

NOTAT

| | | | |
|---------------|---|-----------------|---|
| OPPDRAG | ODAL VINDKRAFTVERK - LYSMERKING - UNDERSØKELSESPROGRAM | DOKUMENTKODE | 10240069-RIM-NOT-001 UTREDNINGSPROGRAM |
| EMNE | PROGRAM: UTREDNING - OPPLEVELSE AV LYS | TILGJENGELIGHET | |
| OPPDRAGSGIVER | ODAL VINDKRAFTVERK AS | OPPDRAGSLEDER | Ø.W. JENSSEN |
| KONTAKTPERSON | MARTIN WESTIN | UTARBEIDET AV | S. WEHN |
| KOPI | | ANSVARLIG ENHET | NATURRESSURSER |

SAMMENDRAG

Odal vindkraftverk skal inntil man etablerer et radarstyrt lysvarslingsanlegg, benytte kontinuerlig blinkende Orga L500 LED høyintensitets hinderlys.

Det er lite kunnskap om negative virkninger på lang sikt knyttet til lysmerking, derfor er det behov for å undersøke belastningen på lokalbefolkningen fra lysmerkingen. NVE har derfor satt som vilkår at visuelle virkninger av vindkraftverket skal undersøkes.

Dette notatet beskriver et utredningsprogram med formål å utvikle mer kunnskap angående den visuelle opplevelsen av Odal vindkraftverk med hovedvekt på hinderlysmerkingen.

1 Lysmerking av Odal vindkraftverk

Forskrift om rapportering, registrering og merking av luftfartshinder (BSL E 2-1) fastsetter krav til merking av objekter som kan være til hinder for luftfartøy. Vindturbiner skal utstyres med lys på toppen av tårnet/nacellen. Kravet til lysintensitet er bestemt av totalhøyden på turbinen, der turbiner med totalhøyde over 150 m skal ha høyintensitets lysmerking. Odal vindkraftverk skal ha slik høyintensitets lysmerking på utvalgte turbiner.

Naboer av Odal vindkraftverk er bekymret for at de vil oppleve lysmerkingen som lysforurensing. Irritasjoner over elementer som føles forstyrrende, kan over tid endre kvaliteter man verdsetter i hjemmet og nærmiljøet. Dette kan, om endringene er vedvarende, medføre nedsatt livskvalitet og dertil nedsatt helse. Eksempler på faktorer som kan gi negative opplevelser i forbindelse med vindkraftverk er lydforurensing, skyggekast, visuell forringelse av landskapsbildet og blinkende lys fra luftfartshindermerkingen. Problematikk relatert til helse og trivsel i forbindelse med utbygging og drift av vindkraftverk er diskutert i studier av bl.a. van den Berg og van Kamp (2018), Rudolph m.fl. (2017) og Pohl m.fl. (2012).

Ved klagebehandlingen av konsesjonen for Odal vindkraftverk satte Olje- og energidepartementet (OED 2016) et konsesjonsvilkår om radarstyrt lysvarslingsanlegg: «*Detaljplanleggingen av vindkraftverket skal ta utgangspunkt i at det skal benyttes radarstyrt lysvarslingsanlegg. Unntak fra bruk av slikt anlegg kan gis som godkjenning av detaljplan, men krever en begrunnet søknad og en vurdering av konsekvensene for lokalmiljø, bosetning og fritidsbebyggelse.*» (utdrag fra konsesjonsvilkår nr. 24). Begrunnelsen for at radarstyrte lysvarslingsanlegg skal benyttes er som

| REV. | DATO | BESKRIVELSE | UTARBEIDET AV | KONTROLLERT AV | GODKJENT AV |
|------|------------|---|---------------|----------------|-------------|
| 01 | 30.11.2021 | Små endringer etter innspill fra Odal vkv. | SW | ØWJ | TRR |
| 00 | 25.11.2021 | Program: undersøkelse - opplevelse av lys, utkast til Odal vkv. | SW | ØWJ | TRR |

OED viser til: «*lysmerking av turbinene [er] vurdert til å kunne være sjenerende for bosetning og fritidsbebyggelse i nærheten, særlig for områdene rundt Storsjøen, kommunesenteret Sand og fra landskapsområdet Vonna—Glomma og Risen.*» Et radarstyrt lysvarslingsanlegg vil ha samme antall og type hinderlysmerking som ved konvensjonell merking, men hinderlysene vil blinke kun når radaranlegget registrerer lavtflygende luftfartøy i nærheten og ellers være avslått.

