

---

# RAPPORT

## Helsekonsekvensutredning for havvindturbin i Sløvåg, Gulen

---

OPPDRAGSGIVER: GEORGINE WIND AS

EMNE: HELSEKONSEKVENSTREDNING

DATO: 19. OKTOBER 2023

DOKUMENTKODE: 10250308-01-TVF-RAP-002

---



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

## RAPPORT

OPPDRAG	Testlokasjon for havvindturbin i Sløvåg	DOKUMENTKODE	10218974-03-TVF-RAP-002
EMNE	Helsekonsekvensutredning	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Georgine Wind AS	OPPDRAGSLEDER	Karina Fredly Sætre
KONTAKTPERSON	Niklas Indrevær	UTARBEIDET AV	Roy Whittall
TELEFON	97 19 78 99	ANSVARLIG ENHET	Multiconsult Norge AS

## SAMMENDRAG

Kunnskapsgrunnlaget knyttet til både metode for vurdering av helsevirkninger samt eventuelle faktiske helsevirkninger fra vindkraft er fortsatt mangelfullt, selv om det er gjort en del studier spesielt innenfor støy. Litteraturgjennomgangen gjort i denne utredningen viser at det ikke kan dokumenteres helseeffekter som er direkte relatert til støy fra vindturbiner når lydnivået er lavere enn  $L_{den} = 45$  dB.

Det må påregnes at en del av befolkningen er plaget også under anbefalte grenseverdier. Når det gjelder andre eksponeringsfaktorer som skyggekast, hinderlys og synlighet er virkningene på samme måte som for støy først og fremst knyttet til plageresaksjoner. Enkelte studier har vist at eksponering for flere av eksponeringsfaktorene kan bidra til økt grad av plage hos mottakerne.

I denne utredningen er det valgt å benytte en metodikk for å visualisere samlede helsekonsekvenser basert på en modell som benyttes ved risikovurderinger. Metodisk må dette ikke forveksles med en fullstendig risikoanalyse, men heller sees på som en måte å presentere og sammenstille flere eksponeringsfaktorer.

For det omsøkte anlegget er det spesielt beboerne i de boligene og hyttene som ligger nærmest (Halsvika), og som eksponeres for støynivåer mellom  $L_{den}$  40 og 45 dB, som kan bli utsatt for noe sammensatt og kompleks eksponering. Ingen boliger eller hytter vil eksponeres for støynivå over anbefalt grenseverdi på  $L_{den}$  45 dB.

Det er støyforholdene det er knyttet størst usikkerhet til da dette er en testturbin og kildestøyen i utgangs-punktet er ukjent. Det at prosjektet er et testanlegg, trekkes også frem i mange høringsuttalelser fra innbyggere og organisasjoner. GE har målinger fra en noe mindre turbin (12-13 MW) som står i Rotterdam havn, og GE påpeker at kildestøyen som benyttes i beregningene for turbin i Sløvåg er et konservativt estimat og at faktisk kildestøy med stor sannsynlighet blir lavere enn beregnet.

De nærmeste beboerne er også utsatt for andre støykilder fra industriområdet. Ifølge beregninger og målinger utført i 2018 og 2023 er det ingen av disse støykildene som overskrider gjeldende grenseverdier. Selv om støynivåene isolert sett ikke overskrider grenseverdier, vil det kunne bidra negativt for beboerne og dermed øke plagegraden noe. Sammen med støvplager er dette også noe som trekkes frem i flere høringsuttalelser.

På bakgrunn av disse vurderingene er det ansett som sannsynlig at beboere fra de nærmeste hyttene og boligene vil kunne utsettes for noe ekstra plage. Derimot beskriver myndighetene gjennom FHI at det er ingen holdepunkter for en sammenheng mellom støy fra vindturbiner og mental helse eller livskvalitet. Det er lite som tyder på at støy fra vindturbiner på 40-45 dB har en direkte innvirkning på søvn. Det er holdepunkter for at individuelle faktorer, som blant annet holdninger til vindkraftverk og støysensitivitet, spiller en viktigere rolle enn selve støynivået med hensyn til opplevde plager for naboer til vindkraftanlegg skriver FHI i deres veileder for støy fra vindturbiner og virkning på helse (FHI, 2022).

