

Notat – Vurdering av skyggecast fra Moldalsknuten vindkraftverk

Oppdragsnavn **Moldalsknuten vindkraftverk regulering og KU**
Prosjekt nr. **378020443**
Kunde **Norsk Vind Moldalsknuten AS**
Notat nr. **01**
Versjon **2**
Til **Norsk Vind Moldalsknuten AS**
Fra **Rambøll**
Kopi

Utført av **Kristian Marcussen, Endre Tenggren**
Kontrollert av **Endre Tenggren**
Godkjent av **Christian Dunker Furuly**

1 Innledning

Norsk Vind Moldalsknuten AS planlegger etablering av Moldalsknuten vindkraftverk i Sokndal kommune i Rogaland. Det planlegges etablering av et vindkraftverk på 7 eller 8 turbiner, med en installert effekt på opp til cirka 40 MW. Etablering av et vindkraftverk av denne størrelsen krever både en områderegulering etter plan- og bygningsloven og en konsesjon etter energiloven, der myndighetene er henholdsvis Sokndal kommune og Norges vassdrags- og energidirektorat. Vindkraftverk over 10 MW krever også utarbeidelse av planprogram/melding med påfølgende konsekvensutredning.

Norsk Vind Moldalsknuten har engasjert Ecofact Norge AS og Rambøll Norge AS til å utføre konsekvensutredningen for prosjektet. Konsekvensutredningens utgangspunkt er vedtatte planprogram og utredningsprogram fastsatt av Sokndal kommune den 28.10.2024 og av NVE den 20.12.2024.

Denne rapporten er en beregning og konsekvensvurdering av skyggecast fra Moldalsknuten vindkraftverk. Generelle spørsmål til konsekvensutredningen kan rettes til koordinator for konsekvensutredningen i Rambøll:

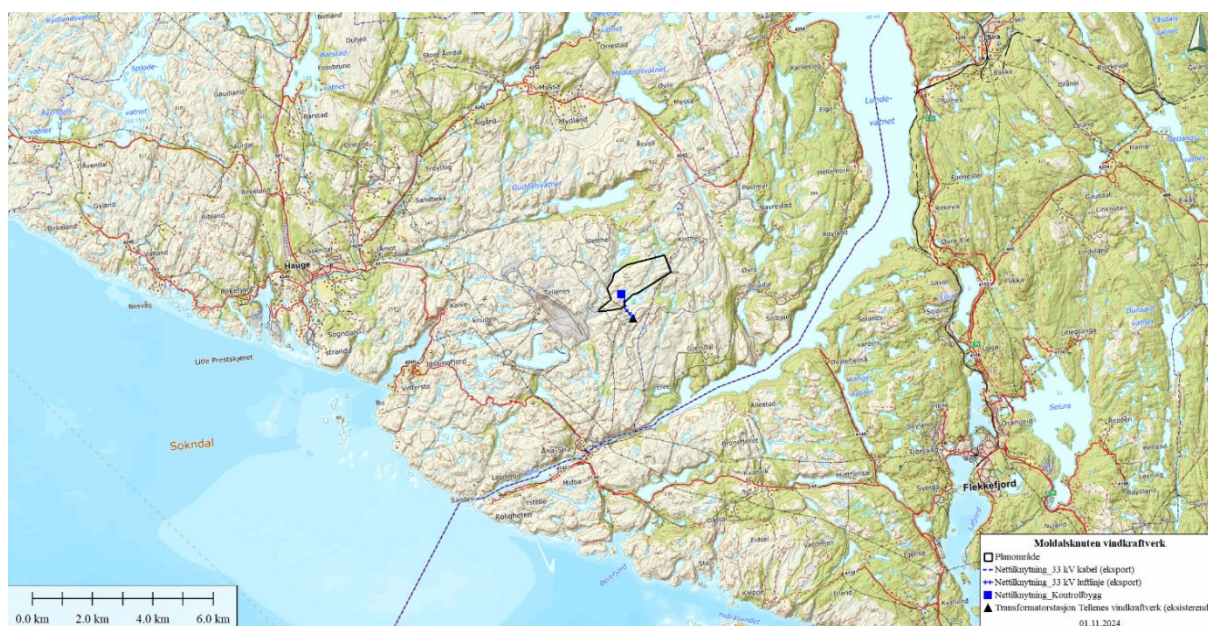
Kristian Marcussen
E-post: Kristian.marcussen@ramboll.no
Tlf.: 416 14 040

Spørsmål knyttet til Norsk Vind Moldalsknuten AS rettes til:

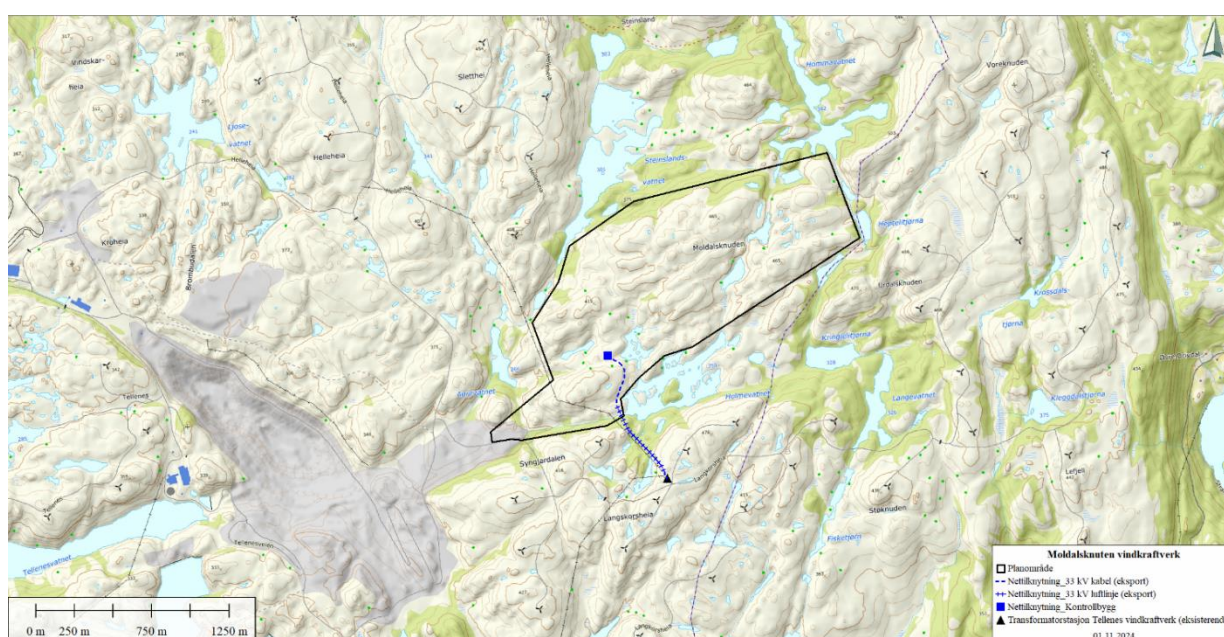
Magnus Grinde
E-post: grinde@vind.no
Tlf.: 977 03563

2 Om prosjektet

Moldalsknuten vindkraftverk er planlagt som en utvidelse av det allerede eksisterende Tellenes vindkraftverk, og har til hensikt å utnytte den dokumentert gode vindressursen i området, som har en beregnet middelvind på rundt 8,0 på 115 meters høyde. Planområdet omfatter et kupert fjellterreng mellom 350 og 450 moh, og dekker ca. 2,0 km². Området ligger inneklemt mellom eksisterende delområder av Tellenes vindkraftverk og i nærheten av Titania AS sine uttaks- og lagringsområder. Dette gir en unik mulighet for synergi mellom prosjektene, med minimal ekstra infrastruktur og konsentrering av inngrep. Denne beskrivelsen av prosjektet er et sammendrag av de mest sentrale delene av utbyggingen. En fullstendig prosjektbeskrivelse fremgår av konsesjonssøknaden, planforslaget og konsekvensutredningen.