Odal vindkraftverk søkte Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) om utsatt frist for idriftsettelse av radarstyrt lysvarslingsanlegg (12.03.2021). Søknaden ble begrunnet i at Luftfartstilsynet arbeider med et opplegg for godkjenning av radarstyrt hinderlysmerking og ikke vil godkjenne slike systemer før de har dette klart. NVE godkjente en utsettelse (i brev datert 15.07.2021): «*i inntil ett år fra det tidspunktet Luftfartstilsynet har fastsatt krav til «annen merking» av vindkraftverk.*».

For Odal vindkraftverk skal man derfor inntil man etablerer et radarstyrt lysvarslingsanlegg, benytte kontinuerlig blinkende Orga-lys (Orga L500 LED høyintensitets hinderlys). Lyset skal være hvitt og blinke 40 ganger per minutt (0,67 til 1 Hz). Lysintensiteten skal variere gjennom døgnet ved at det blir sterkest i dagslys (100 000 candela ved bakgrunnsbelysning over 500 candela per kvadratmeter), svakere når det er halvmørkt (20 000 candela ved bakgrunnsbelysning 50-500 candela per kvadratmeter) og svakest i mørke (2000 candela ved bakgrunnsbelysning under 50 candela per kvadratmeter). Lysvarslingsanlegget tilpasser lysstyrken automatisk etter bakgrunnsbelysningen. I tillegg har lysene en innebygd skjermingseffekt som gjør at lysstyrken reduseres raskt under horisontalplanet.

OED satte i klagebehandlingen i 2016 som vilkår for et mulig unntak for radarstyrt lysvarsling at konsekvenser for lokalmiljø, bosetning og fritidsbebyggelse skulle vurderes. Dette ble gjort i forbindelse med den nå godkjente søknaden om midlertidig unntak. For naturmangfoldet i lokalmiljøet vil etablering av radarstyrt lysvarslingsanlegg ha både negativ og positiv effekt. Topografien tilsier at for å etablere et fungerende radarstyrt lysvarslingsanlegg, må nye arealer utenfor vindkraftverkets planområder berøres. Ytterligere arealbeslag vil ha negativ påvirkning på naturmangfoldet, men lysforurensing vil reduseres, noe som vil ha positiv effekt på både dyreliv og mennesker. Både i konsekvensvurderingen vist til i Multiconsult notat 10218299-04-TVF-NOT-lys og av NVE, vurderes lysvirkningene fra Orga L500 som vesentlige.

For å illustrere konsekvenser for bosetning og fritidsbebyggelse er det modellert synlighetskart. Synlighetskartene tar ikke hensyn til Orga L500s innebygde skjermingseffekt og modellene illustrerer derfor mer synlighet enn virkelig opplevelse. I tillegg til synlighetskart, er det utviklet fotomontasjer og en animasjon som illustrerer lysene i skumring fra flere fotostandpunkt. I fotomontasjene og animasjonen er skjermingen hensyntatt. Illustrasjonene viser at 5960 boliger og hytter har utsikt til lys fra Odal vindkraftverk. Dette betyr at beboerne av disse 5960 boligene og hyttene potensielt kan bli påført forringet livskvalitet grunnet lysmerking av vindkraftverket.

2 Utredningsprogram

NVE beskriver at det er usikkert om man kan bruke systemer som hindrer kontinuerlig lysmerking i Odal vindkraftverk grunnet lokale faktorer som blant annet topografi. Det er lite kunnskap om negative virkninger på lang sikt knyttet til lysmerking, derfor er det behov for å undersøke belastningen på lokalbefolkningen fra lysmerkingen.

