heller ikke planlagt noen vindturbiner innenfor nedbørfelt for kommunal- eller fellesanlegg for drikkevannforsyning.

Forurensningsfaren kan i stor grad forebygges ved at tiltakshaver stiller krav til entreprenør om sikker håndtering av kjemikalier, samt gjennomfører oppfølgende kontroller. Det forutsettes at det etableres rutiner og nødvendige tiltak for å minimere forurensningsfaren. Det er liten fare for forurensning fra vindkraftverket når dette er satt i drift.

For etablering av ulike typer kraftverk vil det være CO₂-utslipp i forbindelse med bygging, drift, vedlikehold og destruering. De siste årene er det gjort en rekke livsløp miljøanalyser (LCA - Life Cycle Analyses) av ulike former for kraftproduksjon. Dersom det trekkes fra maksimalestimatet på klimautslipp fra vindkraft, dvs. 20 g CO₂/kWh, får en at den globale klimagevinsten ved å bygge Sandnes vindkraftverk kan anslås til 580 g CO₂/kWh. Ved en årlig produksjon av kraft på 240 GWh, vil reduksjonen i klimautslipp bli ca. 140 000 tonn pr år. Dette tilsvarer da ca. 2,8 millioner tonn over anleggets levetid på 20 år. I et klimaperspektiv vurderes Sandnes vindkraftverk å være et lite, men positivt bidrag, i arbeidet med å redusere utslippene av klimagasser.

Samlet sett vurderes utbyggingen av Sandnes vindkraftverk å ha ubetydelig til liten negativ konsekvens (0/-) i anleggsfasen og liten positiv konsekvens (+) i driftsfasen når det gjelder annen forurensning.

1 UTBYGGINGSPLANENE

1.1 Områdebeskrivelse

Området som planlegges for lokalisering av vindkraftverket ligger 12 km øst for Sandnes by, mellom Noredalen og Soredalen. Fra Ramnafjellet og Rikkafjellet ved Kråkedal i vest strekker planområdet seg østover mot riksvei 508. Det går tre kraftlinjer gjennom området for den planlagte vindkraftverket. Et mindre planområde ved Vardafjellet er også tatt med som en del av prosjektet i konsesjonssøknaden.

Størrelsen på planområdet er ca. 11,7 km². Området er preget av kupert fjellterreng og vegetasjonen veksler i hovedsak mellom dyrket mark, lyng, myr og lett skog. Planområdet ligger mellom 300-450 moh. Se figur 1 for tiltakets lokalisering i regionen.

1.2 Hoveddata utbyggingsplaner

1.2.1 Vindturbiner

Norsk Vind Energi planlegger en total installert effekt på inntil 90 MW i Sandnes vindkraftverk.

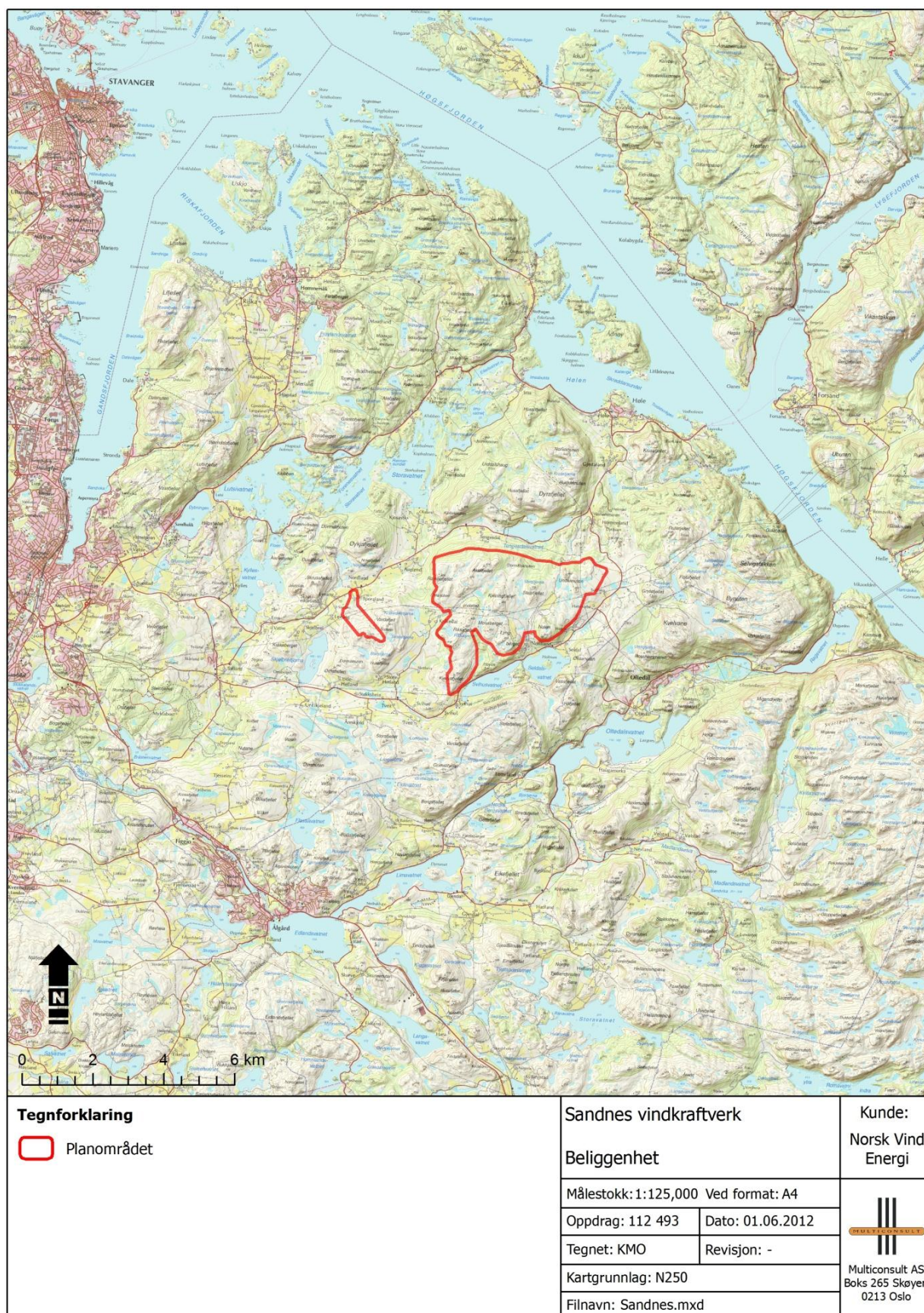
På det nåværende tidspunkt er det mest aktuelt å benytte 27 x 3 MW vindturbiner ved en utbygging av Sandnes vindkraftverk. Denne utbyggingsløsningen er presentert i figur 2. Per dags dato er de mest aktuelle vindturbinene Siemens 3.0 DD-101 og Vestas V112. Da Vestas V112 er den største av de aktuelle turbinene i 3 MW klassen er konsekvensutredningen hovedsaklig basert på denne turbinen.

En utbyggingsløsning med 27 x Vestas V112 vil ut i fra foreliggende energiberegninger kunne gi en årlig produksjon på om lag 240 GWh.

Avhengig av hvilken turbin som vil være tilgjengelig på markedet på utbyggingstidspunktet vil nominell effekt på hver vindturbin være på mellom 2 til 4 MW.

Størrelse på turbinene og endelig plassering av dem, vil først bli avgjort etter at detaljprosjektering og anbudsfase er gjennomført. En slik detaljprosjektering består av mer detaljert vindkartlegging, en grundig gjennomgang av alle miljøkriterier, tilgjengelig teknologi fra turbinleverandør på det tidspunktet og utbyggbarhet i forhold til veier, fundamenter og oppstillingsplasser.

Det søkes derfor om vindturbiner på opp til 4,0 MW da det kan vise seg at dette er det beste alternativet ved utbyggingsbeslutning.



Figur 1. Kart som viser tiltakets lokalisering i regionen.

1.2.2 Kai, veier, oppstillingsplasser, fundamenter

De ulike komponentene til vindturbinene vil bli fraktet med skip fra produksjonsstedet og vurderes losset i land ved kaiområdet i Høle, men andre kaier i regionen vurderes også (Tananger, Egersund) da disse er mer tilpasset mottak av vindturbiner i forbindelse med andre prosjekter i distriktet.

Dersom vindturbinene losses i Høle vil turbinkomponentene bli fraktet langs RV 508 fram til østenden av prosjektområdet hvor riksveien oppnår en høyde som tilsvarer store deler av planområdet. Herfra vil det planlegges en ny atkomstvei inn til vindkraftverksområdet. Hovedatkomst er den østligste traseen som er vist i figur 2 hvor denne er tegnet inn skjematisk. Nøyaktig valg av trasé for vindkraftverkets atkomstvei vil bli avklart i dialog med lokale myndigheter og berørte grunneiere gjennom utforming av reguleringsplan. Den nordligste traseen som er tegnet inn i figur 2 følger eksisterende traktorvei og kan brukes for vanlig kjøring.

Det vil også være nødvendig med internveier mellom hver enkelt vindturbin. Trasé for internveiene mellom hver vindturbin vil avhenge av turbinplasseringene. I det relativt kupert landskapet i planområdet vil det bli en omfattende prosjekteringsjobb å legge disse internveiene riktig i terrenget. Endelig utforming på det interne veinettet fastsettes i reguleringsplan og detaljplan.

Ved foreliggende utbyggingsløsning på 27 x 3 MW turbiner vil det være behov for internveier på ca. 20 km, men dette tallet vil kunne variere med forskjellige utbyggingsløsninger. Veiene vil bli dimensjonert for aktuell last i anleggsfasen, gjennomsnittlig bredde vil være ca. 5,5 meter, men vil ved enkelte parti og under anleggsfase kunne bli bredere enn dette.

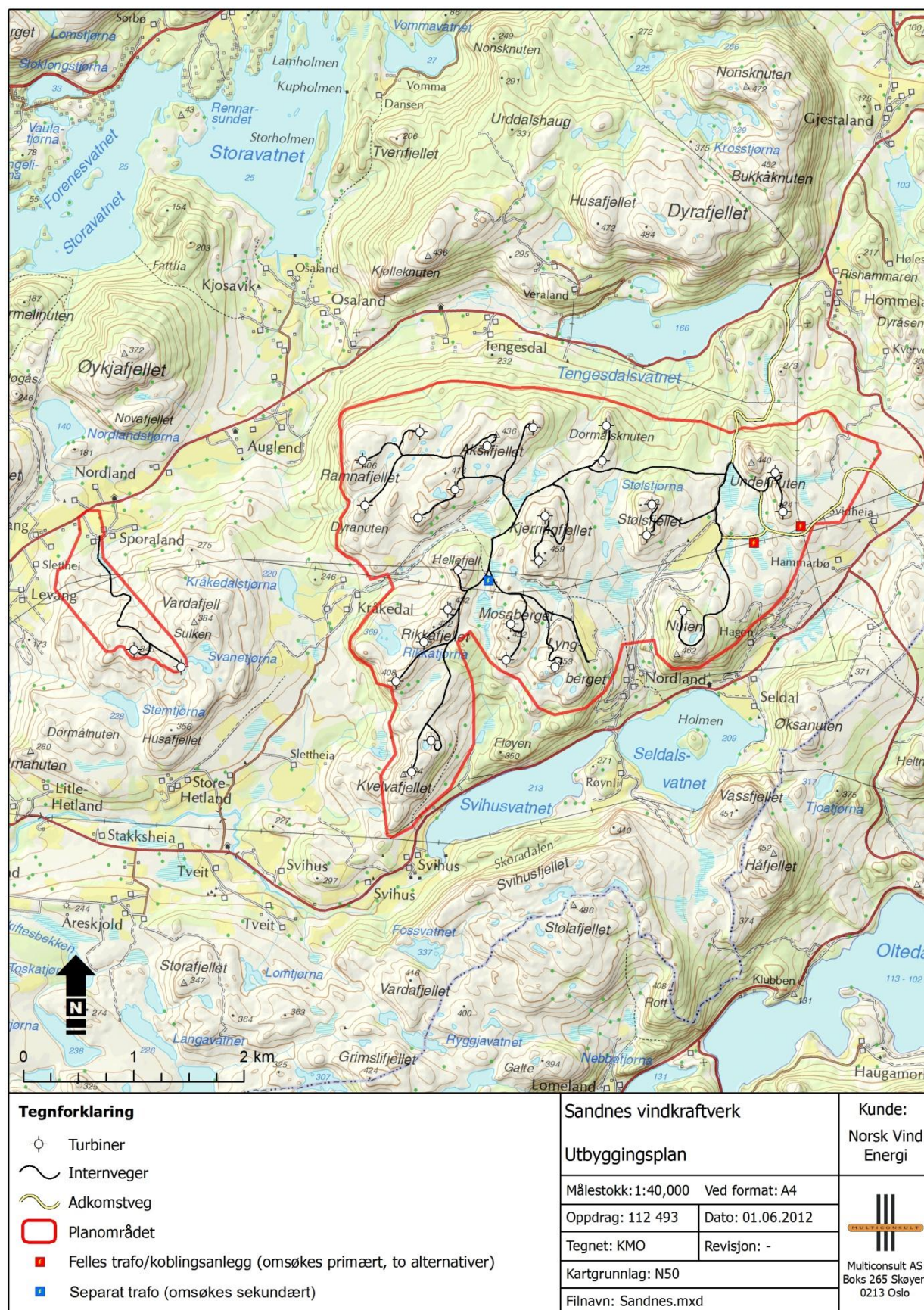
Ved hver vindturbin blir det opparbeidet oppstillingsplasser. Hvor store oppstillingsplasser som kreves vil avhenge av installasjonsløsning. Fundamentene til turbinene vil etter all sannsynlighet bli utført som fjellfundamenter med forankring i fjellet ved hjelp av forspente strekkstag. Endelige løsninger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

1.2.3 Nettilknytning

Det vil bli lagt jordkabler (33 kV) fra hver enkelt vindturbin og frem til ny transformatorstasjon (132/33 kV) i planområdet. Disse kablene planlegges lagt i egne dedikerte kabelgrøfter i vegskulder i det interne vegsystemet i vindkraftverket. I samme grøft som 33 kV jordkablene fremføres rør med fiberoptisk kabel for kontroll og styring av vindturbinene.