Det vil iverksettes avbøtende tiltak for både støy og skyggekast om det viser seg at beregninger og/eller kildestøy ikke stemmer.

02	13.10.2023	Etter kommentar fra GE og utredningsprogram fra NVE	RW	KFS og KM	KFS
01	04.09.2023	Etter intern gjennomgang	RW	KFS og KM	KFS
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Folkehelse og miljørettet helsevern .....</b>	<b>6</b>
2.1	Folkehelseoversikt Gulen kommune.....	7
<b>3</b>	<b>Støy og helse .....</b>	<b>8</b>
3.1	Helsekonsekvenser av støy > L <sub>den</sub> 45 dB.....	10
3.2	Vurdering av omsøkt havvindturbin i Sløvåg .....	11
<b>4</b>	<b>Skyggekast og helse .....</b>	<b>11</b>
4.1	Anbefalte grenseverdier .....	11
4.2	Vurdering av omsøkt havvindturbin i Sløvåg .....	12
<b>5</b>	<b>Visuelle virkninger og helse .....</b>	<b>12</b>
5.1	Synlighet .....	12
5.2	Lysmerking og helse.....	15
<b>6</b>	<b>Helsekonsekvenser av samlet eksponering .....</b>	<b>17</b>
6.1	Sammenstilling av eksponering for flere enkeltfaktorer.....	17
6.2	Metode for vurdering av de ulike faktorene.....	19
6.3	Helsekonsekvensvurdering for et utvalg bygninger .....	21
<b>7</b>	<b>Konklusjon.....</b>	<b>27</b>
<b>8</b>	<b>Kilder .....</b>	<b>29</b>

## 1 Innledning

Helse er definert som en tilstand av fullstendig fysisk, psykisk og sosialt velvære og ikke bare fravær av sykdom eller lidelser (Regjeringen.no).

NVE (2022) skriver at etablering av vindkraftverk i Norge kan ha konsekvenser for folkehelsen, og at det er behov for å utrede mulige helsekonsekvenser tidlig i en planleggingsfase. En utfordring i slike utredninger er å fremstille mulige konsekvenser av både enkeltfaktorer og summen av alle påvirkningsfaktorene for folkehelsen. NVE er tydelige på at det ikke er helt avklart hvordan en slik samlet vurdering skal gjennomføres, sett fra myndighetens side.

Kunnskapsgrunnlaget innen helsevirkninger fra vindkraft er fortsatt mangelfullt, selv om det er gjort en del studier spesielt innenfor støy (Jakobsen m.f 2018). Litteraturgjennomgangen gjort i denne utredningen viser at det ikke kan dokumenteres helseeffekter som er direkte relatert til støy fra vindturbiner når lydnivået er lavere enn grenseverdien på  $L_{den} = 45$  dB (se kap. 3.1 for bakgrunnen for grenseverdien). Symptomer som er funnet i forskjellige studier er uspesifikke og kan utløses av flere ulike faktorer. Gitt at kunnskapsgrunnlaget er begrenset kan man heller ikke konkludere med at negative eller uønskede helseeffekter vil være fraværende. Når det gjelder andre eksponeringsfaktorer som skyggekast, hinderlys og synlighet er virkningene på samme måte som for støy først og fremst knyttet til plagereaksjoner. Enkelte studier har vist at eksponering for flere av faktorer kan bidra til økt grad av plage hos mottakerne (Jakobsen, 2018, Pedersen, 2015)

Folkehelseloven og forskrift om miljørettet helsevern har bestemmelser om helsekonsekvensutredninger i plansaker og ellers for aktuelle forhold som kan påvirke befolkningens helse. Folkehelse-loven er en sektorovergripende lov og skal sikre at det er «helse i alt en gjør». Kommunen har også ansvar for å fremme folkehelse i de oppgaver kommunen er tillagt, og skal medvirke til at dette ivaretas av andre myndigheter.