I godkjenningen om utsatt etablering av radarstyrt lysvarslingsanlegg stiller NVE to vilkår, der ett lyder som følger: «*Fastboende og hytteeieres opplevelse av de visuelle virkningene av vindkraftverket skal undersøkes. Det skal snarest mulig og senest innen 01.12.2021 fremlegges et forslag til undersøkelsesprogram. Programmet skal godkjennes av NVE før gjennomføring. Undersøkelsene skal minimum omfatte et representativt utvalg innenfor en radius på 20 km fra vindkraftverket. Undersøkelsen skal gjennomføres en gang før, og en gang etter, at «annen merking» er tatt i bruk.*»

Undersøkelsen skal planlegges og gjennomføres av kompetent virksomhet. Det skal utarbeides en rapport etter første gjennomføring og en sluttrapport etter andre gjennomføring.»

Dette notatet beskriver i det følgende et utredningsprogram med formål å utvikle mer kunnskap angående den visuelle opplevelsen av Odal vindkraftverk med hovedvekt på hinderlysmarkeringen.

2.1 Representativt utvalg

Grunnet topografisk variasjon i områdene rundt Odal vindkraftverk, vil det visuelle uttrykket variere geografisk. Det antas at opplevelsen varierer med antallet synlige vindturbiner og den lysintensiteten som man utsettes for.

For å inkludere et representativt utvalg av geografiske lokasjoner, vil en stratifisert utvalgsmetodikk bli brukt. Et stratifisert utvalg betyr her å inkludere informanter fra områder hvor man opplever forskjellig lysintensitet og ser ulikt antall vindturbiner. Utvalget må derfor inkludere informanter med bostedsadresser og fritidsboliger på forskjellige terrenghøyder. Antall lokasjoner som inkluderes i utvalget bør være minst fem. Til hjelp for å velge ut lokasjoner vil synlighetskartene som tidligere er modellert bli brukt. Områder med tett bebyggelse vil bli prioritert når man velger lokasjoner, da en informant her vil være representativ for flere i samme område. NVE viser til Sand sentrum, østsiden av Storsjøen og hytteområder nær vindkraftverket (Råsen), mens OED viser også til landskapsområdet de benevner som Vonna-Glomma og Risen. Vilåret er at utvalget skal bestå av boliger og hytter innenfor en radius på 20 km. Forslag til lokasjoner er vist i Tabell 1 og kriteriene er visualisert i synlighetskartene i Figur 1.