Det omsøkte vindkraftverket er planlagt tilknyttet en eller flere av de eksisterende 132 kV ledningene mellom Lysebotn og Sandnes som krysser gjennom planområdet, se figur 2 for lokalisering. Dette vil primært gjøres i tilknytning til Lyse Elnett sin planlagte koblingsstasjon ved Seldal. Plasseringen av denne koblingsstasjonen er ikke endelig bestemt, men det er beskrevet en mulig plassering i ledningskrysset øst i planområdet sammen med en alternativ plassering noe lenger vest, se figur 2. Den planlagte 132 kV koblingsstasjonen må da utvides til også å inneholde 33 kV spenningsnivå og transformering mellom 132 kV og 33 kV. Arealbehovet til en ny transformatorstasjon i tilknytning til planlagt koblingsstasjon vil være rundt 1,5-2,0 dekar.

En sekundær løsning er å etablere en ny separat 132/33 kV transformatorstasjon uavhengig av den planlagte koblingsstasjonen til Lyse Elnett. Lokaliseringen til denne er angitt med blått i figur 2. Arealbehovet til en ny separat transformatorstasjon vil være rundt 1,0-2,0 dekar.



Figur 2. Planområdet for Sandnes vindkraftverk med en utbyggingsløsning med 27 x 3 MW vindturbiner, internveier og aktuelle plasseringer for transformatorstasjon. Atkomstveier inn i planområdet er vist med gult.

2 KU-PROGRAMMET

Det fastsatte utredningsprogrammet fra NVE, datert 31. august 2011, sier følgende om de temaene som behandles i denne rapporten:

Støy

- ✓ *Det skal vurderes hvordan støy fra vindkraftverket kan påvirke helårs- og fritidsboliger og friluftsliv, herunder hvorvidt vindskygge kan forventes å påvirke støynivået.*
- ✓ *Det skal utarbeides støysonekart for vindkraftverket som viser utbredelse av støy med medvind fra alle retninger. Bebyggelse med beregnet støynivå over $L_{den} = 40$ dB skal angis på kartet.*

Skyggekast

- ✓ *Det skal vurderes hvorvidt skyggekast fra vindturbinene kan få virkninger for bebyggelse og friluftsliv.*
- ✓ *Det skal utarbeides et kart som viser faktisk skyggekastbelastning for berørte helårs- og fritidsboliger. Tidspunkt og varighet skal oppgis.*

Annen forurensning

- ✓ *Kilder til forurensning fra vindkraftverket i drifts- og anleggsfasen, herunder mengden av olje i vindturbinene og lagring av olje/drivstoff i forbindelse med anleggsarbeid, skal beskrives.*
- ✓ *Avfall som forventes produsert i anleggs- og driftsfasen og planlagt avfallsdeponering, skal beskrives.*
- ✓ *Tiltakets virkninger for drikkevanns- og reservedrikkevannskilder skal beskrives.*
- ✓ *Sannsynligheten for uforutsette hendelser og uhell skal vurderes. Virkninger ved eventuelle hendelser, og tiltak som kan redusere disse, skal beskrives.*
- ✓ *Sannsynlighet for ising og risikoen for iskast skal vurderes. Dersom ising vurderes som sannsynlig, skal aktuelle tiltak som kan redusere ising beskrives, og kostnadene ved avisingssystemer og sikkerhetstiltak oppgis.*

Fremgangsmåte:

Støyutredningene skal ta utgangspunkt i "Retningslinjer for behandling av støy i arealplanlegging" (T-1442) og "Veileder til retningslinje for behandling støy i arealplanlegging" (TA-2115) utarbeidet av Klima- og forurensningsdirektoratet. Støyutbredelse og skyggekast fra vindkraftverket skal beregnes ved hjelp av kartopplysninger og dataprogrammer. Mattilsynet og eiere/ansvarlige drivere av lokale drikkevannsselskaper bør kontaktes for dokumentasjon av drikkevannskilder som kan bli berørt.

3 STØY



3.1 Innledning

3.1.1 Miljøverndepartementets retningslinje, T-1442

Gjeldende retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging er T-1442 (Miljøverndepartementet, 2005). Retningslinjen er utarbeidet i tråd med EU-regelverkets metoder og målestørrelser, og er koordinert med støyreglene som er gitt etter forurensningsloven og teknisk forskrift til plan- og bygningsloven.

T-1442 skal legges til grunn ved arealplanlegging og behandling av enkeltsaker etter plan- og bygningsloven i kommunene og i berørte statlige etater. Den gjelder både ved planlegging av ny støyende virksomhet og for arealbruk i støysoner rundt eksisterende virksomhet.

Retningslinjen er veiledende, og ikke rettslig bindende. Vesentlige avvik kan imidlertid gi grunnlag for innsigelse til planen fra statlige myndigheter, bl.a. Fylkesmannen.

T-1442 har til formål å forebygge støyplager og ivareta stille og lite støypåvirkede natur- og friluftsområder. Støybelastning skal beregnes og kartlegges ved en inndeling i fire soner:

- ✓ rød sone, nærmest støykilden, angir et område som ikke er egnet til støyfølsomme bruksformål, og etablering av ny støyfølsom bebyggelse skal unngås.
- ✓ gul sone, er en vurderingssone, hvor støyfølsom bebyggelse kan oppføres dersom avbøtende tiltak gir tilfredsstillende støyforhold.
- ✓ hvit sone, angir en sone med tilfredsstillende støynivå, og ingen avbøtende tiltak anses som nødvendige
- ✓ grønn sone, angir stille områder, som i tettstedsbebyggelse defineres som et avgrenset område (park, skog, kirkegårder og lignende), egnet til rekreasjonsaktivitet.

Kriterier for soneinndeling for de aktuelle støykildene er gitt i tabellen nedenfor. Når minst ett av kriteriene for den aktuelle støysonen er oppfylt, faller arealet innenfor sonen. De ulike definisjonene er forklart i vedlegg 1.

Tabell 1. Kriterier for soneinndeling. Alle tall er angitt i dB, frittfeltverdier.

Støykilde	Støysone*			
	Gul sone		Rød sone	
	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 – 07	Utendørs støynivå	Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 – 07
Vindturbiner	$45 \leq L_{den} < 55$	-	$L_{den} \geq 55$	-
Trafostasjoner (jfr. Industri, havner, terminaler)	Uten impulslyd: 55 L_{den} Med impulslyd: 50 L_{den}	45 L_{night} , 60 $_{SAF}$	Uten impulslyd: 65 L_{den} Med impulslyd: 60 L_{den}	55 L_{night} , 80 $_{SAF}$

3.1.2 Anbefalte støygrenser for etablering av nye vindkraftverk

De anbefalte støygrensene for vindturbiner skiller på hvor vidt mottakerpunktet ligger i vindskygge eller ikke. Grensene er 5 dB høyere utenfor vindskygge, da deler av støyen fra vindturbinene her vil maskeres på grunn av blant annet vindsus.

I vindskygge

Anbefalt støygrense for vindturbiner dersom støyutsatte boliger ligger i vindskygge følger av Tabell 2.

Tabell 2. Anbefalte støygrenser ved etablering av nye vindturbiner og bygging av boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, fritidsboliger, skoler og barnehager inntil vindkraftverk.

Støykilde	Støynivå på uteplass og utenfor rom med støyfølsom bruk	Støynivå utenfor soverom, natt kl. 23 – 07
Vindturbiner	$L_{den} < 45$ dB	-

Utenfor vindskygge

Anbefalt støygrense for vindturbiner dersom støyutsatte boliger ikke ligger i vindskygge mer enn 30 % av et normalår følger av Tabell 3.

Tabell 3. Anbefalte støygrenser ved etablering av nye vindturbiner og bygging av boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, fritidsboliger, skoler og barnehager som ikke ligger i vindskygge.

Støykilde	Støynivå på uteplass og utenfor rom med støyfølsom bruk	Støynivå utenfor soverom, natt kl. 23 – 07
Vindturbiner	$L_{den} < 50$ dB	-

Høringsforslag til endring i retningslinjen T-1442

Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) sendte våren 2011 ut på høring forslag til endring i støyretningslinjene hvor de fjerner grensen på 50 dB. Hovedårsaken til det er at det ofte er utfordringer knyttet til å definere om bebyggelse ligger i vindskygge eller ikke. Dersom dette høringsforslaget tas til følge vil grenseverdi for gul sone for støy fra vindturbiner være $L_{den} \geq 45$ dB. Revidert støyretningslinje forventes endelig vedtatt i løpet av 2012.

3.1.3 Krav og retningslinjer for støyforhold ved stille områder

Ved etablering av ny støyende virksomhet gir T-1442 anbefalte støygrenser for ulike typer friområder, friluftss- og rekreasjonsområder. Disse er vist i Tabell 5 under.

Tabell 4. Anbefalte støygrenser i ulike typer friområder, friluftso- og rekreasjonsområder

Områdekategori	Anbefalt støygrense L_{pAeq}
Byparker og andre tilrettelagte friområder, båtutfartsområder og kulturmiljøer	50 – 55 dB
Turveidrag, grønnstruktur i tettsted, kirkegård/gravplass	45 – 50 dB
Nærfriluftsområder, bymarker (ytte sone), friluftsområder ved sjø og vassdrag	35 – 40 dB

For en utbygging av et vindkraftverk i dette området kan det være aktuelt å vurdere konsekvenser av utbyggingen i forhold til anbefalte støygrenser for nærfriluftsområder/friluftsområder ved sjø og vassdrag.

3.1.4 Anbefalte støygrenser for bygge- og anleggsaktiviteten

Planretningslinjen T-1442 omfatter også bestemmelser om begrensnig av støy fra bygge- og anleggsvirksomhet.

Retningslinjene for støy fra bygge- og anleggsvirksomhet skal gi føringer for kommunenes arbeid med reguleringsbestemmelser og vilkår i rammetillatelse etter plan- og bygningsloven. De danner samtidig en mal for støykrav som kan legges til grunn i kontrakter, anbudsdokumenter og miljøoppfølgingsprogrammer.

Bygge- og anleggsvirksomhet bør ikke gi støy som overskrider støygrensene i Tabell 6 Basisverdiene i tabellen gjelder for anlegg med total driftstid mindre enn 6 uker. For lengre driftstid skjerpes grenseverdiene for dag og kveld som vist i Tabell 7.

Tabell 5. Anbefalte basis støygrenser utendørs for bygg- og anleggsvirksomhet. Alle grenser gjelder ekvivalent lydnivå i dB, frittfeltverdi og gjelder utenfor rom for støyfølsom bruk.

	Støykrav på dagtid ($L_{pAeq12h}$ 07-19)	Støykrav på kveld (L_{pAeq4h} 19-23) eller søn-/helligdag ($L_{pAeq16h}$ 07-23)	Støykrav på natt (L_{pAeq8h} 23-07)
Boliger, fritidsboliger, sykehus, pleieinstitusjoner	65	60	45
Skole, barnehage	50 i brukstid		

Tabell 6. Korreksjon for anleggsperiodens eller driftsfasens lengde (avrundes til hele uker/ måneder).

Anleggsperiodens eller driftsfasens lengde	Grenseverdiene for dag og kveld i Tabell 5 skjerpes med:
Fra 0 til og med 6 uker	0 dB
Fra 7 uker til og med 6 måneder	3 dB
Fra 7 måneder til og med 12 måneder	6 dB
Fra 13 måneder til og med 24 måneder	8 dB
Mer enn 2 år	10 dB

3.2 Datainnsamling / datagrunnlag

3.2.1 Lydeffektnivå for Vestas V112 3 MW

I beregningene er det benyttet lydeffekt for vindturbiner $L_{WA} = 106,5$ dBA, som er gjeldende for vindturbiner av typen Vestas V112 3 MW ved 8 m/s. I tillegg er enkelte av turbinene nær bebyggelse satt i støyreduisert modus med en kildestøy på $L_{WA} = 104,5$ dBA.

Når vindhastigheten er over 8 m/s vil støy fra vind dominere støybildet.

3.2.2 Andre beregningsforutsetninger

Beregninger av lydforholdene ved vindkraftverket er utført i henhold til den nordiske beregningsmetoden for industristøy som beskrevet i T-1442. Metoden regner med 3 m/s medvindsforhold til alle mottakerpunkter. Den tar hensyn til forhold knyttet til absorpsjonseffekter fra mark, skjerming og refleksjoner fra terreng og bygninger, luftabsorpsjon m.m. Følgende forutsetninger ligger til grunn for beregningene og vurderingene:

- ✓ Det er beregnet med en mottakerhøyde på 4 meter.
- ✓ Navhøyden er 94 meter.
- ✓ Vindhastighet er på 8 m/s.
- ✓ Det er antatt at vindturbinene er i drift i 267 dager i året (iht. verdier fra vindmålinger i planområdet).
- ✓ Det er ikke foretatt noen korreksjoner av hensyn til støyens rentonekarakter. Det er ikke forventet at støyen vil ha en karakter som tilsier at en korreksjon for rentoner skal foretas.
- ✓ For lyddemping fra bakken er det i WindPRO brukt modellen "*Alternative ground attenuation*" som hensyntar terrenget.
- ✓ Absorpsjonsfaktor luft er satt til 1,9 dB per km.
- ✓ Beregningene er foretatt ved hjelp av beregningsprogrammet WindPRO versjon 2.5.6.78.

3.3 Områdebeskrivelse / dagens situasjon

Innenfor planområdet er det i dag ingen vesentlige støykilder. Den mest dominerende "støykilden" vil være bakgrunnsstøy fra naturen. Vindsus vil i en viss avstand fra vindkraftverket kunne maskere og være høyere enn støy fra vindkraftverket. Dette inntreffer normalt ved vindhastigheter over 8 m/s.

3.4 Omfang og konsekvensvurdering

3.4.1 Mulige konsekvenser av vindkraftverk (generelt)

På generelt grunnlag kan man si at en etablering av vindkraftverk kan påføre beboere i nærheten av vindturbinene en støybelastning. Støyen er ikke direkte skadelig for hørselen, men den kan oppleves som plagsom. Det viktigste tiltaket for å redusere støyplagene er å opprettholde en god avstand mellom vindkraftverkene og nærliggende bebyggelse.