I denne utredningen er det valgt å benytte en metodikk for å visualisere samlede helsekonsekvenser basert på en modell som benyttes ved risikovurderinger. Metodisk må dette ikke forveksles med en fullstendig risikoanalyse, men heller sees på som en måte å presentere og sammenstille flere eksponeringsfaktorer.

Det er spesifikt belyst og vurdert forhold som

- Helsekonsekvenser fra støy
- Helsekonsekvenser fra skyggekast
- Helsekonsekvenser fra visuell forurensning
- Synergieffekter av samtlige overnevnte eksponeringer.

Friluftsliv er i hovedsak omhandlet i hoved-KUen og konsekvenser for attraktivitet og kvaliteten på bo- og nærmiljø er lagt til grunn i metodikken ved at de spesifikke eiendommene med sannsynligvis størst konsekvens er visualisert og vurdert.

Metodikken er benyttet i tidligere helsekonsekvensutredninger og spesielt tilpasset tematikken i helsekonsekvensutredning for Tysvær vindpark i 2021 (Tysvær vindpark 2021).

## 2 Folkehelse og miljørettet helsevern

Miljøets betydning på helsetilstanden til befolkningen har vært kjent lenge og var et hovedpoeng i sunnhetsloven fra 1860. Allerede den gangen var det en bevissthet om at flere ulike fagområder og disipliner måtte medvirke for å bedre sunnheten i samfunnet.

Kommunehelsetjenesteloven videreførte i 1987 bestemmelsene fra sunnhetsloven, under begrepet miljørettet helsevern (Sosial- og helsedirektoratet 2003). Miljørettet helsevern defineres som de forhold som til enhver tid direkte eller indirekte kan ha innvirkning på helsen, blant annet biologiske, fysiske, kjemiske og sosiale faktorer.

Kommunehelsetjenesteloven ble erstattet av folkehelseloven i 2012. Folkehelseloven gir blant annet alle offentlige institusjoner ansvar for å fremme folkehelse, herunder kommunene, staten og fylkeskommunen. Den tidligere kommunehelsetjenesteloven la mange av oppgavene direkte til helse-tjenesten i kommunen, men nå er ansvaret løftet til et overordnet nivå og til alle sektorer og myndigheter. Prinsippet om å fremme folkehelse i alle sektorer ("helse i alt vi gjør") gjelder for kommuner, fylkeskommuner og stat. Dette innebærer at helsehensyn skal integreres i beslutningsprosesser og for eksempel i utøvelse av rollen som eier av virksomhet og eiendom, arbeidsgiver, utviklingsaktør, tjenesteyter med videre.

Når det gjelder behovet for å ta hensyn til folkehelsen, er det ingen grunn for at det skal være forskjell mellom planlegging gjennomført etter plan- og bygningsloven, energiloven eller om det gjennomføres en lokal, regional eller statlig planprosess. Folkehelseloven er som beskrevet sektorovergripende og skal sikre at det er «helse i alt en gjør». Gjennom loven er det primært kommunen som har et ansvar for å fremme folkehelse i de oppgaver kommunen er tillagt, og skal medvirke til at dette ivaretas av andre myndigheter. Kommunen skal ha oversikt over helsetilstand og påvirkningsfaktorer, og på bakgrunn av dette identifisere eventuelle folkehelseutfordringer i kommunen (Paulssen og Moltumyr 2021).