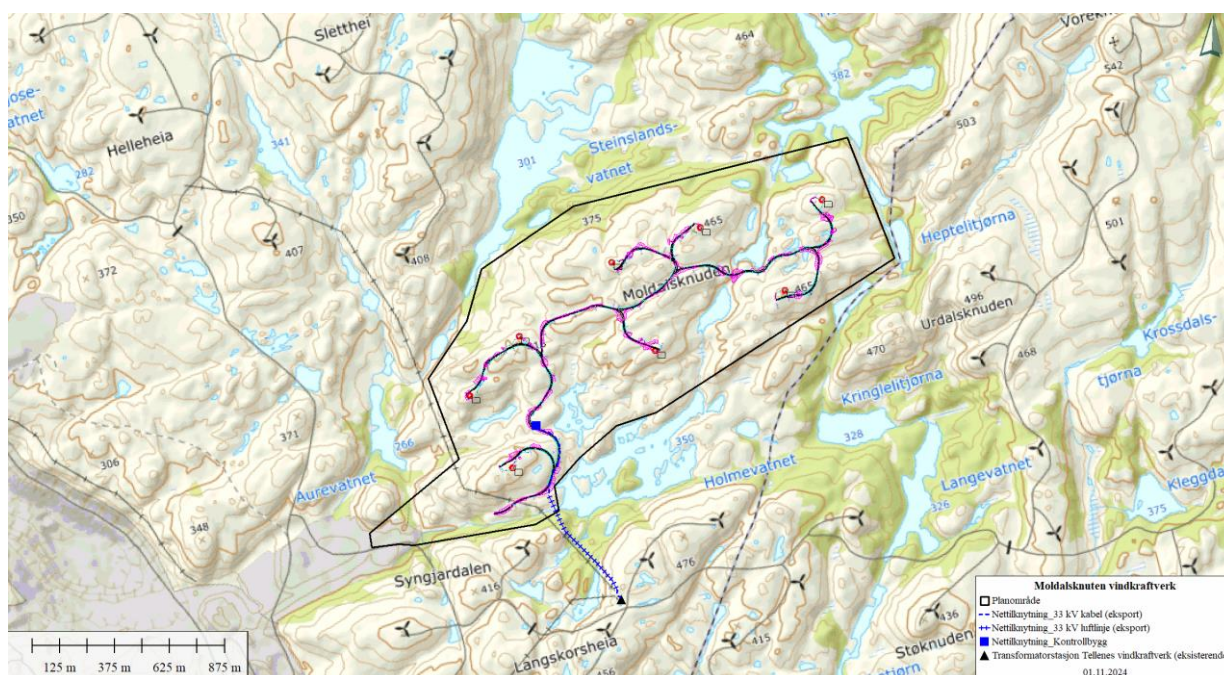
Figur 2-1 – Oversiktskart over lokaliseringsområdet for Moldalsknuten vindkraftverk.



Figur 2-2 Planområde for Moldalsknuten vindkraftverk

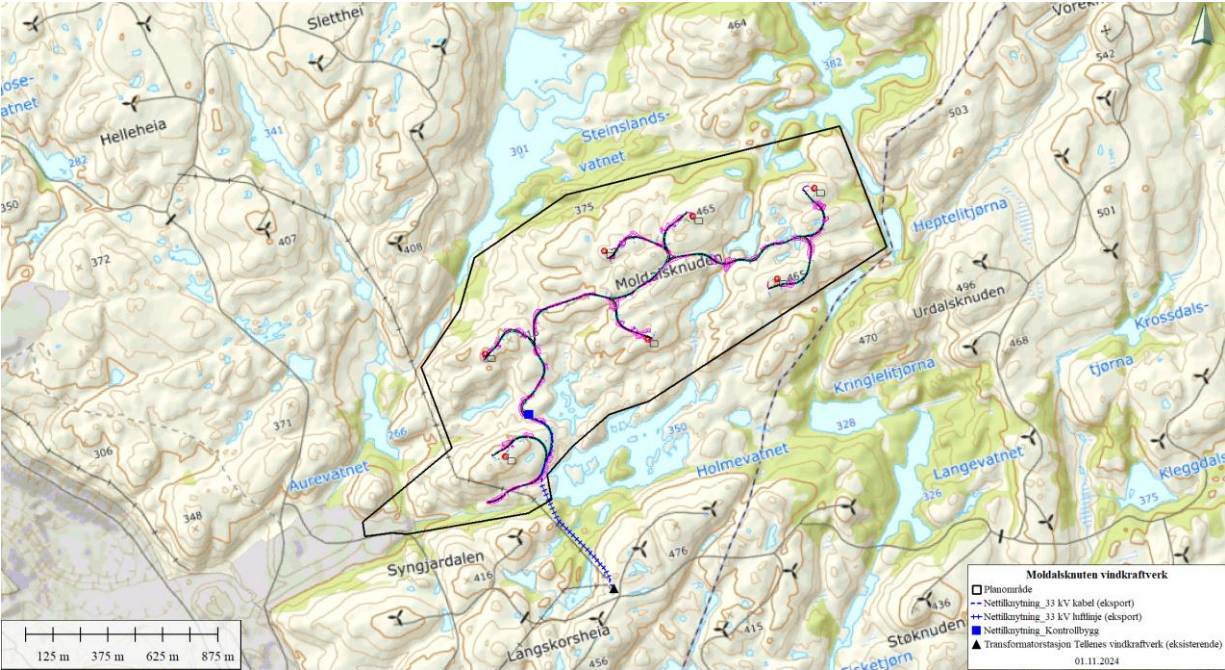
Tiltakshavers planforslag åpner for to alternative utbyggingsløsninger, henholdsvis «Layout A» med 8 stk vindturbiner eller «Layout B» med 7 stk vindturbiner (jf. Figur 2-3 og Figur 2-4). De to layoutene er identiske foruten vestre del av planområdet. Her inkluderer Layout A to stk turbiner langs høydedraget rett øst for Aurevatnet, mens Layout B kun har én turbin i det samme området.