Størrelsen på området hvor lydnivået oppfattes som plagsomt og sjenerende er avhengig av antall vindturbiner, lydnivå fra hver enkelt vindturbin, og terrengforhold rundt.

Det kan også oppstå støyproblemer i forbindelse med bygging av kraftlinjer, adkomstveger og annen infrastruktur. Dette vil primært gjelde der hvor disse anleggene plasseres i direkte tilknytning til eksisterende bebyggelse.

3.4.2 Støy i driftsfasen

Resultatet av støyberegningene er oppsummert i tabell 7. Det er ikke gjort en vurdering av om boligene ligger i vindskygge eller ei, og det er derfor lagt til grunn at grenseverdien på $L_{den} = 45$ dB er gjeldende. Beregningene fra WindPRO angir lydnivået som L_{ekv} . For å omgjøre til L_{den} er det lagt til 5,0 dB.

Støykorte kartet som angir worst case støynivå med medvind fra alle retninger er vist i figur 3.

Tabell 7. Helårsboliger innenfor gul sone basert på worst case beregninger med medvind fra alle retninger. Mottakere der lydnivå $L_{den} \geq 45$ dB er markert med blått.

Punkt	Mottaker	Vestas 112 3 MW uten fremherskende vindretning. L_{ekv} (dB)	Vestas 112 3 MW uten fremherskende vindretning. L_{den} (dB)
A	Auglend 1	38,9	43,9
B	Auglend 2	37,1	42,1
C	Hommelend	34,5	39,5
D	Hammarbø	39,9	44,9
E	Svidheia	38,6	43,6
F	Hagen	38,4	43,4
G	Svihus	38,8	43,8
H	Slettheia	38,5	43,5
I	Kråkedal 1	42,1	47,1
J	Kråkedal 2	42,8	47,8
K	Kråkedal 3	41,2	46,2
L	Kråkedal 4	40,9	45,9
M	Osaland 1	37,2	42,2
N	Osaland 2	35	40,0
O	Osaland 3	34,7	39,7
P	Tengesdal 1	38,5	43,5
Q	Tengesdal 2	39,1	44,1
R	Tengesdal 3	38,6	43,6
S	Nordland 1	42,1	47,1
T	Nordland 2	41,7	46,7
U	Seldal 1	37	42,0
V	Seldal 2	35,8	40,8
W	Røyndli	37,2	42,2
X	Store-Hetland	35,9	40,9
Y	Store-Hetland 2	36,6	41,6
Z	Sporaland 1	35,5	40,5
AA	Sporaland 2	35,9	40,9
AB	Sporaland 3	35,7	40,7
AC	Kjosavik 1	36,1	41,1
AD	Kjosavik 2	35,5	40,5
AE	Veraland	37,9	42,9

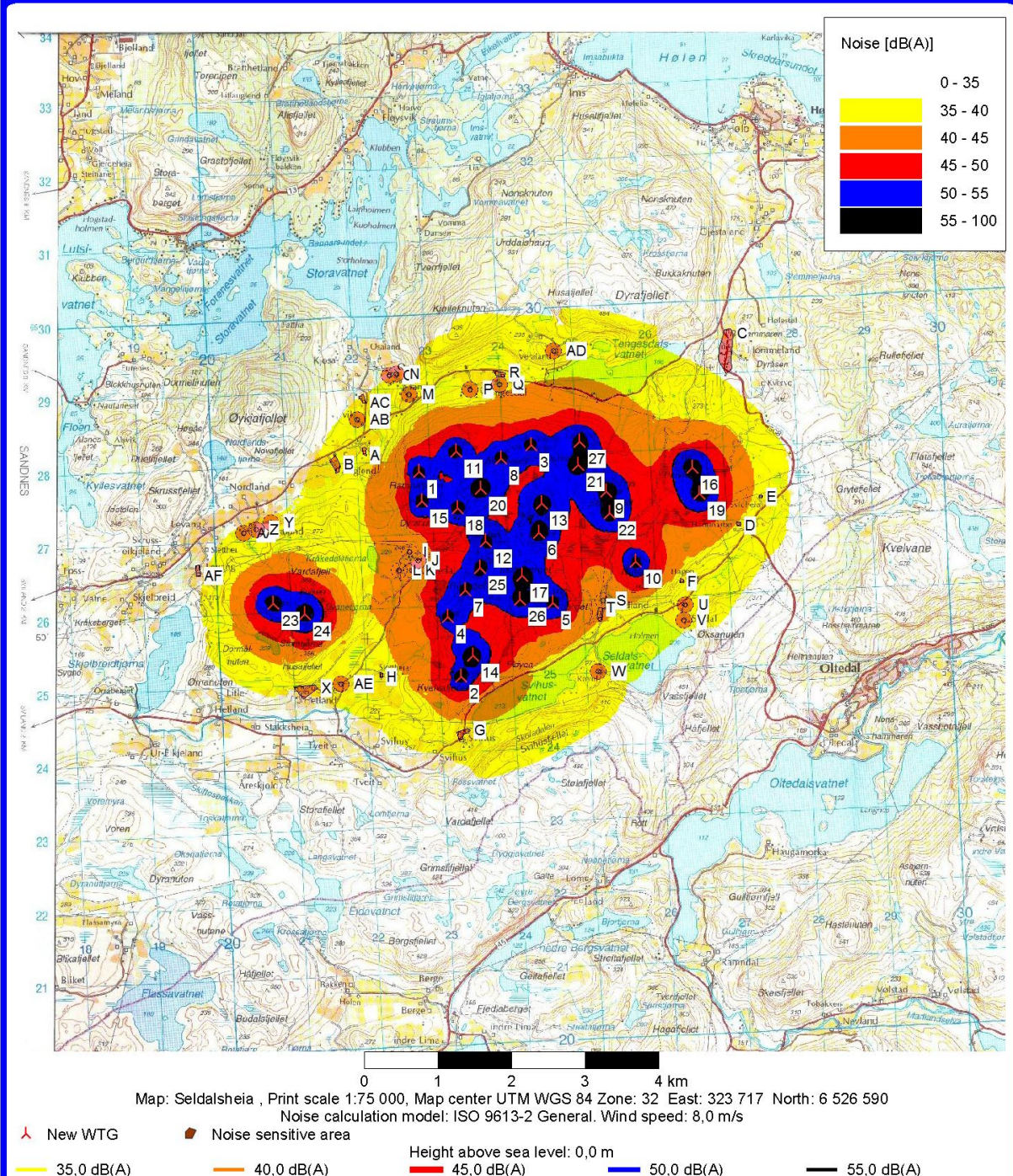
WindPRO 2 version 2.5.6.78 Jan 2007

Project
Sandnes støy

Printed/Page
16.05.2012 11:27 / 1
Licensed user:
Norsk Vind Energi AS
Esterv. 6
NO-4056 Tananger
+47 51 69 00 00
Calculated
16.05.2012 11:20/2.5.6.78

DECIBEL - Seldalsheia

File: Seldalsheia.bmi



Figur 3. Beregnet støynivå angitt i L_{ekv} . Det er antatt worst case med medvind fra alle retninger. Kartet er utarbeidet av Norsk Vind Energi AS.

Beregningene viser at bebyggelsen på Kråkedal og Nordland blir eksponert for lydnivå over anbefalt grenseverdi på $L_{den} = 45$ dB. Videre vil en bolig på Hammarbø få et lydnivå som ligger tett opp til grenseverdien. For vurdering av avbøtende tiltak, se kapittel 3.5.

Det skal bygges en ny transformatorstasjon i forbindelse med etableringen av vindkraftverket. Støy fra transformatorer varierer etter type og effekt. Det forventes at avgitt lydeffekt fra transformatorstasjonen er betydelig lavere enn for én vindturbin. I tillegg gjør plasseringen på bakken og relativt lang avstand til nærmeste bolig (minst 500 meter avhengig av alternativ) at støyutbredelsen blir minimal.

3.4.3 Støy i anleggsfasen

Når det gjelder anleggsfasen vil dette kunne gi noe støy i kortere tidsrom. Det er ikke foretatt egne støyberegninger for dette.

I forbindelse med utbyggingen av vindkraftverket vil det også bygges nye interne veger mellom turbinene. Det vil også bygges et servicebygg inne i vindkraftverket. Dette vil bli samlokalisert med transformatorstasjon.

Sandnes vindkraftverk med tilhørende infrastruktur har en antatt forventet byggetid på ca 14-18 måneder.

3.5 Avbøtende tiltak

Når det gjelder støy fra et vindkraftverk i driftsfasen er lydforholdene i området i hovedsak bestemt av beliggenhet og type vindturbin.

Aktuelle avbøtende tiltak ved støykonflikter kan være:

- ✓ Fjerning/flytting av enkelte turbiner
- ✓ Drift av vindturbiner ved redusert effekt ved spesielle vindforhold (retning/hastighet) eller i perioder (natt). For enkelte typer vindturbiner kan rotasjonshastigheten styres, noe som kan føre til mindre støy. Ulempen kan være at produksjonen og lønnsomheten reduseres.

Når det gjelder Sandnes vindkraftverk, så er følgende turbiner allerede satt i støyreduert modus i beregningene: 15, 18, 12, 25, 7 og 4 (Kråkedal) og 5 og 10 (Nordland) (T.T. Ekern, pers.med.). For å redusere støynivået ved denne bebyggelsen bør det vurderes å fjerne eller flytte én eller flere av disse vindturbinene.

I bygge- og anleggsfasen så vel som i driftsfasen vil det være behov for god informasjon til berørte naboer. Dette vil ikke redusere selve lydnivået, men det vil kunne forebygge støykonflikter og gi et mer positivt forhold mellom utbygger og berørte interesser.

3.6 Oppfølgende undersøkelser

Det bør gjøres nye støyberegninger dersom det velges andre turbiner enn de som er benyttet i beregningene, eller at man senere får kunnskap om lydemisjon fra valgt turbin og denne avviker fra underlagsdata som er brukt for beregninger utført i denne konsekvensutredningen.

Når det gjelder støy fra bygge- og anleggsaktiviteter må det påses at anbefalte grenseverdier i T-1442 overholdes. Her kan det utføres mer nøyaktige vurderinger når mer informasjon om gjennomføring av bygge- og anleggsaktivitetene foreligger.

4 SKYGGEKAST OG REFLEKSBLINK



4.1 Innledning

Skyggekast oppstår når rotoren på vindturbinen står mellom observatøren og solen. Rotoren vil i slike tilfeller sveipe foran solen, noe som medfører at en bevegelig skygge projiseres mot betraktningsstedet. Dette kan være sjenerende, spesielt når de faller på lysåpninger som vinduer. Den roterende skyggen vil da skape en blinkende effekt for de som befinner seg innendørs. Skyggekast kan også være sjenerende når man oppholder seg utendørs. Skyggen av en stillestående vindturbin vil normalt være uproblematisk.

Skyggeomfanget avhenger først og fremst av hvilken retning og posisjon vindturbinene står i forhold til betraktningsstedet, avstand og relativ terrengplassering mellom vindturbin og betraktningsstedet, størrelsen på vindturbinenes rotor, samt til en viss grad også vindturbinenes høyde. Det oppstår mest skyggekast når solen står lavt slik at skyggene blir lange. Effekten av skyggene avtar imidlertid med avstanden fra vindturbinen. Turbinbladene vil da dekke en mindre del av solskiven slik at skyggen bli mer diffus.

4.2 Anbefalte grenseverdier

Det finnes i dag ingen norske retningslinjer for grenseverdier for hva som aksepteres av skyggekast. For Sverige er det utarbeidet retningslinjer (Boverket, 2009) som gir følgende grenseverdier:

4. Teoretisk skyggetid < 30 timer/år
5. Faktisk forventet skyggetid < 8 timer/år
6. Faktisk forventet skyggetid < 30 minutter/dag

I Danmark er det ikke utarbeidet grenseverdier for skyggekast, men det anbefales at vindturbiner ikke påfører naboer mer enn 10 timer faktisk skyggekast per år.

Verdiene angitt ovenfor er retningslinjer for maksimal tid med skyggekast, men er ikke absolutte krav. I denne skyggkastanalysen er de svenske retningslinjene lagt til grunn. Når det gjelder grenseverdi nummer 3 er det gjennomført en beregning av teoretisk forventet skyggekast per dag. Basert på beregningene av faktisk skyggekast per år, vil faktisk skyggekast per dag være rundt 25 % av det teoretiske. Gitt usikkerheten i dette er ikke beregningene sammenliknet med grenseverdi nummer 3 i de svenske retningslinjene.

For forklaring av begrepene teoretisk og faktisk skyggekast, se kapittel 4.3 under.

4.3 Metode for beregning av skyggekast

Ettersom høyden på solbanen over horisonten varierer gjennom året, vil solen passere bak en skyggekastende vindturbin i en avgrenset periode. Hvor lang denne perioden er, og når den opptrer, kan beregnes. Dersom vindturbinenes utforming (høyde og rotordiameter) og plassering er kjent, er det mulig å gjøre en teoretisk beregning av forventet skyggekast fra vindkraftverket. Ved en slik verste-tilfelle beregning tas det ikke hensyn til at faktisk antall timer med skyggekast er påvirket av blant annet antall soltimer og hvordan vindturbinen er stilt i forhold til solens innfallsvinkel. Ved beregninger av faktisk skyggekast, tas det også hensyn til statistikk for soldata og vindforhold.

4.3.1 Datagrunnlag

Det er benyttet rasterkart i målestokk 1:50 000. For å ta hensyn til topografien er det også lagt inn høydedata med 20 meters koter. I beregningene er det benyttet en Vestas V112 3 MW vindturbin med tårnhøyde 94 meter og rotordiameter 112 meter.

Antall soltimer i perioden fra 1961 til 1990 er hentet fra værstasjon 44560 Sola flyplass. Basert på disse observasjonene er sannsynligheten for sol beregnet og presentert i tabell 8.

Tabell 8. Beregnet solsannsynlighet for 44560 Sola flyplass.