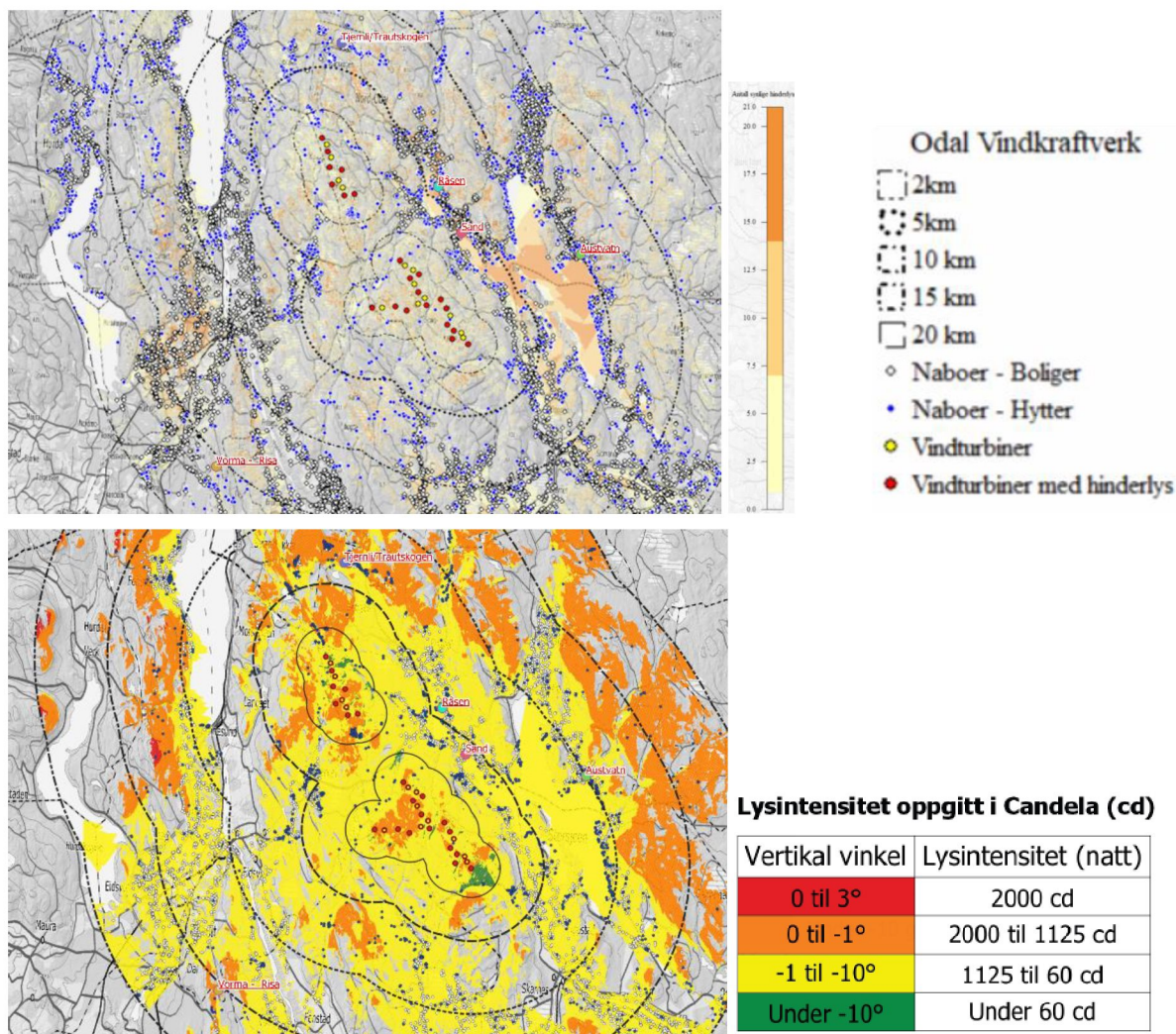
For å få et representativt svar for de 5960 boligene og hyttene som potensielt er berørt, er en utvalgsstørrelse på minst 100 informanter tilfredsstillende, men et større utvalg vil gi mer robuste resultater. Størrelsen på et representativt utvalg avhenger av hvor stor feilmargen og usikkerhet man kan akseptere, hvor stor populasjonen som svarene skal representere er, og i hvor stor grad denne populasjonen deler samme opplevelse. Med en populasjonsstørrelse på 5960, en usikkerhet på 5% og en populasjon som er delt i to med tanke på opplevelse, vil et utvalg på 100 informanter gi en feilmargen på litt under 10%. Om de fleste deler samme opplevelse, vil feilmarginen bli mindre.

Berørte grunneiere og fritidseiere i de utvalgte lokasjonene, vil bli gjort tilgjengelig fra Odal vindkraftverk AS. Fra hver av de fem lokasjonene vil det bli gjennomført en spørreundersøkelse av minst 20 informanter og et intervju av to informanter. Alle husstander og hytteeiere i hvert geografisk område med utsikt til vindkraftverket er potensielle informanter og disse vil bli kontaktet ved brev og sms. Dagen etter at sms er sendt, vil man ringe potensielle informanter inntil ønsket antall informanter har godkjent en deltagelse dersom ikke tilstrekkelig antall informanter har respondert på brev og sms. Som vanlig prosedyre ved slike undersøkelser (vist til av både Rudolph m.fl. 2017 og Pohl m.fl. 2012), vil informantene få en påskjønnelse.

Tabell 1. Forslag til lokasjoner.

| Lokasjon | Boligtype | Antall hinderlys uten hensyn til skog | Lysstyrke |
|----------------------------------|-------------------|---------------------------------------|------------|
| Sand sentrum | flest boliger | 14-21 dominerer | 60-1125 cd |
| Østsiden av Storsjøen (Austvatn) | boliger og hytter | 14-21 dominerer | 60-1125 cd |
| Råsen | boliger og hytter | 14-21 dominerer | 60-1125 cd |
| Vorma – Risa | boliger og hytter | 0-13 dominerer | 60-2000 cd |
| Tjernli/Trautskogen | boliger og hytter | 1-21 (stor lokal variasjon) | 60-2000 cd |

Opplevelse - lys



Figur 1. Synlighetskart. De fem foreslåtte geografiske områdene som kan inkluderes i utvalget er vist med punkt.