Årsaken til at to ulike utbyggingsløsninger inngår i planforslaget er at det på nåværende tidspunkt er umulig å konkludere på hvorvidt det er plass til to turbiner innenfor dette området, ettersom det igjen vil avhengig av nøyaktig hvilken turbinmodell/rotordiameter som velges dersom tiltaket realiseres. Konsekvensutredningen vurderer enten begge utbyggingsløsninger (hvis relevant for det aktuelle utredningstema) eller den utbyggingsløsning hvor man kan forvente høyest konsekvensgrad¹.



Figur 2-3 . Layout A med 8 turbinposisjoner.

¹ Eksempelvis er støy- og skyggekastberegninger kun gjennomført for Layout A ettersom Layout B uansett vil medføre mindre støy og skyggekast



Figur 2-4 . Layout B med 7 turbinposisjoner.
Turbintype er ikke valgt, men maksimal turbinhøyde blir totalt 200 meter.

3 Utredningskrav

Konsekvensutredningens utgangspunkt er vedtatte planprogram og utredningsprogram fastsatt av Sokndal kommune den 28.10.2024 og av NVE den 20.12.2024. Hensikten er å belyse positive og negative virkninger av å etablere Moldalsknuten vindkraftverk og gi myndighetene et beslutningsgrunnlag. For skyggekast er det stilt følgende krav til utredning:

Utredningskrav	Utsvar i utredningen
Tiltakshaver skal beregne og beskrive omfanget av skyggekast fra vindturbinene. Det skal utarbeides et kart som viser omfanget av skyggekast for berørte helårs- og fritidsboliger. Det skal oppgis tidspunkt og varighet for berørte helårs- og fritidsboliger, samt avstand til vindturbinen.	Kapittel 6 viser beregningen av skyggekast fra Moldalsknuten vindkraftverk, herunder tidspunkter og varighet for berørte helårs- og fritidsboliger.
Det skal redegjøres for, og om nødvendig beregnes, sumvirkninger av skyggekast fra Moldalsknuten vindkraftverk på bygg som også blir utsatt for skyggekast fra Tellenes Vindkraftverk.	Det er vurdert virkninger av Tellenes og Moldalsknuten, basert på konsekvensutredningen for Tellenes vindkraftverk.
Tiltakshaver skal vurdere hvordan skyggekast fra vindturbinen kan påvirke bebyggelse, friluftsliv og eventuelle andre aktiviteter i plan- og influensområdet	Kapittel 6 oppsummerer hvordan skyggekast påvirker bebyggelse, friluftsliv og eventuelle andre aktiviteter i planområdet. Vurdering av

Metode: Utredningen skal utarbeides i henhold til NVEs veileder Skyggekast fra vindkraftverk og NVEs oppdaterte kunnskapsgrunnlag for vindkraft på land. Det skal redegjøres for metodebruk.

skyggekastpåvirkning er også omtalt i fagrapport folkehelse og fagrapport friluftsliv.

Metode fremgår av kapittel 4. NVEs veileder og anbefalinger knyttet til grenseverdier er benyttet i beregningen.

4 Om skyggekast

4.1 Hva er skyggekast

Når en eller flere vindturbiner kommer mellom solen og en mottaker oppstår skyggekast fra vindturbinene. Hvor omfattende skyggekast blir avhenger av høyde på turbin og lengde på turbinblader, tidspunktet på dagen, årstiden, avstanden mellom mottaker og turbin, driftsmønsteret til turbinen, og skydekket. Når mindre enn 20 prosent av solskiven dekkes av turbinbladet, regnes dette ikke lenger som skyggekast.

Både inne og ute kan bebyggelse og oppholdssteder nær vindkraftverk oppleve sjenerende skyggekast. På oppdrag fra NVE har Norconsult utarbeidet en rapport som viser at skyggekast fra moderne vindturbiner kan nå mottakere opptil 2 km fra den nærmeste vindturbinen. Likevel avtar skyggens intensitet med avstanden. Over 2 km fra turbinene vurderes skyggekastet som så svakt at det ikke medfører vesentlige plager for omkringliggende bebyggelse [1].