Måned	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Sannsynlighet for sol	0,19	0,29	0,33	0,40	0,41	0,41	0,37	0,39	0,31	0,25	0,19	0,15

På bakgrunn av vindmålinger i planområdet er sannsynligheten for at vindturbinene er i drift ved vindhastigheter mellom 4 m/s og 25 m/s beregnet. Dette er angitt i tabell 9.

Tabell 9. Beregnet sannsynligheten for at vindturbinene er i drift.

Måned	Jan	Feb	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
Sannsynlighet for drift	0,81	0,74	0,77	0,67	0,73	0,57	0,67	0,69	0,81	0,84	0,73	0,73

4.3.2 Forutsetninger

Antall skyggetimer er beregnet hvert minutt, dag for dag og over ett år. For skyggekartet er skyggen beregnet i ruter på 10 x 10 m, tidsstepp hvert minutt hver dag.

Ved beregning av faktisk skyggekast fra vindturbinene er det gjort følgende antagelser og forenklinger:

- ✓ Situasjoner hvor bebyggelsen er plassert mer enn 2 km fra nærmeste vindturbin, solen står lavere enn 3° over horisonten eller rotorbladene dekker mindre enn 20 % av solskiven er ikke inkludert i beregningene. Det er antatt at skyggeeffekten i disse situasjonene er så diffuse at de er neglisjerbare. Dette er basert på tyske retningslinjer (EMD, 2008).
- ✓ Dersom vindturbinen står stille vil den ikke gi sjenerende skygger. Timer med stillestående vindturbiner er derfor ikke inkludert i beregningene.
- ✓ Skyggen elimineres helt eller delvis dersom solen er dekket av skyer.

4.3.3 Valg av skyggemottakere

På bakgrunn av kartdata og kjennskap til området er det identifisert bygninger som antas å bli eksponert for skyggekast over 0 timer per år. For hver av disse bygningene er det er beregnet både "worst case" (teoretisk) og faktisk antall skyggetimer per år. I beregningene er det antatt at bygningene har vindu vendt mot de nærmeste vindturbinene. Videre er det antatt at vinduene har et areal på 1 meter x 1 meter og er plassert vertikalt i veggen 1 meter over bakkenivå.

4.3.4 Feilkilder

Lokalitetene det er beregnet skyggekast for er valgt på bakgrunn av tilgjengelig kartdata og kjennskap til området. Det kan imidlertid være knyttet noe usikkerhet til hva slags type bygninger det er snakk om og hvordan disse benyttes er ikke kjent. Bygningenes grad av vinduer i retning mot vindturbinene er heller ikke kartlagt.

Videre tar ikke WindPRO modellen hensyn til hindre som trær og lokale terrengformasjoner (som ikke fanges opp av N50-dataene).

Disse feilkildene medfører at det er knyttet en usikkerhet til beregningsresultatene og at de er konservativt beregnet. For de berørte bygningene som får høye skyggekastverdier bør det gjennomføres grundigere analyser før eventuelt kostbare avbøtende tiltak gjennomføres.

4.4 Omfang og konsekvensvurdering

4.4.1 Skyggekast i driftsfasen

Skyggekast vil være merkbart for de som ferdes inne i vindkraftverket (friluftsutøvere), men dette vurderes ikke som et like stort problem som at områder med fast bosetning eller fritidsbebyggelse berøres.

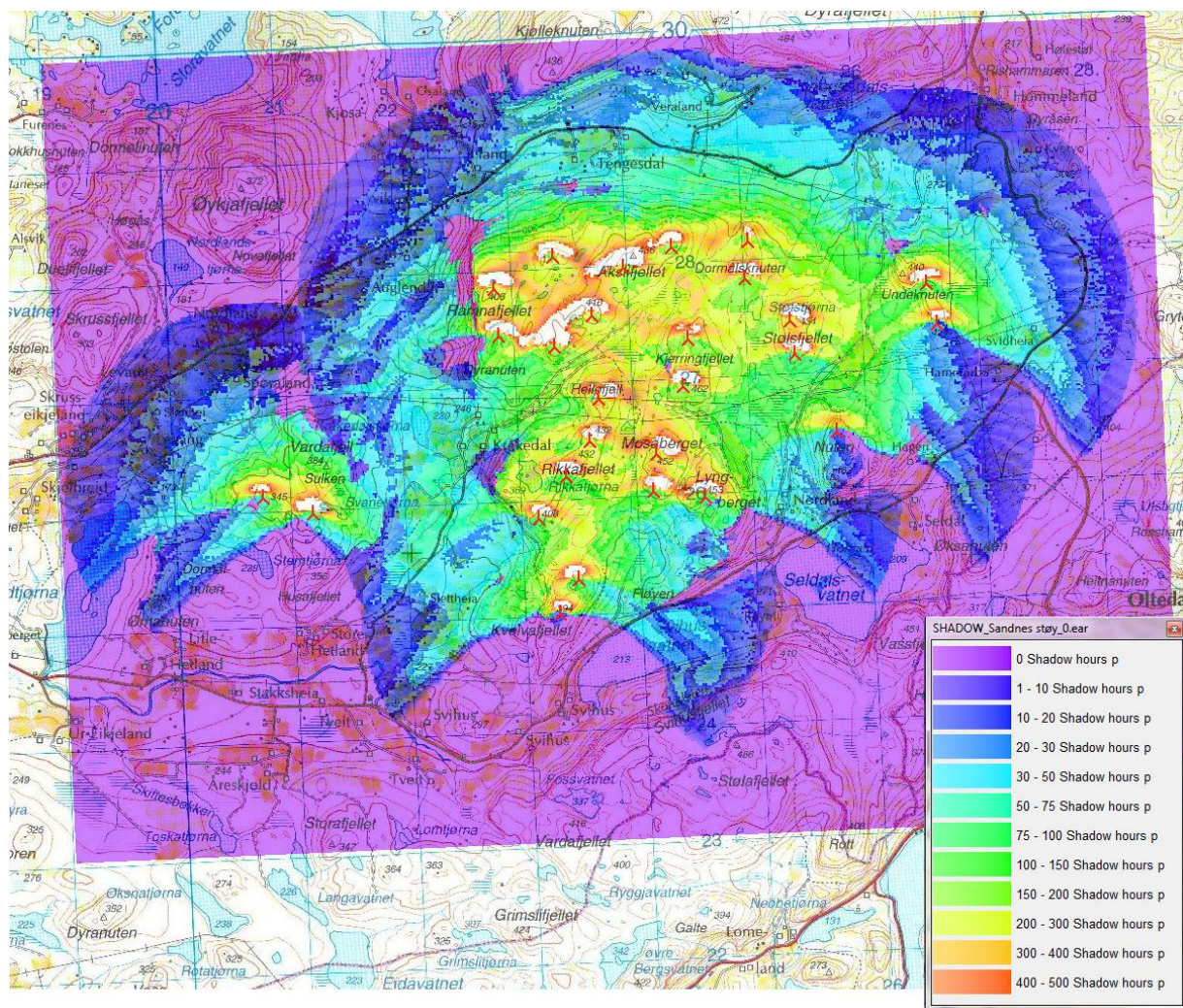
Resultatet fra skyggekastberegningene er oppsummert i tabell 10, og det er angitt både teoretisk og faktisk skyggekast. Verdiene er vurdert mot den svenske grenseverdien på 8 timer faktisk skyggekast per år.

Beregnet antall teoretiske skyggetimer per år innenfor nærområdet til Sandnes vindkraftverk er vist i figur 4. Beregningene av teoretisk skyggekast tar ikke hensyn til skydekke, vindretning, antall timer drift etc.

Tabell 10. Beregnet antall timer teoretisk og faktisk skyggekast for helårsboliger i nærheten av planområdet. Mottakere der de svenske retningslinjene for faktisk skyggekast per år overskrides er markert med blått.

Punkt	Mottaker	Faktisk skyggekast [t:min/år]	Teoretisk skyggekast [t:min/år]	Teoretisk skyggekast [t:min/dag]	Skyggedager per år (teoretisk)
A	Auglend 1	04:34	17:32	00:23	62
B	Auglend 2	06:43	26:10	00:30	73
C	Kjosavik 1	04:23	18:42	00:22	74
D	Kjosavik 2	03:43	16:45	00:21	71
E	Osaland 1	05:09	23:26	00:40	62
F	Osaland 2	02:30	12:22	00:19	50
G	Tengesdal 1	09:01	41:46	01:03	72
H	Tengesdal 2	09:57	47:54	01:21	62
I	Tengesdal 3	07:59	39:13	01:07	59

J	Veraland	05:56	44:21	00:54	92
K	Hommeland	01:04	07:40	00:17	36
L	Svidheia	09:51	37:21	00:31	105
M	Hammarbø	01:09	04:57	00:17	22
R	Nordland 1	11:00	40:53	00:53	74
Q	Nordland 2	10:13	42:04	00:35	73
U	Slettheia	05:16	19:46	00:24	63
W	Kråkedal 1	13:18	55:52	00:42	157
V	Kråkedal 2	21:32	89:02	00:35	241
X	Kråkedal 3	17:37	72:22	00:32	187
Y	Kråkedal 4	13:23	56:46	00:28	191
Z	Store-Hetland	01:09	04:23	00:16	21
AB	Levang	03:09	13:01	00:27	43
AC	Sporaland 1	03:33	19:25	00:44	37
AD	Sporaland 2	03:29	21:16	00:45	40
AE	Sporaland 3	01:53	11:54	00:24	38



Figur 4. Beregnet antall timer med teoretisk skyggekast (tar ikke hensyn til skydekke, vindretning, antall timer drift, etc). Kartet er utarbeidet av Norsk Vind Energi.

Beregningene viser at bebyggelsen på Tengesdal, Svidheia, Nordland og Kråkedal blir eksponert for faktisk skyggekast over de svenske retningslinjene på 8 timer per år. For vurdering av avbøtende tiltak, se kapittel 4.6.

Tabell 11 gir en oversikt over hvilke turbiner som vil skape skygge hos de mottakerne som eksponeres for faktisk skyggekast over de svenske retningslinjene, jf. tabell 10.

Tabell 11. Oversikt over turbiner som forventes å forårsake skyggekast hos de mottakerne som eksponeres for skyggekastverdier over de svenske retningslinjene på 8 timer faktisk skyggekast per år.

Punkt	Mottaker	Turbiner som forårsaker skyggekast
G	Tengesdal 1	1, 3, 8, 11 og 27
H	Tengesdal 2	1, 3, 8, 11, 21 og 27
L	Svidheia	16 og 19
R	Nordland 1	5 og 17
Q	Nordland 2	5
W	Kråkedal 1	4, 7, 12, 17, 25 og 26
V	Kråkedal 2	4, 6, 7, 12, 17 og 25
X	Kråkedal 3	4, 7, 12 og 25
Y	Kråkedal 4	2, 4, 7, 12 og 25

4.5 Refleksblink

Rotorbladene produseres med en glatt overflate for å produsere optimalt og for å avvise smuss. De blanke rotorbladene kan gi blink når sollyset reflekteres. Normalt vil refleksvirkningen fra vindturbinene halveres første driftsår, ettersom vingebladene vil mattes.

4.6 Mulige avbøtende tiltak

For de lokalitetene som overskrider de svenske retningslinjene på 8 timer faktisk skyggekast per år, bør avbøtende tiltak vurderes. Lokalitetene det er beregnet skyggekast for er valgt på bakgrunn av tilgjengelig kartdata og kjennskap til området. Det kan imidlertid være knyttet noe usikkerhet til hva slags type bygninger det er snakk om, og hvordan disse benyttes er ikke kjent. Bygningenes grad av vinduer i retning mot vindturbinene er heller ikke kartlagt. Det anbefales derfor at det innhentes mer kunnskap om de aktuelle lokalitetene før eventuelle kostbare avbøtende tiltak fastsettes.

Mulige avbøtende tiltak kan være flytting eller fjerning av antall vindturbiner, stopp av vindturbiner i kritiske perioder og skjerming av vinduer hos skyggemottaker. Hvilke turbiner som er forventet å forårsake skygge hos de mottakerne som eksponeres for verdier over de svenske retningslinjene er angitt i tabell 11.

Når det gjelder refleksblink kan overflaten av rotorbladene "antirefleksbehandles" ved en prosedyre som gir et lavt glanstall, men normalt vil man oppleve en halvering av refleksvirkningen i løpet av vindkraftverkets første driftsår som følge av at rotorbladenes overflate mattes.

4.7 Oppfølgende undersøkelser

Det vil ikke være behov for oppfølgende undersøkelser utover de som er angitt i kapittel 4.6.

5 FORURENSNING OG AVFALL



5.1 Metode og datagrunnlag

5.1.1 Datagrunnlag

Vurderingene i rapporten baserer seg i sin helhet på eksisterende rapporter om foreliggende utbyggingsplaner, kontakt med Sandnes kommune, enkelte grunneiere og kommuneplanens arealdel for Sandnes kommune. Det er ikke gjennomført feltarbeid for denne temautredningen.

Estimat av forventede avfallsmengder er basert på tall fra tilsvarende vindkraftstudier.

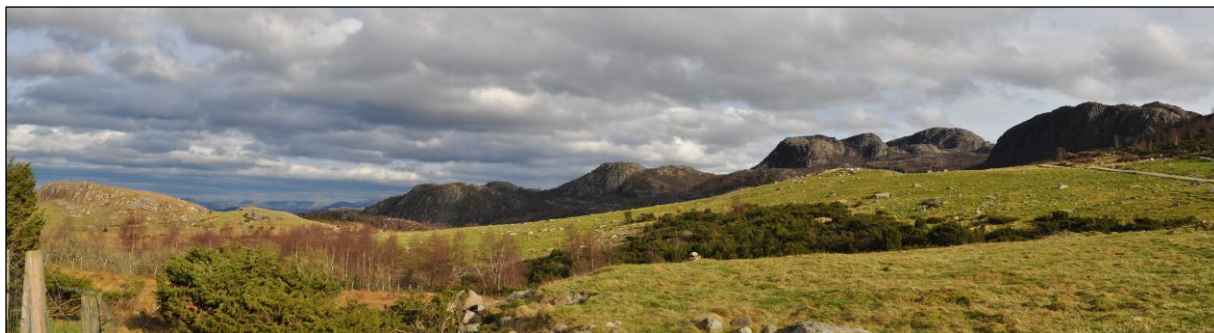
5.2 Områdebeskrivelse / dagens situasjon

5.2.1 Dagens situasjon

Innenfor planområdet er det ingen bolig- eller fritidsbebyggelse, men det er flere boliger og gårdsbruk i de nærliggende områdene. Deler av planområdet benyttes til beite og grasdyrking. Bebyggelsen i nærområdet er ikke tilknyttet kommunale vann- og sanitæranlegg, men har lokale sanitæranlegg og vannforsyning i hovedsak i form av brønner.