Det er enhver kommunes rett og plikt til å gjennomføre et tiltak etter folkehelseloven, og til å forsikre seg om at planprosessen og konsesjonsbehandlingen i tråd med energiloven har tatt tilstrekkelig hensyn til folkehelse og formålene om at det skal være «helse i alt vi gjør». St.meld. nr. 34 har riktignok fokus på plan- og bygningsloven når den beskriver folkehelse i planstrategier, men samtidig gir folkehelseloven også staten og sentrale myndigheter konkrete forpliktelser til å arbeide etter «helse i alt vi gjør»-prinsippet i sine planprosesser og konsesjonsbehandlinger. Dette innebærer at staten herunder departementer og direktorater skal bruke virkemidler, blant annet som myndighet, eier, arbeidsgiver og samfunnsutvikler, og har også ansvar for å vurdere konsekvenser av aktuelle tiltak for befolkningens helse.

Kommunen har også både rett og plikt til å ha oversikt over helsetilstanden i befolkningen og de positive og negative faktorer som kan virke inn på denne jf forskrift om oversikt over folkehelsen (Dep. 2012)

En av de viktigste faktorene når det gjelder å ta hensyn til folkehelse i planprosesser er medvirkning og deltagelse. Bestemmelsene om medvirkning i planprosesser har kommet inn i lovgivingen i løpet av de siste 20-30 årene, og medvirkning skal ikke bare verne om individuelle rettigheter, men også bidra til kvaliteten på selve planen (Holsten 2000).

Medvirkning er et ideal for både planlegging og folkehelsearbeidet. Innen folkehelse er medvirkning betegnet som en mulighet for å styrke egen identitet, kunne bidra til å definere egne problemer, ha egenskaper og evner til å ta ansvar for eget liv, ha frihet til å selv å bestemme og ha makt og mulighet til å finne løsninger.

Innen planlegging er medvirkning begrunnet som et demokratisk prinsipp, og omtalt i egen paragraf i plan- og bygningsloven. Loven stiller krav om aktiv opplysningsvirksomhet og at berørte enkeltpersoner og grupper skal gis anledning til å delta aktivt i planprosessen.

Karoline Unnerud (2018) viser i sin masteroppgave til Helgesen & Hofstad 2012, Helgesen et al. 2017 og Schou et al. 2014 som sier at folkehelse kan synes å ha fått økt innpass i kommuners strategiske og overordnede planer, men at det fortsatt er store utfordringer i å lykkes med å innlemme folkehelse i arealplanleggingen.

Denne konsekvensutredningen er derfor ikke et fullstendig grunnlag for å hensynta folkehelsen i prosjektet med testlokasjon for havvindturbin i Sløvåg. Denne utredningen må vurderes som et innspill til den videre planprosess.

## 2.1 Folkehelseoversikt Gulen kommune

Gulen kommune har utarbeidet en folkehelseoversikt (Gulen kommune 2021) der kommunen har beskrevet noen fokusområder og en oversikt over de områdene der det er ønskelig med en ytterligere forbedring. Gulen kommune har også laget en Samfunnsplan for Gulen kommune 2022-2034, der det er beskrevet mål og strategier for en rekke temaer som har betydning for folkehelsen.

Det er ingen konkrete fokusområder i folkehelseoversikten eller i samfunnsplanen som beskriver vindkraft eller industriområdet på Sløvåg spesifikt. Men kommunen trekker frem noen områder som kan legges til grunn i de overordnede vurderingene i denne helsekonsekvensutredningen. Kommunen beskriver at forurensing ikke er en folkehelseutfordring pr i dag, men at dette er et tema de følger tett opp da de har en del industri og industrivirksomheter i kommunen. I folkehelseoversikten trekker kommunen spesielt frem sysselsetting som en viktig folkehelsefaktor, og herunder peker på industri og variert næringsliv som viktig faktor for å fremme folkehelsen i kommunen.

I samfunnsplanen skriver kommunen at Gulen kommune har etablerte industriområder som er viktig å satse videre på. I planen er det beskrevet at arealkrevende industri- og næringsutvikling skal derfor i hovedsak skje i tilknytning til eksisterende næringsområder. Det flere begrunnelser for slike mål, men i et folkehelseperspektiv er dette positivt for å redusere nedbygging av friluftsliv- og naturmiljø samt utnytte mulige eksisterende barrierer. Samtidig kan det forsterke eksisterende negative påvirkninger fra et slikt område.