4.2 Virkninger av skyggekast

Skyggekast fra vindturbiner er lite utforsket i vitenskapelige studier, og er ikke spesifikt nevnt i WHOs oppsummeringer av helsevirkninger. Folkehelseinstituttet vurderte i 2018 at skyggekast påvirker helse og trivsel, hovedsakelig gjennom opplevd plage. En oversiktsartikkel fra 2014 konkluderte med at skyggekast fra moderne vindturbiner ikke utløser anfall hos personer med fotosensitiv epilepsi, på grunn av lave omdreiningshastigheter. En canadisk studie fant en sammenheng mellom nivåer av skyggekast og opplevd plage, og at dette ble forsterket av andre støy- og visuelle faktorer.

Skyggekast kan også påvirke opplevelsesverdi knyttet til eksempelvis friluftsliv og kulturmiljø.

5 Gjeldende retningslinjer og metode

5.1 Gjeldende retningslinjer

I Norge er det ingen fastsatte grenseverdier for skyggekast fra vindturbiner. NVE har etablert en forvaltningspraksis som er i tråd med retningslinjer for skyggekast i Danmark, Sverige og Tyskland. I NVEs veileder om skyggekast fra vindturbiner fra 2014 anbefales det at bygninger med skyggefølsomt bruk ikke utsettes for teoretisk skyggekast mer enn 30 timer per år eller 30 min per dag eller faktisk skyggekast mer enn 8 timer per år. Bygninger med skyggefølsomt bruk er blant annet helårsboliger, fritidsboliger i aktiv bruk, skoler og barnehager, sykehus og aldershjem [2]

5.2 Beregningsmetode

Beregningen er utført med «Shadow»-modulen i WindPRO 4.0.

I beregningen er det lagt til grunn NVEs veileder for beregning av skyggekast. Det opereres med både teoretisk skyggekast og sannsynlig skyggekast. Teoretisk skyggekast er et verste tilfelle scenario der:

- Solen skinner konstant i alle timer med dagslys
- Turbinene er alltid i bevegelse
- Vindretningen gjør at turbinene alltid står vendt mot skyggekastmottaker
- Mottakere regnes som «drivhus» med vinduer 360 grader mottakelig for skyggekast

Sannsynlig skyggekast er en realistisk tilnærming der:

- Solskinnsannsynlighet er fordelt over årets måneder
- Det leges til grunn årlig samlet driftstid for turbinene
- Driftstimer fordeles på ulike vindretninger.

Det skal beregnes skyggekast for bygninger med bruk som er følsomme for skyggekast, dvs.:

- Helårsboliger
- Fritidsboliger i aktiv bruk
- Skoler og barnehager
- Sykehus
- Alders- og sykehjem
- Hoteller og andre overnattingsbygg
- Kontor- og næringslokaler med regelmessige dagaktiviteter og med eksponerte vindusflater
- Kafeer, restauranter og veikroer

Det kan også være aktuelt å vurdere om de anbefalte grenseverdiene skal gjelde for:

- Veldefinerte kulturminner/kulturmiljøer med stor opplevelsesverdi/pedagogisk verdi
- Kirker og kirkegårder
- Parker, idrettsanlegg og lekeplasser
- Definerte turmål, utsiktspunkter og lignende
- Havneanlegg, marinaer

For Moldalsknuten vindkraftverk er ikke sistnevnte liste vurdert som relevant.

I NVEs veileder legges det til grunn følgende beregningsmetodikk [2]:

- *Det skal beregnes teoretisk skyggekast for bygg med skyggekastfølsom bruk. Ved spredt bebyggelse skal skyggekast beregnes for alle bygg. I tettbebyggelse kan det velges ut et representativt bygg blant de forventet mest eksponerte i bebyggelsen. Antall bygg i slike tettbebyggelser skal tallfestes. Det skal beregnes når på året/døgnet skyggekast kan inntreffe, herunder varighet.*
- *Det skal utarbeides isoskyggekart over teoretisk og sannsynlig skyggekast fra vindturbinene. I kartene som viser sannsynlig skyggekast skal det benyttes en standard faktor for solskinnsannsynlighet på 0,5, en retningsfordeling for vind fordelt på minst 8 sektorer og en årlig driftstid på 7000 timer.*
- *Beregningene av teoretisk skyggekast skal baseres på drivhustilstand, det vil si at bygningene ikke har én bestemt retning mot vindturbinene og at mottakeren har vinduer i alle retninger.*