Utover dagens bruk av området til beite og gressdyrking er det ikke registrert andre tiltak innenfor planområdet.

Så vidt utreder er kjent med er det ingen godkjenningsspliktige vannverk i området hvor vindkraftverket er planlagt utbygd. Det har ikke lyktes å få dette bekreftet fra Mattilsynet, men de vil være høringspart i behandlingen av konsesjonssøknaden for prosjektet.



Figur 5. Planområdet sett fra Hommeland

5.2.2 Eksisterende forurensningskilder og forurensningsforhold

Vindkraftverket planlegges i et område som delvis er relativt urørt med lite aktivitet utover noe turgåing, jakt og andre friluftaktiviteter. Deler av området er påvirket av landbruk og eksisterende infrastruktur i form av kraftledninger og landbruksveier.

Planområdet er i dag lite forurenset, og har ingen faste punktkilder for forurensning til jord, vann eller luft. Den største potensielle forurensningspåvirkningen på området i dag kommer fra anleggs- og persontransport på veiene i planområdet, i forbindelse med landbruksdriften og annen motorisert ferdsel.

5.2.3 Berggrunn og løsmasser

Figur 6 viser oversikt over berggrunnen i området. Berggrunnen i planområdet består i hovedsak av tette bergarter som granitt og diorittisk til granittisk gneis og granitt.

Oversikt over løsmasser i området vises i figur 7. Som det fremgår av denne figuren er det er lite løsmasser i planområdet, og forekomstene som finnes i enkelte områder består av tykt morenedekke samt torv og myr.

Med bakgrunn i bergartene i området og det i hovedsak manglende løsmassedekket, vil avrenningen i området nesten utelukkende være rask overflateavrenning. Uhellsutslipp kan derfor fort nå bekker eller vann. På den annen side kan morenematerialet i området absorbere en eventuell utslippsforurensning.

5.2.4 Vannressurser

Planområdet berører nedbørsfeltene Seldalsvatnet, Svilandsåna, Svihusvatnet og Storavatnet og har avrenning til vassdraget Imselva.

Figur 8 viser registrerte brønner i nærheten av planområdet samt hvordan de ulike nedbørsfeltene fordeler seg over planområdet for vindkraftverket. Dataene er hentet fra NVE Atlas.

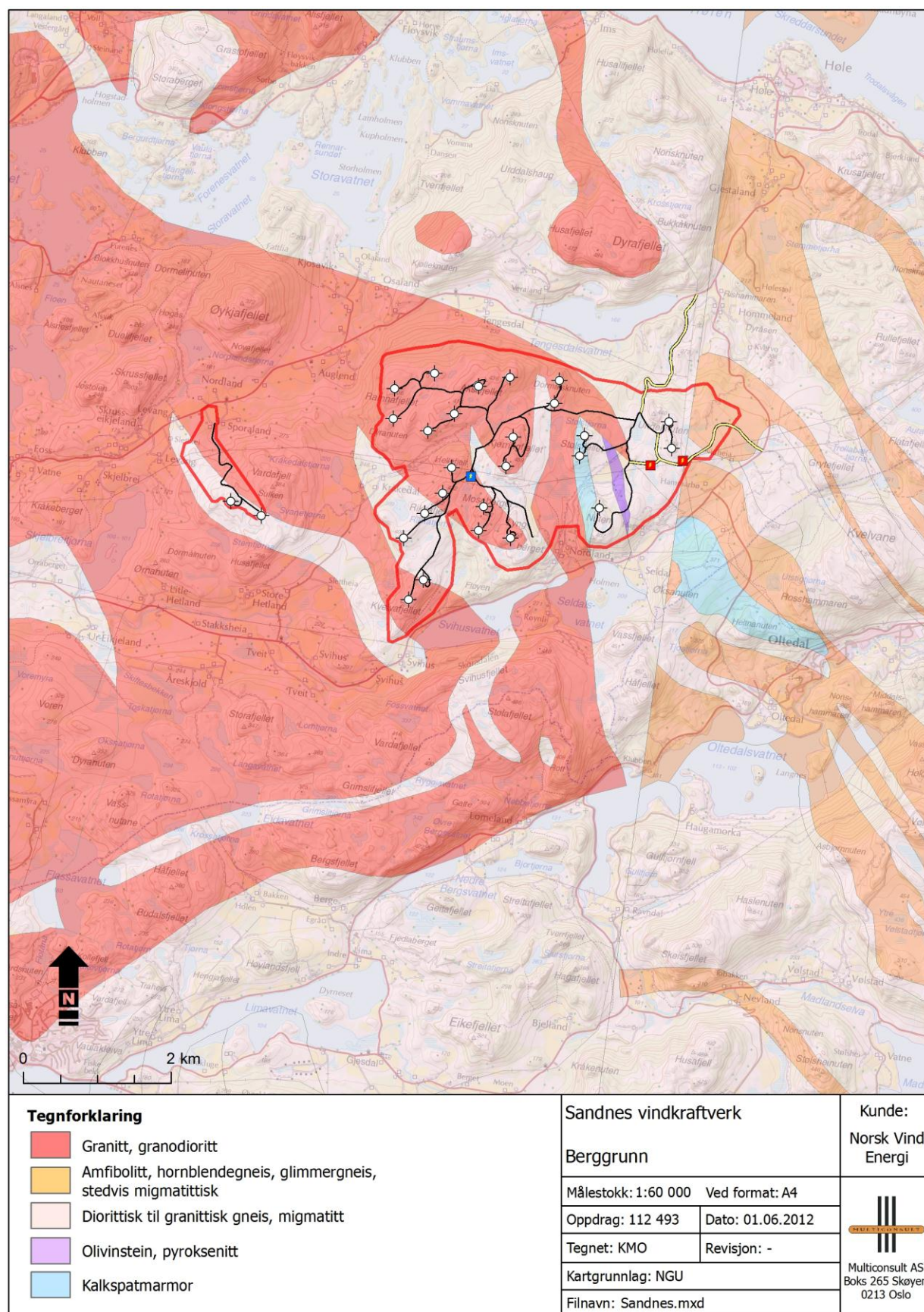
Avstanden fra planområdet til nærmeste registrerte fjellbrønn er omlag 1 km, men det er sannsynlig at ikke alle brønner i området er registrert i NGU sin database. Utreder er kjent med at boligbebyggelsen i nærområdet i hovedsak har egen vannforsyning i form av brønner.

Avstanden mellom vindturbiner og veier og nærliggende helårsboliger er såpass stor at sannsynligheten for negativ påvirkning er minimal.

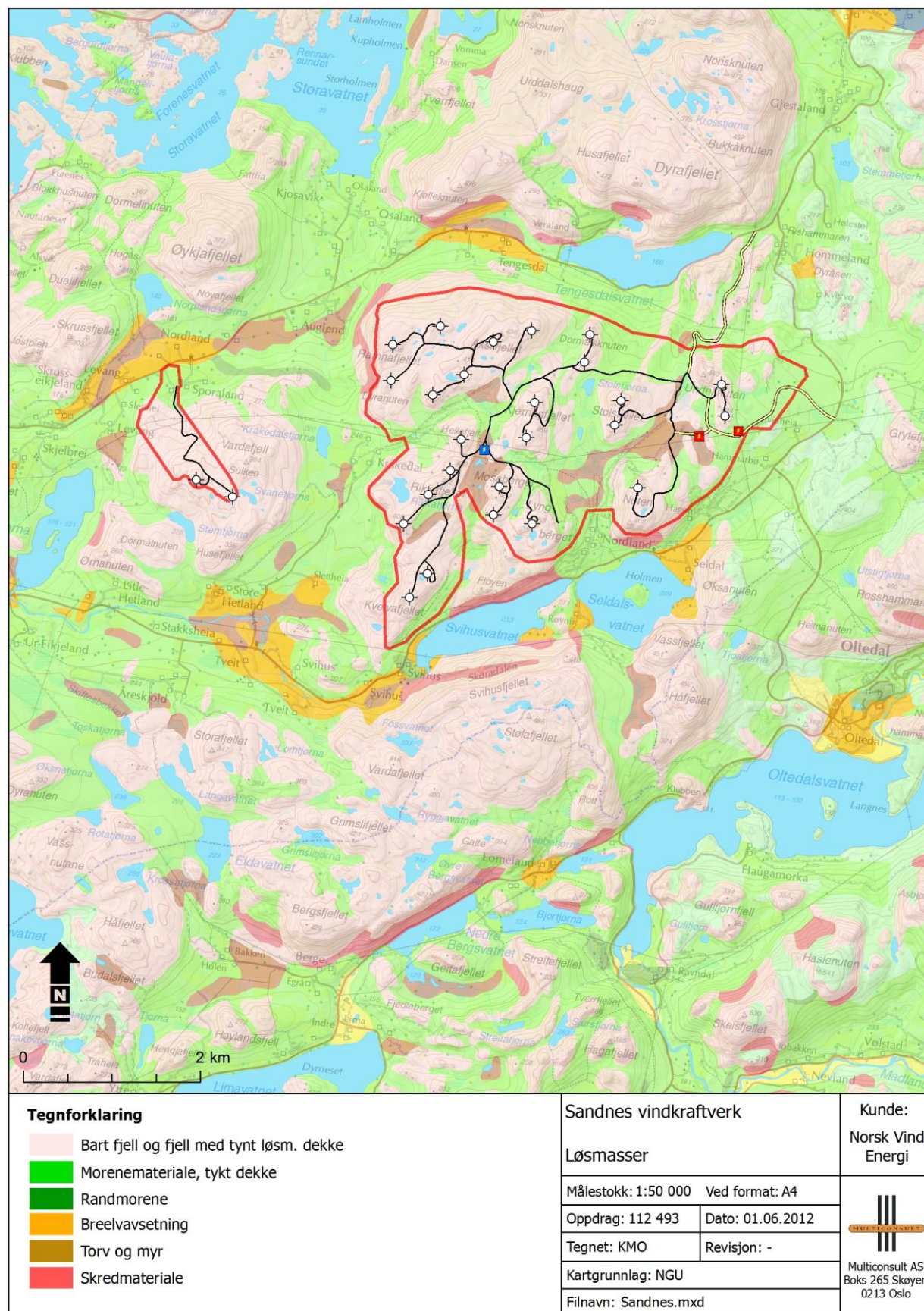
5.2.5 Andre sårbare lokaliteter

Planområdet berører det vernede vassdraget Imselva.

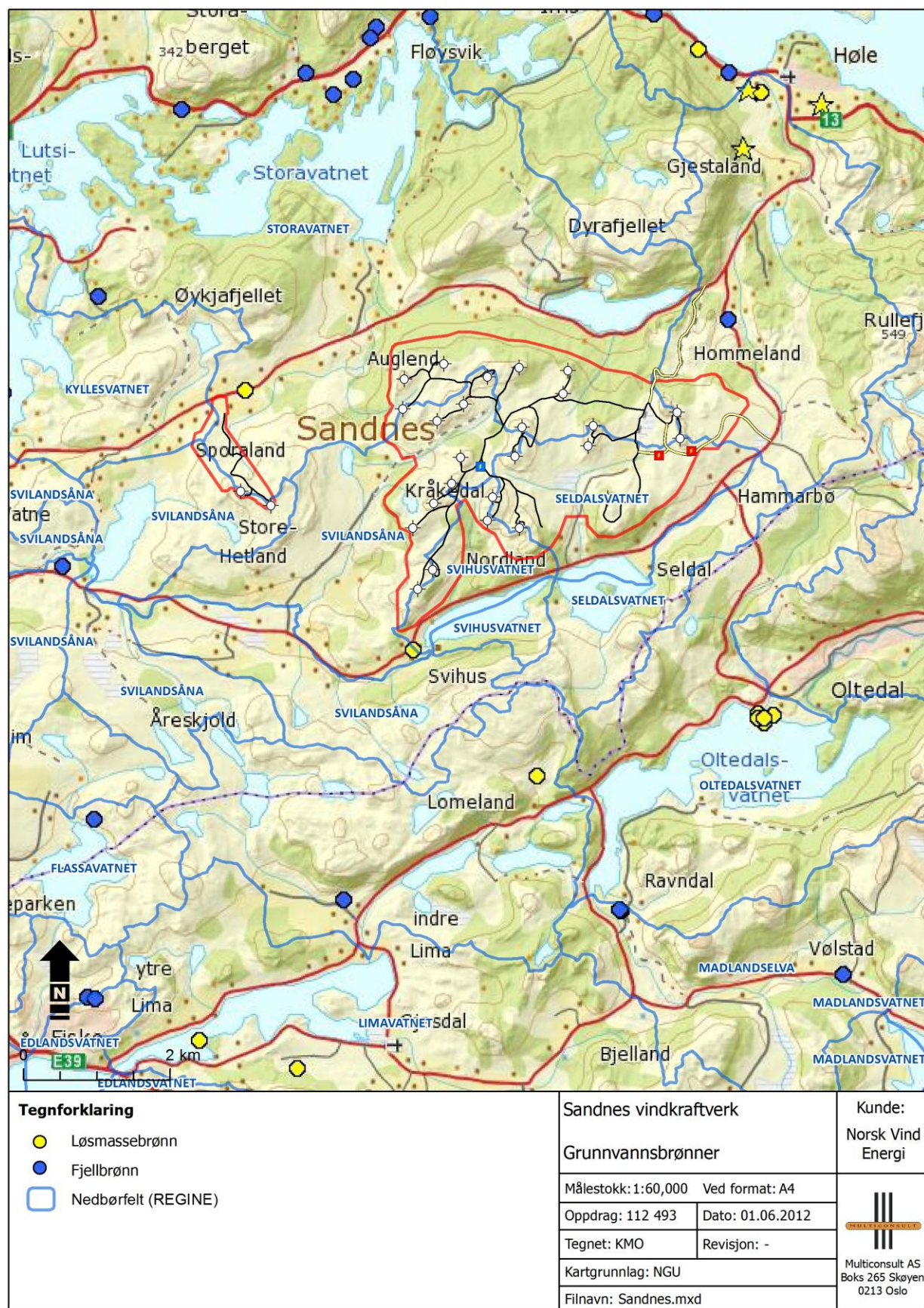
Ingen vindturbiner er planlagt plassert innen for nedbørfelt for kommunal- eller fellesanlegg for drikkevannforsyning.