2.2 Undersøkelse

Undersøkelsen vil gjentas før og etter at radarstyrt lysvarslingsanlegg er etablert. De samme spørsmål som ble stilt ved første gangs undersøkelse vil igjen bli stilt ved andre gangs undersøkelse, men noen tilleggss- og oppfølgingsspørsmål vil muligens bli tilført i den andre undersøkelsen dersom dette blir relevant.

Undersøkelsen vil baseres på spørreundersøkelser, semi-strukturerte intervjuer, foto/filmer, observasjoner og modellering.

2.2.1 Spørreundersøkelse

En kvantitativ spørreundersøkelse av minst 100 informanter vil gi representative svar på naboene til Odal vindkraftverk sine opplevelser i forbindelse med den visuelle virkningen av vindkraftverket.

Spørreundersøkelsen vil bli webbasert. En webbasert løsning gir rom for å inkludere film-snutter og vil lett kunne distribueres til og fra intervjuer og informant. Da noen informanter vil finne det vanskelig å svare på nett, vil informanter om nødvendig, bli oppsøkt slik at intervjuer kan gå gjennom spørreundersøkelsen sammen med informant. Spørreundersøkelsen vil, om ikke et representativt utvalg oppnås ved bruk av den web-baserte løsningen, også kunne distribueres på papir. Her vil kun foto bli inkludert.

Opplevelse - lys

Spørsmålene i spørreundersøkelsen vil utvikles i samarbeid mellom undersøker, vindkraftverks eksperter og Odal vindkraftverk AS med basis i spørreskjema anvendt i tidligere forskning (eksempel på tidligere forskning er beskrevet i Rudolph m.fl. 2017 og Pohl m.fl. 2012). Deretter vil spørsmålene bli inkludert i de semi-strukturerte intervjuene beskrevet under for å evaluere om spørreundersøkelsen inkluderte uklare spørsmål eller eventuelt manglet viktige tema.

Det er tidligere vist at opplevelsen av et vindkraftverk er sterkt påvirket av personlig oppfatning av selve vindkraftutbyggingen samt vindkraft generelt (Rudolph m.fl. 2017, Butler og Wärnbäck 2019). Videre, oppfattelsen av lys fra hinderlysermerkingen vil være nært knyttet til opplevelsen av selve vindturbinene med skyggekast og visuell forringelse av landskapsbildet (som beskrevet av van den Berg og van Kamp 2018, Rudolph m.fl. 2017 og Hübner m.fl. 2019). Spørsmålene vil inkludere tema som gjør det mulig å skille generell opplevelse av vindkraftverket og den tilleggsbelastningen som hinderlysene vil medføre. Her vil illustrasjoner i form av foto og film-snutter gi mulighet til å skille og rangere opplevelsene.

I denne undersøkelsen er man interessert i varige opplevelser. De første intervjuene vil gjennomføres noen måneder etter at vindkraftverket er satt i drift. Ved å vente noen måneder etter at vindkraftverket med hinderlys er etablert, vil den første, muligens forutinntatte, opplevelsen være tonet ned. Det er også et poeng at informantene bør ha opplevd anlegget med lysmerking i ulike værforhold og med ulike lysforhold, herunder om vinteren. Ytterligere spørsmål som tas opp vil omhandle trivsel, tilhørighet, stedlig identitet og eventuell endret opplevelse siden oppstart. For å eventuelt gjennomføre avbøtende tiltak, vil det videre bli spurt om når og hvor lysmerkingen utgjør størst inngripen i hverdagslivet til naboene til vindkraftverket, samt om de selv har gjennomført tiltak (eksempler på tiltak de selv har gjort kan være å flytte på møbler, innkjøp av lystette gardiner, endret bruk av utearealer mm.).