Mottakeren skal være en standard vertikal flate på 2 x 2 meter hevet 2 meter over bakken med mindre spesielle forhold tilsier noe annet,

- *Beregningene skal ta hensyn til terrengets høydeprofil, høyde for skyggekastmottaker og skjermingseffekt av mellomliggende terreng. Det skal legges til grunn høydedata med minimum detaljeringsgrad på 20 meter ekvidistanse.*
- *Det er ikke nødvendig med beregninger av skyggekast for mottakere som er mer enn 1500 meter unna nærmeste vindturbin.*
- *Det skal forutsettes at skyggekast ikke forekommer når solen står lavere enn 3 grader over horisonten*

6 Vurdering av skyggekast fra Moldalsknuten vindkraftverk

6.1 Resultat fra beregninger

6.1.1 Forutsetninger

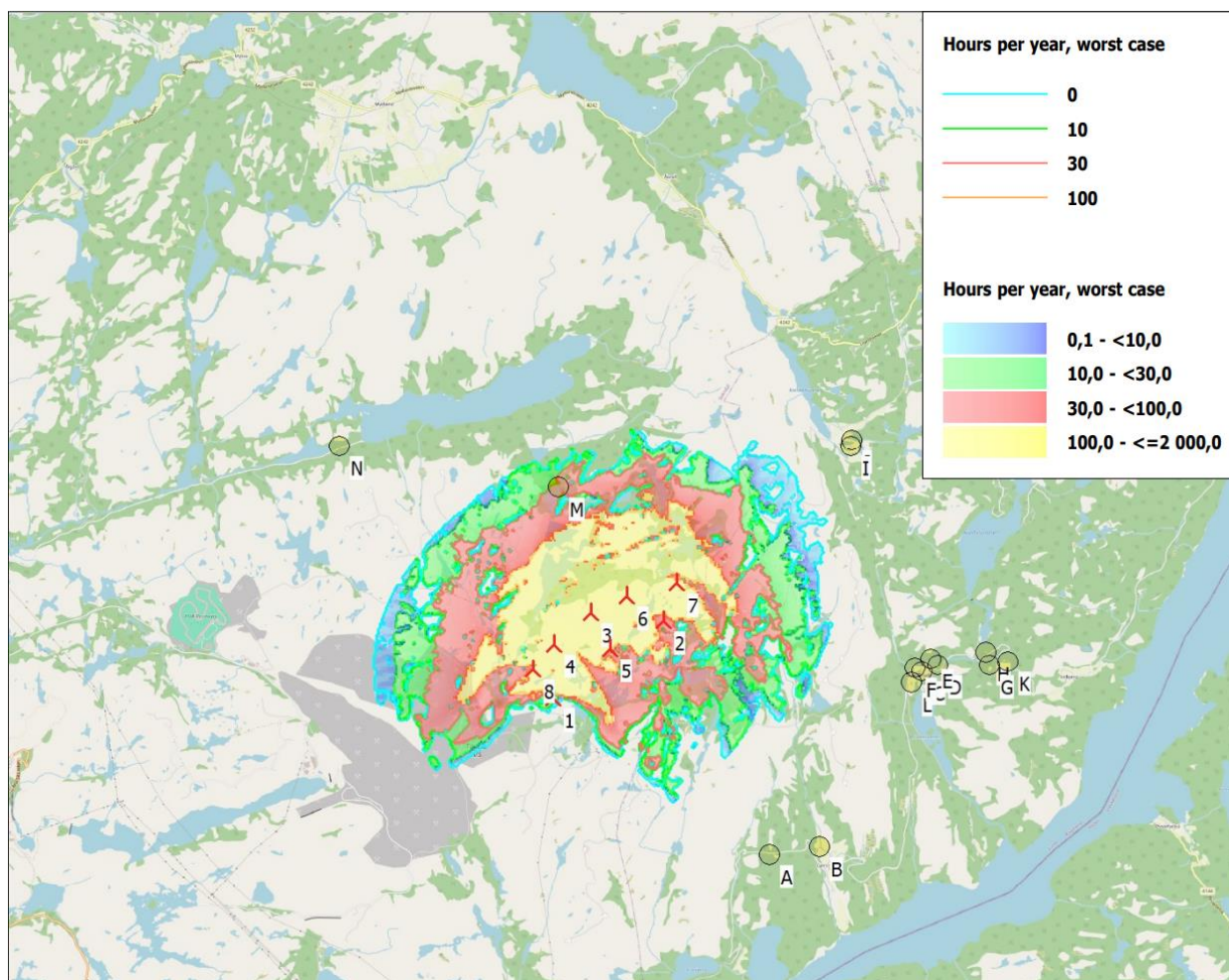
Følgende forutsetninger er lagt til grunn for beregningen:

- Største utbyggingsløsning med 8 turbiner er lagt til grunn for beregningen
- navhøyde 135 meter og totalhøyde 200
- minimum solhøyde overhorisont er 3 grader
- Reseptor er 1 meter over bakken
- Worst case scenario der:
 - solen skinner hele dagen
 - rotorblad er vinkelrett på linjen fra turbin til sol
 - turbinen er alltid i drift

6.1.2 Resultater fra beregning av skyggekast fra Moldalsknuten

Det er kun ett bygg med skyggekastfølsom bruk som ligger innenfor 1500 meter fra nærmeste turbin. Dette er en fritidsbolig nord for Moldalsknuten vindkraftverk, angitt med bokstaven «M» i figuren under. I et worst case tilfelle vil denne fritidsboligen få maksimal skyggekast pr år på 37:34 timer pr. år. Det er teoretisk potensial for at boligen kan få skyggekast 133 dager pr år. Beregningen viser videre at det blir maksimalt 27 minutter pr. dag. Beregningen viser at det er turbin nr. 3, 4, 6 og 7 som gir skyggekast til fritidsboligen på Steinsland. Avstanden til nærmeste turbiner (turbin 3 og 6) er cirka 1400 meter, det er også disse turbinene som gir mest skyggekast. Det foreligger ifølge tiltakshaver allerede en avtale mellom eier av fritidsboligen på Steinsland og tiltakshaver om at støy- og skyggekastverdier kan overstige grenseverdier.

Nedenfor viser teoretisk skyggekastberegning (worst-case) for Moldalsknuten vindkraftverk.