Figur 6. Berggrunn, nedbørsfelt og brønner i området (NGU)



Figur 7. Løsmassene i planområdet (NGU)



Figur 8. Nedbørsfelt og brønner i området (NGU) og (NVE Atlas).

5.2.6 Avfallshåndtering i regionen

Avfallshåndteringen i Sandnes utføres av Renovasjonen IKS (husholdningsavfall).

Det er renovasjonsordninger for de fleste typer avfall. Restavfall leveres til forbrenningsanlegget på Stokka/Forus. Våtorganisk leveres til IVAR's komposteringsanlegg på Hogstad. Mesteparten av husholdningsavfallet selges til gjenvinningsfabrikken til Norske Skog like utenfor Trondheim og blir til avispapir. Plastemballasje fra kommunens miljøstasjoner levers til Fretex's sorteringsanlegg på Gausel, og glass- og metallemballasjen blir levert videre til Syklus på Onsøy i Fredrikstad.

Organisk farlig avfall (spillolje, oljeholdig avfall etc.), som er brennbart, leveres til sementfabrikken Norcem i Brevik. Uorganisk avfall (etsende kjemikalier som syrer, lut, avfettingsvæsker etc.) blir behandlet på NOHA Langøya ved Holmestrand eller Christiania Spikerverk.

5.2.7 Forholdet til eksisterende planer

Planområdet for Sandnes vindkraftverk er angitt som LNF-sone i kommuneplanens arealdel. I tillegg er det angitt flere hensynssoner "*landbruk, friluftsliv, landskap, naturmiljø eller bevaring kulturmiljø*".

5.3 Mulige konsekvenser

5.3.1 Elektrisitetsproduksjon og vindkraft i et globalt forurensningsperspektiv

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

Livsløpsanalyser

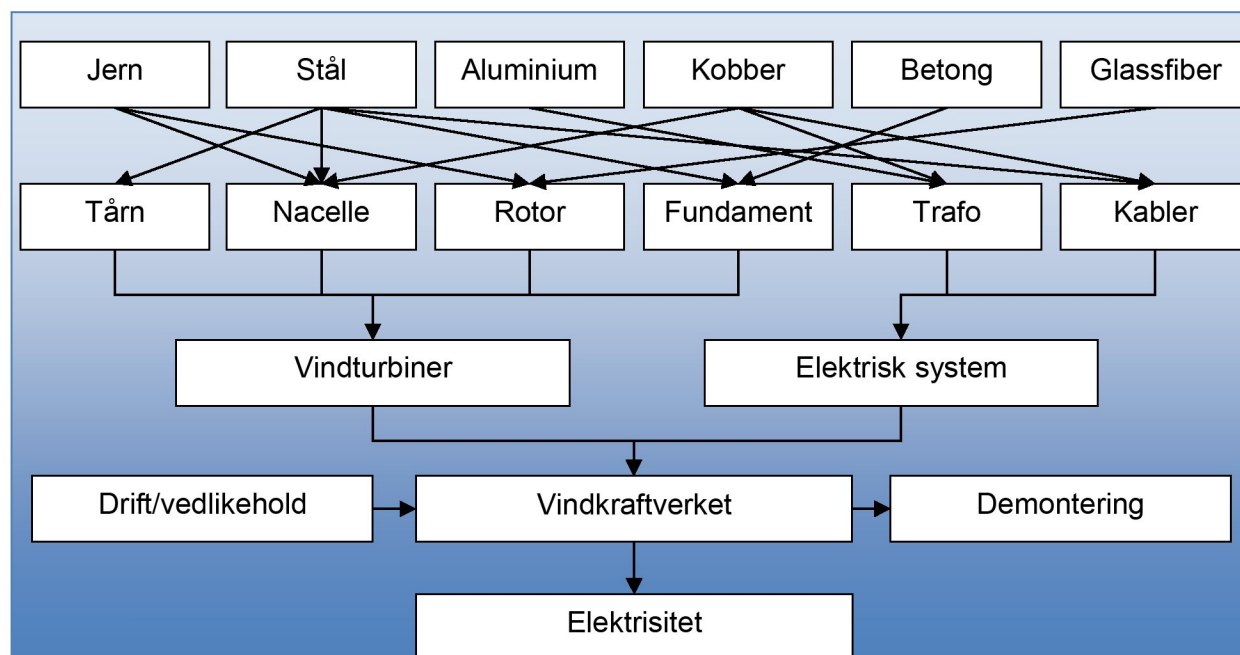
Vindkraft, i motsetning til bl.a. kullkraft og gasskraft, benytter ikke fossile energikilder i elektrisitetsproduksjonen, og har følgelig ingen utslipp av klimagasser i driftsfasen. I et miljøregnskap må man imidlertid også se på energiforbruk og utslipp knyttet til produksjon, installering og demontering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

Disse aspektene bør med andre ord vurderes i et livssyklusperspektiv, for å gjøre det enklere å sammenlikne ulike former for energiproduksjon. En såkalt livsløpsanalyse, eller Life Cycle Analysis (LCA), er et verktøy som benyttes for å analysere utslippene fra hele verdikjeden til et produkt eller en tjeneste. En forenklet verdikjede for kraft produsert fra et vindkraftverk er skissert i figur 9.

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

En litteraturstudie utført ved NTNU i 2009 (Arvesen m.fl., 2009), har gjennomgått 28 LCA-studier av vindkraft, publisert i perioden 2000-2009. Studiene er hentet fra flere land, hovedsakelig i Europa. LCA-studiene undersøker blant annet energiforbruk (energitilførsel pr

produsert kWh) og utslipp av klimagasser (pr produsert kWh) for vindkraft i et livssyklusperspektiv.



Figur 9. Forenklet verdikjede for et vindkraftverk.

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

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

Resultatene fra studien angir en gjennomsnittlig energitilbakebetalingstid på 3,2 måneder. Dette betyr at et vindkraftverk vil ha levert samme mengde elektrisitet til nettet som det som går med til produksjonen av kraftverket etter drøyt tre måneder. Tallene på klimagassutslipp per kWh er funnet å ligge mellom 5 og 20 g CO₂-ekvivalenter/kWh.

Dersom en sammenlikner klimagassutslippene fra vindkraft med andre konvensjonelle kraftteknologier, viser studiene at vindkraft har de laveste utslippene per kWh kraftproduksjon. For sammenlikning av vindkraft med andre energiteknologier, peker NTNU-studien på en studie publisert i *Energy and Environmental Science* i 2009 (Jacobsen m.fl., 2009). Denne studien sammenlikner klimaintensiteten fra vindkraft med andre klimavennlige kraftteknologier. Resultatene fra denne studien er supplert med resultater fra andre studier, og gjengitt i tabell 12.

Tabell 12. Klimautslipp ved forskjellige produksjonsteknologier

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

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

En tilførsel av ny fornybar energi i det nordiske kraftmarkedet vil, på samme måte som en reduksjon i kraftforbruk, redusere mengden fossil kraft produsert i Norden. NVE anslår klimaintensiteten til gjennomsnittet av kraft som blir erstattet i Norden ved redusert forbruk er om lag 600 g CO₂/kWh i et livssyklusperspektiv.

Dersom en trekker fra maksimalestimatet på klimautslipp fra vindkraft, dvs. 20 g CO₂/kWh, får en at den globale klimagevinsten ved å bygge Sandnes vindkraftverk kan anslås til 580 g CO₂/kWh. Ved en årlig produksjon av kraft på 240 GWh, vil reduksjonen i klimautslipp bli ca. 140 000 tonn pr år. Dette tilsvarer da 2,8 millioner tonn over anleggets levetid på 20 år.

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

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

5.3.2 Vindkraft i et lokalt forurensningsperspektiv

Det er i all hovedsak vassdrag og jordsmonn i planområdet som vil kunne være utsatt for forurensning fra vindkraftverket. I drift vil et vindkraftverk normalt ikke medføre forurensende utslipp til grunn eller vann, men uhellsutslipp i forbindelse med drift og vedlikehold (oljeskift, transport, havari etc.) av vindkraftverket kan forekomme. I anleggsfasen er det derimot en viss, men fortsatt liten, risiko for forurensning og utilsiktede utslipp.

5.3.3 Anleggsfasen

Den største faren for forurensning til grunn og vassdrag under anleggsfasen er anleggsdrift og masseflytting nær vassdrag, og fare for drivstoff/oljespill i tilknytning til påfylling, småreparasjoner og drift av anleggsmaskiner samt uhell i forbindelse med frakt av drivstoff fra sentrallageret til anleggsmaskinene.

Når det gjelder avfallsgenerering av alle kategorier avfall, vil denne være størst under anleggsperioden. Det antas en total byggetid på 14-18 måneder for Sandnes vindkraftverk.

Anleggsaktiviteten vil i tillegg til montering av vindturbiner, innbefatte tradisjonell anleggsvirksomhet som etablering av atkomst- og internveier, produksjon av betongfundamenter, bygging av kraftledninger, samt transformatorstasjon og servicebygg. Et miljøoppfølgingsprogram for anleggsperioden vil legge føringer for anleggsarbeidet for å sikre at hensynet til natur og miljø ivaretas. Et slikt program blir som regel, utarbeidet for større utbygginger som vindkraftverk.

En del av anleggsfasen vil også innebefatte den eventuelle rivingen av vindkraftverket. Problemstillingene knyttet til denne fasen vil være de samme som under byggingen, men materialer til gjenbruk etc. vil være forskjellige. Vi har i denne utredningen ikke vurdert rivefasen spesielt.

Forurensning

Luftforurensning ansees ikke som noe problem for den typen anleggsarbeid og virksomhet.

Det vil i hovedsak være nærliggende lokale drikkevannskilder og vassdrag, eventuelt grunnvann og jordsmonn ved anleggsstedet som kan bli påvirket av forurensning. Avrenning av forurensning som kan utgjøre en fare for forurensning av lokale vassdrag, vil i første rekke være erosjon av humus og finpartikulært materiale, samt uhellsutslipp av drivstoff, olje og kjemikalier.

Tabell 13 gir en oversikt over de mest sannsynlige forurensningstruslene og konsekvensene av disse.

Tabell 13. Konsekvenser av forurensning i anleggsfasen

Forurensningstrussel	Konsekvens
Erosjon og avrenning av finpartikulært materiale fra anleggsvirksomhet (fra sprengning, masseforflytning, betongarbeid, etc.)	Partikkelforurensning vil ha negativ påvirkning på drikkevann.
	Negativ påvirkning på fisk (fiskens gjeller) og gyteplasser på grunn av økt turbiditet.
	Reduserte estetiske kvaliteter i vassdrag på grunn av økt partikkelinnhold og tilslamming.
Avrenning av sprengstoffrester og andre kjemikalier som injeksjonsmidler og betongherdere.	Avrenning av ammonium fra sprengstoffrester vil i kontakt med basisk avrenningsvann fra betong, gå over til ammoniakk som har negativ effekt på vannlevende organismer (dersom avrenning skjer direkte til vassdrag med liten vassføring).
Uhellsutslipp av diesel/ olje fra anleggsmaskiner	Utsiktet spill kan forurense grunn og vassdrag. Oljespill kan i ulik grad forventes å ha midlertidig effekt på biologiske forhold i vann.
Sanitærløp fra brakkerigger	Liten negativ påvirkning av vassdrag dersom ikke håndtert i henhold til myndighetsforskrifter.

Mengden og konsekvensen av et uhellsutslipp er avhengig av sted, hvilke stoffer som slippes ut, mengde utslipp og hvilke tiltak som iverksettes.

Tabell 14 viser sannsynlige enhetsmengder oljer og drivstoff per enhet under anleggsarbeidet. Det er store usikkerheter i tallene blant annet fordi entreprenør og type maskinelt utstyr ikke er valgt. Mengden og konsekvensen av et uhellsutslipp er avhengig av sted, hvilke stoffer som slippes ut, mengde utslipp og hvilke tiltak som iverksettes.

Tabell 14. Potensielt forurensende utstyr og oljemengder i anleggsfasen. Kilde: Sweco Grøner (2005).

Anleggsmaskiner	Aktivitet	Mengde (liter/stk)		
		Diesel	Hydraulikkolje	Smøreolje
Gravemaskiner	Masseforflytning	700	500	40
Hjullastere	Strøm/trykk	700	300	50
Dumpere		500	250	50
Aggregat/pumper		200	0	10
Tankanlegg og tankbil for drivstoff og oljer	Frakt	6000	0	100
	Lagring			
	Fylling			
	Tapping			
Brakkerigg/ oppstillingsplasser	Lagring av mindre enheter med olje og kjemikalier	Ukjent, men lavt tall	Ukjent, men lavt tall	Ukjent, men lavt tall

De negative konsekvensene forventes å være små for alle anleggskomponenter.

Når det gjelder den planlagte nettilknytningen, så vil etablering av nye kraftlinjer normalt være forbundet med små forurensningsproblemer. I anleggsperioden vil det foregå boring og sprengning i mastepunktene, men dette vil kun gi helt lokale virkninger.

Avfallsproduksjon

Hovedtyngden av avfall vil genereres i anleggsfasen. Tabell 15 viser et overslag over type avfall og forventede avfallsmengder for utbyggingen. Tallene er beregnet etter opplysninger hentet fra utredninger for Fræna vindkraftverk (Sweco Grøner, 2004), Kvenndalsfjellet vindkraftverk (Ambio, 2006) og erfaringstall fra Kjøllefjord, Hitra og Smøla II.