For å kunne evaluere svarene ved bruk av kvantitativ statistikk, vil noen spørsmål bli stilt slik at opplevelsen kan tilordnes i kategorier (tilsvarende metodikk beskrevet i Pohl m.fl. 2012 og 2018). Noen svar vil kunne tilordnes langs en fem-delt skala fra 0 (ikke forstyrret) til 4 (veldig forstyrret), andre svar vil kunne tilordnes langs skalaene -3 (veldig negativt påvirket) til +3 (veldig positivt påvirket) og -1 (mindre påvirket enn tidligere) til +1 (mer påvirket enn tidligere).

Andre spørsmål vil bli stilt slik at evalueringen vil bli en kvalitativ beskrivelse av opplevelsen. Typiske svar på disse spørsmålene vil være ord man forbinder med et tema relevant til undersøkelsen.

2.2.2 Semi-strukturert intervju

Før endelig spørreundersøkelse sendes ut, vil semi-strukturerte intervju av minst ti utvalgte grunneierne bli gjennomført, to i hvert geografisk område. De ti utvalgte grunneierne vil bli valgt ut under en befaring i forkant av undersøkelsen hvor man evaluerer synlighetsmodellene og hvilke eiendommer som bør forkastes fra studieutvalget da de eventuelt ikke har utsikt mot vindturbiner.

Et semi-strukturert intervju baseres, som spørreundersøkelsen, på forhåndsbestemte spørsmål. I alle intervjuer blir alle de forhåndsbestemte spørsmålene stilt i samme rekkefølge. I motsetning til et strukturert intervju (eller spørreundersøkelsen) hvor informant må besvare bestemte spørsmål, gir et semi-strukturert intervju rom for oppfølgingsspørsmål tilpasset hvert enkelt svar. Dette for å nøste opp i eventuelle uklarheter og eventuelt gå mer i dybden om dette oppleves nødvendig. Denne intervjuformen vil føles uformell/som en avslappet samtale og vil derfor lettere gi dybdeinformasjon enn et spørreskjema. På den andre siden vil et semi-strukturert intervju gi data som lettere kan brukes i en strukturert analyse av forskjeller og/eller endringer enn et fullstendig ustrukturert intervju hvor ingen spørsmål er definert på forhånd.

Som over beskrevet, vil svarene i det semi-strukturerte intervjuet bli brukt som grunnlag for å eventuelt justere spørreundersøkelsen gitt uklarheter man oppdager underveis i intervjuet. Målet

er likevel å anvende samme spørsmål både i spørreundersøkelsen og i de forhåndsbestemte spørsmålene for de semi-strukturerte intervjuene.

Hvert semi-strukturert intervju vil ta opp til 1,5 time og hele intervjuet vil bli tatt opp og transkribert like etter at det er gjennomført. Antall semi-strukturerte intervju per dag vil være to.

2.2.3 Visuell analyse/hjelpedata

Det er argumentert for at relevans og kvalitet ved en undersøkelse med hovedmål å utrede landskapsopplevelser, som for eksempel utsikt mot et vindkraftverk, vil øke betraktelig om man i undersøkelsen inkluderer visualiseringer man kan diskutere rundt (for eksempel Hevia-Koch og Ladenburg (2016) diskuterer dette). Fotomontasjer og en animasjon som illustrerer synlighet av Odal vindkraftverk er allerede utviklet, men for å få en mer virkelighetsnær visualisering vil det bli filmet fra de eiendommene i utvalget hvor de semi-strukturerte intervjuene vil bli gjennomført. Filming vil gjentas noen få ganger for å fange sesong- og værvariasjon. Filmingen vil gjennomføres samtidig med befarings i forkant av undersøkelsen og når de semi-strukturerte intervjuene gjennomføres. Korte film-sekvenser og foto vil bli inkludert i spørreundersøkelsen, slik at man kan relatere sine svar til noe mer konkret enn bare en tekstbeskrivelse.