Figur 6-1 - Viser teoretisk skyggekastberegning fra Moldalsknuten vindkraftverk

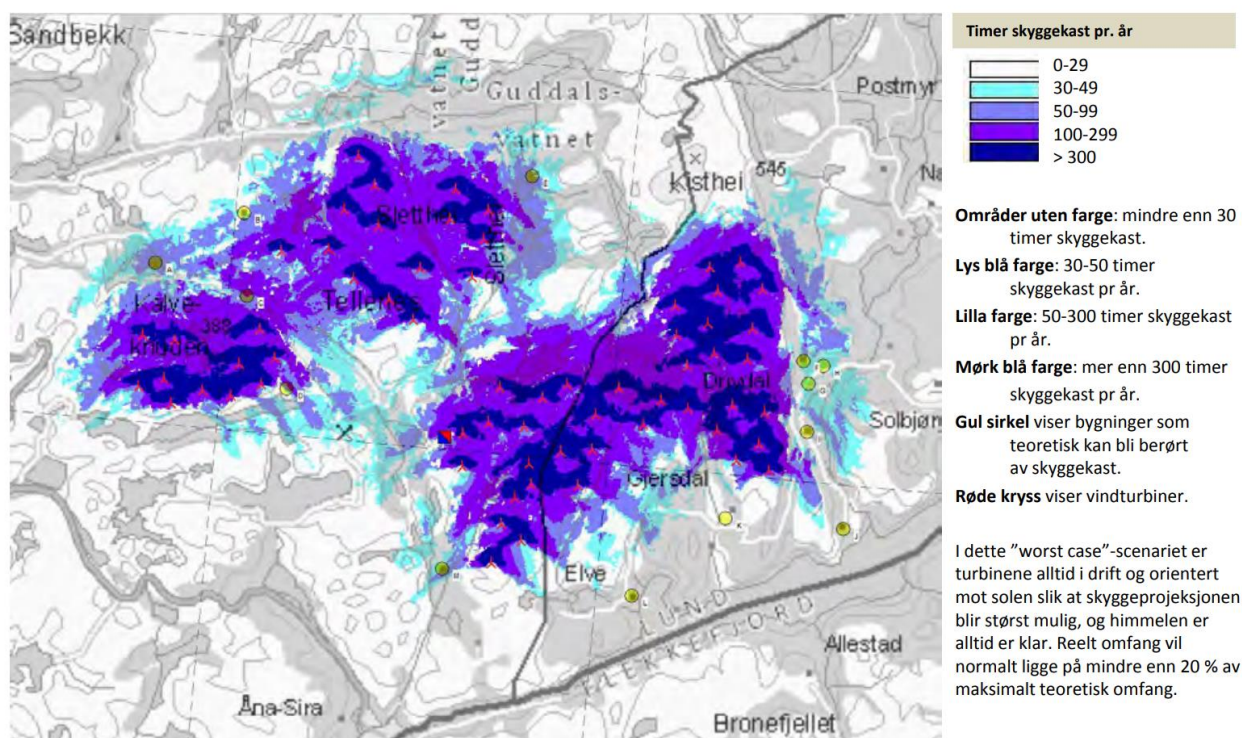
6.1.3 Tellenes og Moldalsknuten

I utredningsprogrammet er det bedt om vurdering av sumvirkninger av skyggekast fra hhv Tellenes- og Moldalsknuten vindkraftverk. I vurdering av sumvirkninger legges det til grunn at relevante bygg (bygg sensitive for skyggekast) med avstand over 1500 meter fra nærmeste turbin i Moldalsknuten ikke får sumvirkninger. Dette begrunnes i at NVEs veileder presiserer at det ikke er nødvendig å utføre beregninger av skyggekast for mottakere som er mer enn 1500 meter unna nærmeste vindturbin. Tidligere beregning av skyggekast fra Tellenes vindkraftverk (se figur 6-2) viser at det er flere bygninger som vil få skyggekast over grenseverdien. Med unntak av fritidsboligen ved Steinslandsvatnet, er det ingen av de øvrige byggene som ligger nærmere enn 1500 meter fra nærmeste turbin på Moldalsknuten. Med denne forutsetningen er det derfor kun fritidsboligen på nordsiden av Moldalsknuten («M» i figur 6-1) som teoretisk sett blir berørt av skyggekast fra både Tellenes og Moldalsknuten vindkraftverk.

Tiltaket vil kunne gi noe ekstra skyggekast for denne fritidsboligen ettersom Moldalsknuten-turbinene vil kunne medføre skyggekast fra en annen vinkel enn det dagens Tellenes-turbiner gjør. Endringen vil være at det blir flere turbiner sør/sørøst for hytten, og disse er også potensielt opptil 50 meter høyere enn dagens Tellenes-turbiner. Hytten har i dag et teoretisk beregnet skyggekast fra Tellenes vindkraftverk på i overkant av cirka 50 timer pr år. Kartet viser at det er turbinene vest for hytten som

avgir skyggecast fra Tellenes vindkraftverk. Skyggecast fra Moldalsknuten vindkraftverk kommer fra sør og er beregnet til cirka 37 timer pr. år. Begge disse tallene er basert på «worst-case» beregninger, dvs. svært konservative beregninger. Worst case scenario for fritidsboligen ved Steinslandsvatnet vil derfor være maksimal skyggecast fra Tellenes vindkraftverk, i tillegg til maksimal skyggecast fra Moldalsknuten vindkraftverk, som utgjør opp til cirka 90 timer pr. år som total belastning.

Tellenes vindkraftverk – beregning av maksimalt teoretisk skyggecast



Figur 6-2 - Teoretisk skyggecastberegning fra Tellenes vindkraftverk, utført ifm. konsekvensutredningen av prosjektet, utført av Sweco 2011

Konsekvensgraden er vurdert til å være ubetydelig konsekvens. For dette legges det til grunn at det kun er én fritidsbolig som blir berørt av skyggecast fra Moldalsknuten. Denne fritidsboligen blir allerede berørt av skyggecast fra Tellenes vindkraftverk og endringen av å etablere Moldalsknuten vindkraftverk er en tilleggseffekt sammenlignet med i dag. Videre legges det til grunn for vurderingen at det er inngått minnelig avtale med eieren av fritidsboligen.

7 Konklusjon

Det er kun én fritidsbolig innenfor 1500 meter som vil kunne bli eksponert for skyggekast over anbefalte grenseverdier og tiltakshaver har allerede inngått avtale med eier av fritidsboligen. Skyggekast fra Moldalsknuten vindkraftverk vurderes ikke isolert å utgjøre noen helserisiko for tilgrensende naboer.

8 Referanser

- [1] Norconsult. [Internett]. Available:
https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2022/eksternrapport2022_04.pdf.
- [2] NVE. [Internett]. Available: https://publikasjoner.nve.no/veileder/2014/veileder2014_02.pdf.
- [3] Sweco. [Internett]. Available: <https://zephyr.no/wp-content/uploads/2019/07/51409-Konsesjonss%C3%B8knad-og-konsekvensutredning.pdf>.