Konsekvensene av avfallet som genereres under anleggsarbeidene, er ventet å bli små, da det i all hovedsak er "standard" anleggsavfall som er resirkulerbart. Mengden av farlig avfall vil avhenge av omfang av grunnarbeider og valg av maskinpark. Strategi for vedlikehold av maskinparken kan også påvirke generering av farlig avfall.

Tabell 15. Estimat av type og mengde avfall i anleggsfasen.

Avfallstype	Komponenter	Mengde avfall, tonn	
		Mengde avfall per turbin	Total mengde avfall (27 stk à 3 MW)
Trevirke, papp, papir	Trevirke fra forskalinger	0,2	5,4
	Avkapp trevirke servicebygg	0,15	4,1
	Kabeltromler, ikke hentet	0,25	6,8

	Trekasser (emballasje)	0,32	8,6
	Lastepaller	0,1	2,7
	Papp og papir	0,1	2,7
	Sum	1,12	30,2
Metall	Avkapp av armeringsjern	0,25	6,8
Plast	Emballasje fra bygningsmaterialer	0,6	16,2
	Emballasje fra vinger	0,13	3,5
	Sum	0,73	19,7
Brennbart restavfall	Blandet avfall	0,2	5,4
	Avfall fra brakker	0,2	5,4
	Sum	0,4	10,8
Farlig avfall	Spillolje/ transformatorolje	<0,6	<16,2
Totalt ca.		3,1	83,7

* Det er antatt at vindturbiner på 3 MW produserer like mye avfall som 2,4 MW.

Ut fra tabell 15 anslås det at det vil bli produsert ca. 84 tonn avfall i anleggsperioden.

En avfallsplan sikrer at avfallshåndtering blir ivaretatt, og hindrer eventuelt negative virkninger av avfallsgenereringen i anleggs- og driftsfasen. En avfallsplan kan eventuelt utarbeides i samråd med renovasjonsselskapet som ivaretar avfallshåndteringen. Planen skal omfatte krav til avfallshåndtering for både anleggsentreprenør og leverandører, og en beskrivelse for håndtering av farlig avfall.

Alt produsert avfall i anleggsfasen vil bli sortert i henhold til gjeldende lover og regler, og levert til godkjent mottak/renovasjonsselskap.

5.3.4 Driftsfasen

Forurensning

Den viktigste potensielle forurensningskilden ved drift vil være uhellsutslipp av drivstoff, olje eller andre kjemikalier som benyttes i forbindelse med drift og vedlikehold av vindkraftverket. Dette kan dreie seg om spill av olje ved vedlikehold av turbiner og transformatorer, og andre utilsiktede utslipp ved bruk og service av mekanisk utstyr, samt utforkjøring og velt i forbindelse med transport av oljer, kjemikalier, utstyr og personell. Olje i giret og i det hydrauliske systemet i vindturbinen skiftes hvert tredje til femte år. Dette arbeidet tar normalt en dag (Multiconsult, 2008). Det er således liten fare for forurensning fra vindkraftverket når dette er satt i drift. Tabell 16 angir mengde olje i en vindturbin med og uten hovedgir.

Olje benyttes også som vibrasjonsdemping i selve tårnet¹ i enkelte turbintyper. I tillegg til nevnte produkter kan det være kjølesystem hvor det benyttes glykol.

For en såkalt vridningsregulert (pitch-regulert) vindturbin kan det være fare for oljesøl fra det hydrauliske system inne i navet. En nivåføler vil ved større tap enn ca 5 liter hydraulisk olje gi signal til styringssystemet som automatisk stopper rotasjonen av vindturbinen. Risikoen for oljesøl er begrenset til maks 50 liter. Overgangen mellom nav og vinge er tett slik at eventuell olje som renner forventes ikke å nå vingene. Selve nivåføleren for olje kan justeres slik at den blir ekstra sensitiv for oljetap og dermed hindre lekkasje (Elsam Engineering, 2006).

¹ Ca. 900 liter per tårn i følge Vestas

Tabell 16. Oljemengder i vindturbin med og uten hovedgir

Utstyrstype	Volum per vindturbin/enhet		
	Gir-/ hydraulikkolje	Smøreolje	Oljedemper
Vindturbin uten hovedgir ¹	14 liter	0,13 – 4 liter	
Vindturbin med hovedgir ²	100 liter	500 liter	10 liter
Trafostasjon til vindturbin ³		0 eller 800 - 1500 liter	
Servicebygg ⁴	40 – 780 liter	10 – 8100 liter	
Servicekjøretøy ⁵	80 liter diesel	2 liter	

¹ Vindturbin type E-70 E4 (Enercom GmbH) ² Typisk 3 MW turbin med hovedgir ³ Kan være tørrisolert

⁴ Forutsatt lagring for etterfylling av 3 turbiner og turbintrafoer ⁵ drivstofftank på transportmiddel (Ambio, 2009) og (Sweco Grøner, 2005).

Faren for forurensning fra sanitæranlegget i servicebygget er neglisjerbar, da dette er forutsatt utført i henhold til gjeldende forskrifter.

Konsekvensene ved et eventuelt uhellsutslipp av drivstoff eller olje, vil være som skissert for anleggsfasen over. De negative konsekvensene forventes med andre ord å være små.

Avfallsproduksjon

I driftsfasen vil det genereres beskjedne mengder avfall. I hovedsak vil det dreie seg om restavfall fra servicebygget, noe avfall og emballasje i forbindelse med vedlikehold, og diverse oljeholdig avfall fra vindturbiner og transformatorstasjon. Farlig avfall vil i hovedsak være i form av spillolje og brukte oljefilter. Tabell 17 viser et estimat av forbruk av oljefilter og generering av spillolje per år for de to utbyggingsalternativene.

Tabell 17. Estimat av type og mengde avfall i driftsfasen.

Avfallstype	Komponenter	Mengde, tonn	
		Tonn pr MW	81 MW
Farlig avfall	Oljefilter	1 - 3	81 - 243
	Spillolje	20 - 30	1620 - 2430

* Det er antatt at vindturbiner på 3 MW produserer like mye avfall som 2,4 MW (Multiconsult, 2010a).

Så lenge det oljeholdige avfallet fra vindturbinene lagres på en forsvarlig måte og leveres godkjent mottak i henhold til myndighetskrav, vil de negative konsekvensene av avfallet som genereres under anleggets driftsfase, være små eller ingen.

I driftsfasen vil det være naturlig å knytte servicebygget til kommunale renovasjonsordninger, da dette i hovedsak vil dreie seg om håndtering av forbruksavfall. I driftsfasen må det innarbeides driftsrutiner for håndtering av farlig avfall som oppstår i forbindelse med vedlikehold av anlegget.

5.4 Samlet konsekvensvurdering forurensning og avfall

Etablering av Sandnes vindkraftverk har i global og nasjonal sammenheng en positiv konsekvens for temaet forurensning og avfall fordi vindkraftverket vil produsere ren, fornybar energi som kan erstatte energi generelt fra fossile brensler som kull, olje og gass.

I et lokalt perspektiv utgjør vindkraftverket en meget liten fare for forurensning av de omkringliggende områder. Potensialet for forurensning er til stede både i anleggsfasen og under driften av anlegget. De potensielle forurensningsfarene minimeres gjennom god oppfølging av miljøoppfølgingsplanen, klare krav i entreprisene til entreprenørene som utfører anleggsarbeidene, og opplæring av driftspersonalet i vindkraftverket.

Dersom håndtering av avfall generert i anleggs- og driftsfasen, blir utført i henhold til gjeldende regler og etablerte renovasjons- og mottaksordninger i regionen, og vil det ikke føre til noen forurensningsproblematikk i plan- og influensområdet.

Samlet sett vurderes utbyggingen av Sandnes vindkraftverk å ha **ubetydelig til liten negativ konsekvens (0/-) i anleggsfasen** og **liten positiv konsekvens (+) i driftsfasen**. Hvor stor positivt virkning vindkraftverket vil ha avhenger av hvor mye energi generert fra fossile brenslers den nye fornybare energien fra dette vindkraftverket erstatter i løpet av sin levetid.

5.5 Avbøtende tiltak

Forurensningsfaren kan i stor grad forebygges ved at tiltakshaver stiller krav til entreprenør om sikker håndtering av kjemikalier samt gjennomfører oppfølgende kontroller. Det forutsettes at det etableres rutiner og nødvendige tiltak for å minimere forurensningsfaren. Det er liten fare for forurensning fra vindkraftverket når dette er satt i drift.

5.5.1 Avfallsplan

For å redusere konsekvensene av avfall som genereres i anleggs- og driftsfasen bør det utarbeides en enkel avfallsplan som legger til rette for forsvarlig og sikker avfallshåndtering. De enkelte avfallstyper sorteres, slik at ressursene utnyttes og behandlingskostnadene reduseres.

5.5.2 Miljøoppfølgingsprogram (MOP)

For å sikre miljøhensyn og hindre forurensning under utbyggingen, må det utarbeides et miljøoppfølgingsprogram. Denne planen beskriver relevante tiltak for å hindre forurensning, og setter krav til alle parter som er praktisk involvert i utbyggingen. Planen vil være et verktøy for å sørge for at miljøtiltak følges opp og implementeres. Faren for forurensning kan i stor grad minimeres ved å sette krav til entreprenørene, og påse at de har nødvendig informasjon om faren for forurensning som er forbundet med anleggsvirksomheten. Tema i miljøoppfølgingsplanen innarbeides normalt som poster i entreprisene.

Entreprenørene må bli gjort oppmerksom på at dersom det blir registrert forurensning som skyldes grov uaktsomhet fra entreprenørens side, vil konsekvensen bli at anleggsvirksomheten kan bli stanset med hjemmel i forurensningsloven. Det økonomiske ansvaret må bæres av entreprenøren som har forårsaket forurensningen.

5.5.3 Eventuell forurensning av lokale drikkevannskilder

Det må tas hensyn til vannuttaket for lokale drikkevannskilder under anleggsarbeidet. Dersom tiltaket antas å kunne komme i konflikt med vannuttaket må det inngås en dialog med eier av vannforsyningssystemet, og tiltak som erstatning av eksisterende vannkilde avklares. Prøvetaking av vannkvalitet før og under anleggsarbeid, bør tas som kontroll på om vannkilden blir påvirket og fremdeles er egnet som vannkilde for drikkevann.

Aktuelle avbøtende tiltak vil avhenge av omfanget. Ved omfattende forurensning vil boring av egen drikkevannsbrønn i fjell kunne være aktuelt.

5.5.4 *Erosjonsbegrensende tiltak, kontroll på avrenning*

Erosjonsbegrensende tiltak for anleggsområder bør iverksettes der dette er nødvendig. I anleggsperioden er det viktig at tilførselen av suspendert materiale til bekker og elver reduseres. Dette gjøres ved å beskytte mest mulig av gjenstående vegetasjon, riktig plassering av anleggsveier, massedeponier, riggområder etc., samt etablere midlertidige og permanente erosjonstiltak som hindrer direkte avrenning fra graveskråninger direkte til elv og vassdrag.

I servicebygget må det etableres godkjente interne løsninger for vannforsyning fra brønn eller overflatevannkilde.

Avløpsløsningen tilpasses de stedlige forholdene; gråvann til spredegrøfter eller tett tank og avløp fra toalett til tett septiktank.

5.5.5 *Rutiner for håndtering av drivstoff og kjemikalier*

Det må utarbeides rutiner for håndtering av olje, drivstoff og kjemikalier både for anleggs- og driftsfasen. En hver håndtering av potensielt forurensende stoffene må gjøres på et egnet, tilpasset sted, hvor utilsiktet spill samles opp og ikke forurenses grunn eller vassdrag.

Tilsvarende må det for transformatorstasjonen etableres en tett oppsamlingsgrube med tilstrekkelig volum til å samle opp en eventuell oljelekkasje.

Det må utarbeides beredskapsrutiner for håndtering og minimering av skadeomfanget av uhellsutslipp av drivstoff eller andre kjemikalier.

5.6 Oppfølgende undersøkelser

Det er ikke vurdert som nødvendig med oppfølgende tiltak for bygging av Sandnes vindkraftverk utover de nevnt i kapittel 5.5.3.

6 KARTLEGGING OG IDENTIFISERING AV UFORUTSETTE HENDELSER OG UHELL

6.1 Vindturbinhavari

Selv om turbinhavarier forekommer relativt sjelden, kan de oppstå. Havarier av vindturbiner kan skje dersom en turbin mister blader eller mister evnene til å bremse ned selve vindturbinen. Bladene eller deler kan også ramme tårnet som da kan kollapse og falle ned.

Undersøkelser i Danmark viser at ved havari av vindturbiner faller vanligvis delene ned like i nærheten av turbinen. I bare fem tilfeller har vingedeler truffet bakken mer enn 100 meter unna og i to av de fem tilfellene har deler havnet lenger vekk enn 300 meter fra turbinen. Deler som kastes lengst vekk er vanligvis deler fra komposittingene som normalt er støpt i glassfiber/polyester. Selve maskinhuset (nacellen) med generatoren faller normalt ned mindre enn 20-30 meter fra tårnet og kan føre til skader og oljeutslipp der. Siden det er deler av vingen som kastes lengst vekk vil disse kunne ramme både personer og materiell (Multiconsult, 2008b).

Tabell 18 viser turbinhavarier i Danmark i perioden 2000-2008. Opplysningene stammer fra fabrikanter, forsikringsselskaper og vindturbineiere, der nedfalte deler har utgjort en fare. I Danmark er det installert over 5 000 vindturbiner (Hervik, A. og Bræin, L., 2006).

Tabell 18. Turbinhavarier i Danmark i perioden 2000 - 2008

	Brann	Total havari	Nedfalt vinge	Nedfalte vingedeler	Totalt
2000					0
2001					0
2002	1		1	2	4
2003			1	3	4
2004			1	1	2
2005		1	2		3
2006			2	4	6
2007			3	2	5
2008		1	2		3
Totalt	1	2	12	12	27

Tabell 19 viser turbinhavarier i Norge i perioden 2002-2010. Opplysningene stammer fra NVE. I Norge er det installert 227 vindturbiner per september 2011.