2.2.4 Relevant tilleggsinformasjon

Studier fra Danmark viser at folks opplevelse er svært påvirket av småskala geografiske forskjeller rundt boligen (Rudolph m.fl. 2017). Fra hver bolig som inkluderes i undersøkelsen, vil et sett med relevante variabler bli registrert. Eksempler på relevante variabler er antall synlige vindturbiner, grader av synsfeltet fra ytterst til ytterst av synlige turbiner og belysningsstyrke. Ved de eiendommene som blir besøkt, vil antall synlige vindturbiner bli telt og belysningsstyrke målt enten med en applikasjon installert på mobiltelefonen eller visuelt ved å klassifisere lysstyrke i klasser delt inn i en fem-gradert skala om ikke applikasjonen gir tilfredsstillende data. For å sammenligne belysningsstyrke må styrken måles/klassifiseres ved hver eiendom under samme værforhold og på samme tid på døgnet.

For tilsvarende datafangst for eiendommene som inkluderes i spørreundersøkelsen, men som ikke besøkes, vil disse variablene bli modellert. Synlighetskartene tidligere modellert tar ikke hensyn til variasjon på småskala. Disse synlighetskartene viser ikke om vindu og dermed utsikten fra en bolig/fritidsbolig, ligger i skyggen av for eksempel andre hus eller trær, eller om huset ligger ved vann, noe som vil forsterke effekten fra lyset. For alle eiendommene inkludert i utredningen, vil synlighetskart med en finere oppløsning utvikles. Finskala synlighetskart vil bli modellert ved å videreutvikle kartet «synlighetskart hinderlys med skog». Data som vil bli anvendt er raster utviklet fra LIDAR-data med oppløsning på 1 m som beskriver høyde på vegetasjon og hus, og arealressurskart som gir data på nærhet til vann. Et finskala synlighetskart vil få mer nøyaktig tall på bebyggelse som har utsikt mot lys fra Odal vindkraftverk innenfor de valgte områdene.

2.3 Analyser

I etterkant av spørreundersøkelsen og intervjuene vil de kvantitative dataene bli analysert med statistiske metoder i statistikk-programmet R. De kvalitative dataene vil bli anvendt for å utdype resultatene fra de kvantitative analysene samt gi større innsikt i hvordan lysmerking av vindkraftverk oppleves. Etter at to undersøkelser er gjennomført vil en endringsanalyse vise om opplevelsen av vindkraftverket endres over tid.

2.4 Sikring av individuell anonymitet

Da undersøkelsen skal samle inn og lagre personopplysninger ved bruk av datamaskin, skal undersøkelsen meldes til NSD (Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste) for godkjenning. En

prosess for å få godkjenning kan gå over noen måneder og prosessen vil derfor startes med en gang utredningsprogrammet godkjennes.

3 Referanser

Butler, A., & Wärnbäck, A. (2019). Landscape and wind energy. Urban and rural reports 2019:4, Swedish University of Agricultural Sciences.

Hevia-Koch, P., & Ladenburg, J. (2016). Estimating preferences for wind turbine locations-a critical review of visualisation approaches. SSRN.

Hübner, G., Pohl, J., Hoen, B., Firestone, J., Rand, J., Elliott, D., & Haac, R. (2019). Monitoring annoyance and stress effects of wind turbines on nearby residents: A comparison of US and European samples. *Environment international*, 132, 105090.

Jenssen, Ø.W. (2021). Lysmerking og effekter på andre interesser. Multiconsult notat 10218299-04-TVF-NOT-lys.

Pohl, J., Gabriel, J., & Hübner, G. (2018). Understanding stress effects of wind turbine noise–The integrated approach. *Energy Policy*, 112, 119-128.

Pohl, J., Hübner, G., & Mohs, A. (2012). Acceptance and stress effects of aircraft obstruction markings of wind turbines. *Energy Policy*, 50, 592-600.

Rudolph, D., Kirkegaard, J., Lyhne, I., Clausen, N. E., & Kørnøv, L. (2017). Spoiled darkness? Sense of place and annoyance over obstruction lights from the world's largest wind turbine test centre in Denmark. *Energy research & social science*, 25, 80-90.

van Kamp, I., & van den Berg, F. (2018). Health effects related to wind turbine sound, including low-frequency sound and infrasound. *Acoustics Australia*, 46(1), 31-57.