I denne helsekonsekvensutredningen vil det vurderes samvirkninger og sumstøy fra det planlagte vindkraftverket og det trekkes frem at det er liten konsekvens for tap av natur- og friluftslivsområder da dette tiltaket er planlagt etablert på et eksisterende industriområde.

### 3 Støy og helse

Det vises til kap 10 i konsekvensutredningen der støy og støyberegninger er nærmere omhandlet.

Støyberegningene for omsøkt lokasjon viser at ingen hus eller hytter vil bli eksponert for støynivåer over grenseverdien for gul sone på  $L_{den} = 45$  dB.

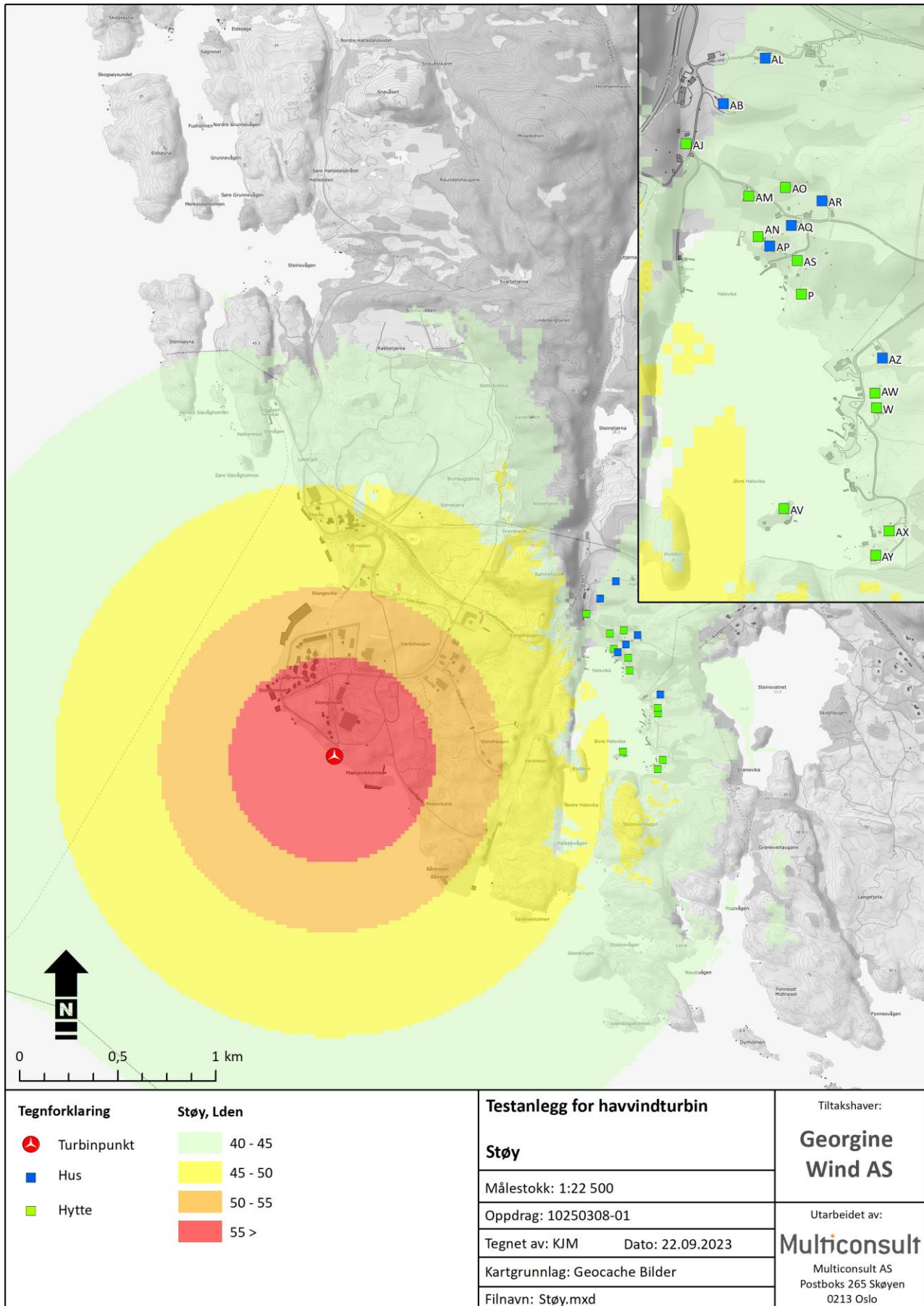
Vindturbinen som skal benyttes er del av et testanlegg og dermed ikke benyttet tidligere i denne sammenhengen. I beregningene av støy, legges det inn en del antatte verdier med hensyn til kildestøy, meteorologiske data m.v. I støyberegningen for omsøkt vindturbin er det blant annet benyttet en forutsatt kilde støy fra turbinen på LWA = 114,5 dBA ved 8 m/s. Når vindhastigheten er over 8 m/s vil støy fra vinden dominere støybildet, jf. kapittel 10 i konsekvensutredningen. GE har målinger fra en noe mindre turbin som står i Rotterdam havn, og de påpeker at 114,5 dB er et konservativt estimat og at faktisk kildestøy med stor sannsynlighet blir lavere enn dette.