Tabell 19. Turbinhavarier i Norge i perioden 2002 - 2010

	Brann	Total havari	Nedfalt vinge	Totalt
2002		1		1
2003				0
2004				0
2005				0
2006			1	1
2007				0
2008			1	1
2009				0
2010	1			1
Totalt	1	1	2	4

Moderne vindturbiner er utstyrt med en automatisk brems dersom vindhastigheten blir for høy. Ukontrollert rotasjon av vindturbinen skyldes tekniske problemer med vindturbinen, eller menneskelige feil.

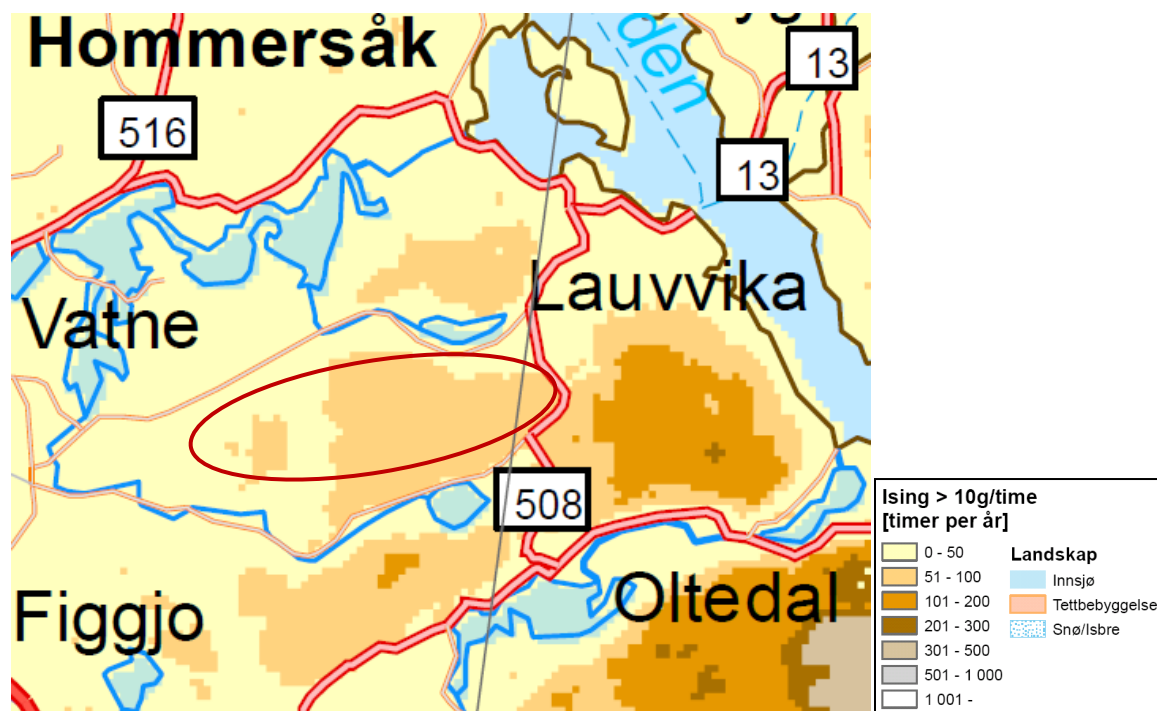
6.2 Ising og iskast

Ising av bladene på vindturbiner kan utgjøre sikkerhetsrisiko i form av skade på omgivelser ved ukontrollert kasting av isflak fra bladene. Størst skade vil kunne skje ved kraftig vind og høy rotasjonsfrekvens på turbinen.

Det forekommer isdannelse på vindturbiner under gitte kombinasjoner av vindhastighet, temperatur og luftfuktighet. Isdannelse skjer oftest når det er tåke og temperatur under 0° celsius. Den vanligste formen er underkjølte skydråper som fryser på kalde overflater de kommer i kontakt med. I tillegg kan underkjølt regn og kraftig snøfall ved temperaturer nær null, medføre ising.

Norsk Vind Energi har installert en vindmålemast i området hvor vindmålingene ikke har fungert i ca. 30 timer på grunn av ising i løpet av 2,5 år med målinger.

Kjeller Vindteknikk har utarbeidet et nasjonalt isingskartet på oppdrag for Norges vassdrags- og energidirektorat (Kjeller Vindteknikk, 2009). Utdrag av kartet for området hvor Sandnes vindkraftverk er planlagt er angitt i figur 10.



Figur 10. Ising Sandnes vindkraftverk (Kjeller Vindteknikk, 2009)

I henhold til isingskartet forventes det at det i hovedsak danner seg is på vingene på vindturbinene i Sandnes vindkraftverk 51-100 timer per år, dvs. ca. 0,6-1,1 % av tiden. Dette anses tilnærmet som sporadisk til lett ising i henhold til klassifiseringen i Tabell 20, eller kategoriene med de laveste hyppighetene av iskast.

Tabell 20. Klassifisering av ising i henhold til EUMETNET²

Site icing index	Dager med meteorologisk ising per år	Varighet av meteorologisk ising % per år	Intensitet av ising g/100cm ² /time (typisk)	Grad av ising
S5	>60	>20 %	>50	Svært sterk
S4	31-60	10-20 %	25	Sterk
S3	11-30	5-10 %	10	Middels
S2	3-10	< 5 %	5	Lett
S1	0-2	0,5 %	0-5	Sporadisk

Maksimal kasteavstand er ifølge en studie lik $1,5 \times (D + h)$, der D er rotordiameteren og h er høyden på navet. For Sandnes vindkraftverk kan f. eks h og D for turbinene være hhv. 94 og 112 meter³. Dersom dette legges til grunn, blir maksimal kasteavstand 309 meter. En studie, fra 1997, viser at de fleste isfragmenter som faller ned fra vindturbiner, som regel har en vekt på under 1 kg (Morgan, C., 1997). Sannsynligheten for at is i løpet at et år skal falle på et areal på 1 m² 50 meter fra turbinen, er 1/100, og sannsynligheten avtar med avstanden fra turbinen (Morgan, C., Bossanyi, E., og Seifert, H., 1998). Fra den samme vurderingen er sannsynligheten 0 mer enn 240 m fra turbinen.

Sannsynligheten for at uvedkommende befinner seg i vindkraftverket når det er tåke, underkjølt regn eller annen fare for ising antas å være liten. Basert på vurderingen over er faren for skade på 3. person liten. For å være på den sikre siden bør man imidlertid sørge for at det er satt opp et informasjonsskilt ved adkomstvegen som advarer mot iskast, samt at det bør opplyses om dette gjennom media og på prosjektets hjemmeside.

6.2.1 Brann

Som vist i Tabell 19 har brann vært årsaken til kun ett av 27 turbinhavarier i Danmark i perioden 2000 - 2009. I Norge har brann vært årsak til ett av fire turbinhavarier. Lynnedslag har tidligere "slått ut" vindturbiner. I moderne turbiner har ikke dette vært noe problem.

Hvor ofte brann eller lynnedslag har medført skade på mennesker eller miljø er ikke kjent. Med moderne styrings- og kontrollsystemer er sannsynligheten for brann redusert.

6.2.2 Oppbevaring og bruk av eksplosive stoffer

Faren for skade på mennesker og miljø knyttet til oppbevaring og bruk av eksplosive stoffer er kun relevant for anleggsfasen.

Mulige hendelser er knyttet til at sprengstoff og tennsatser som er kommet på avveie, fører til sprengningsulykke, eller at person som ikke er involvert i anleggsarbeidet, skades eller dør ved å ha forvillet seg inn på anleggsområdet under sprengingsarbeid og at steinsprut i forbindelse med sprengning i dagen treffer og skader vedkommende.

Selv om anleggsområdet er stort, vil det være langt fra boligområder. Det forutsettes at sprengstoff oppbevares i henhold til myndighetskrav nedfelt i "Forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff".

² EUMETNET: nettverk bestående av 24 europeiske lands offentlige meteorologiske tjenester. Lokalisert i Brussel.

³ Basert på en utbyggingsløsning med Vestas V112 3 MW vindturbiner.

6.2.3 Andre hendelser

I forbindelse med anleggsarbeidet og driften kan det oppstå situasjoner som fører til personellskader som fall-, klem- og støtskader. Vurderinger og tiltak knyttet til slike hendelser er en del av SHA-aktiviteten på anlegget (sikkerhet, helse og arbeidsmiljø). Risikoen for denne typen hendelser reduseres ved å holde fokus på SHA, systematisk gjennomføring av "sikker jobb analyser" og sikkerhetsreducerende tiltak.

REFERANSELISTE

Ambio. (2006). *Kvenndalsfjellet vindpark, Åfjord kommune. Fagrapport forurensning og avfall. Rapport nr. 25604-1.*

Ambio. (2009). *Tilleggsutredninger for syv vindkraftverk i Bjerkreim, Gjesdal, Hå og Time kommuner.*

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

Boverket. (2009). *Vindkraftshåndboken - Planering och provning av vindkraftverk på land och til havs.*

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

Elsam Engineering. (2006). *Vindmølleprosjekt på Vittel plateauet. Risikoanalyse.*

EMD. (2008). *WindPRO 2.6 User Guide. 1. Edition.*

Forskningscenter Risø. (2008). *Foreløbig undersøgelse av to møllehavarier på Vestasmøller den 22. og 23. februar 2008, Risø DTU.*

Hagedorn, G., & Ilmberger, F. (1991). *Kumulierter Energieverbrauch für die Herstellung von Windkraftanlagen," Forschungsstelle für Energiewirtschaft, Im Auftrage des Bundesministeriums für Forschung und Technologie.*

Hervik, A. og Braæin, L. (2006). *Et samfunnsøkonomisk perspektiv på vindkraft. Vindkraftutbygging av arealkonflikter. ISBN 82-7830-086-0.*

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

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

Kjeller Vindteknikk. (2009). *Vindkart for Norge. Kartbok 3a: Isingskart i 80 m høyde. Målestokk 1:600 000. Appendiks til rapport nr. KVT/ØB/2009/038.*

Miljøverndepartementet. (2005). *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442).*

Morgan, C. (1997). *Assessment of safety risks arising from wind turbine icing. EWEC Dublin.*
Morgan, C., Bossanyi, E., og Seifert, H. (1998). *Assessment og safety risks arising from wind turbine icing. Boreas IV (s. 113-121). Hetta: VTT.*

Multiconsult. (2010). *Hitra 2 vindpark, Hitra kommune. Risiko og sårbarhetsanalyse (ROS).*

Multiconsult. (2008). *Konsekvensutredning for Storheia vindpark, Bjugn og Åfjord kommuner. Tema forurensning og avfall. Oppdrag 117129.*

Multiconsult. (2010a). *Konsekvensutredning og etterundersøkelser Hitra Vindpark. Tema: forurensning og avfall.*

Multiconsult. (2008b). *Risiko- og sårbarhetsanalyse. Midtfjellet vindkraftverk, Fitjar kommune. Rapport nr. 18114.*

NGU. (u.d.). <http://www.ngu.no/no/hm/Kart-og-data/>.

NVE Atlas. (u.d.). <http://atlas.nve.no>.

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

Sør-Trøndelag fylkeskommune. (2007). *Fylkesdelplan Vindkraft i Sør-Trøndelag. Del 1: Faktadel - Midt Norge. Høringsutkast.*

Sweco Grøner. (2004). *Fagrapport forurensning og avfall, Fræna vindpark. Oppdrag 1333511, rapport nr.6.*

Sweco Grøner. (2005). *Frøya Vindpark - vurdering av forurensning og drikkevannskilde. Oppdrag 138551, rapport 01.*

Vindmølleindustrien. (1997). *Background information Note no. 16. Wind Power Note. Danish Wind Turbine Manufacturers Association.*

PERSONLIGE MEDDELELSER

Alexander Andrianos	Sandnes kommune
Finn Aarrestad	Grunneier
Mikal Nordbø	Grunneier
Torstein Thorsen Ekern	Norsk Vind Energi

VEDLEGG 1. DEFINISJONER STØY

L_{den}

A-veiet ekvivalent støy nivå for dag-kveld-natt (day-evening-night) med 10 dB / 5 dB ekstra tillegg på natt / kveld. Tidspunktene for de ulike periodene er dag: 07-19, kveld: 19-23 og natt: 23-07. L_{den} er nærmere definert i EUs rammedirektiv for støy⁴, og periodeinndelingene er i tråd med anbefalingene her. L_{den} -nivået skal i kartlegging etter direktivet beregnes som årsmiddelverdi, det vil si som gjennomsnittlig støybelastning over et år. For grenseverdier gitt i retningslinje eller forskrift kan ulike midlingstider gjelde.

Frittfelt lydnivå

Med frittfelt eller direktefelt menes når lydbølgene brer seg fra kilden uten å reflekteres. Frittfeltverdi er lydnivå når det kun tas hensyn til direkte lydnivået, og ser bort fra refleksjon fra fasaden på den aktuelle bygning. Refleksjon fra andre flater skal imidlertid regnes med.

Bygning med støyfølsom bruk

Bolig, skole, barnehage, helseinstitusjon, fritidsbolig, kirke og andre bygg med religiøs karakter, kulturbygg og andre bygninger med tilsvarende bruksformål. Vær oppmerksom på at i disse retningslinjene gjelder grensene for utendørs støy nivå ved boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, fritidsboliger, skoler og barnehager. Lydkravene i teknisk forskrift⁵ gjelder imidlertid også for andre typer bygninger med støyfølsomt bruk, som kontorer og overnattingssteder.

Stille områder

Områder som etter kommunens vurdering er viktige for rekreasjon, natur- og friluftsinnteresser og er ønskelig 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 L_{den} 50dB. Utenfor tettbebyggelsen gjelder dette områder hvor støypåvirkningen er under L_{den} 40 dB.

Støysoner

Område rundt støykilde definert ut fra støy nivåer gitt i tabell 1.

Bygg- og anleggsvirksomhet

Omfatter aktiviteter knyttet til oppføring og ferdigstillelse av bygninger, bygging av samferdselsanlegg og annen infrastruktur, samt riving, ombygging og vedlikehold av tilsvarende konstruksjoner. Andre typer støyende aktiviteter med tidsavgrenset varighet, som ikke naturlig dekkes under begrepet "industri", kan behandles på samme måte som bygg- og anleggsstøy.

Multiconsult AS
Postboks 265 Skøyen
0213 Oslo