Tabell 3-1. Resultat fra støyberegningene for støyfølsom bebyggelse i nærområdet.

Bygnings-ID	Type bygg	Støy, Lden (dB)
AX	Hytte	42,1
AZ	Bolig	43,6
AW	Hytte	43,0
AV	Hytte	45,0
AY	Hytte	42,9
W	Hytte	43,3
AP	Bolig	42,9
AN	Hytte	42,9
AJ	Hytte	35,3
P	Hytte	42,9
AB	Bolig	40,6
AL	Bolig	42,7
AR	Bolig	44,3
AS	Hytte	42,8
AQ	Bolig	43,2
AM	Hytte	43,7
AO	Hytte	42,7

Beregningsmetode og grenseverdi henger sammen. Grenseverdien er gitt for en bestemt beregningsmetode. Det betyr at ved vurdering av helseplager fra vindturbiner er det beregnede lydnivåer som ligger til grunn for å si når eventuelle helseplager kan oppstå i motsetning til målte lydnivåer. Det betyr også at det er det såkalt «worst case» scenario som skal legges til grunn når man ser på hvilke lydnivåer berørte naboer til et vindkraftverk blir eksponert for. Dersom man skulle ha lagt mer realistiske verdier til grunn ville sannsynligvis grenseverdien ha vært satt annerledes. Slik sett blir vurdering av støy i mer realistiske situasjoner en tilleggsinformasjon som kan være nyttig, men som ikke skal brukes opp mot grenseverdien og som man bør være forsiktig med å tillegge mye vekt.





Figur 3-1. Beregnet støynivå for omsøkt turbinlokasjon.

### 3.1 Helsekonsekvenser av støy > $L_{den}$ 45 dB

I Norge er anbefalt grenseverdi på  $L_{den}$  45 dB for vindkraftverk, jf. *Retningslinje for behandling av støy i arealplaner, T-1442*. Dette nivået samsvarer med anbefalt grenseverdi fra Verdens helseorganisasjon, WHO (2018).

Det kan ikke dokumenteres negative helseeffekter som er direkte relatert til støy fra vindturbiner når lydnivået er lavere enn  $L_{den}$  45 dB. Symptomer som er funnet i forskjellige studier er uspesifikke og kan utløses av mange forskjellige faktorer. Da man i sin tid ønsket å innføre grenseverdier for støy, var målsetningen å definere et toleransenivå hvor en gitt andel av befolkningen var plaget. I retningslinjene om støy fra både vindkraft og andre støykilder er det lagt til grunn at en viss andel av befolkningen vil føle seg plaget av støy ved et støynivå tilsvarende grenseverdien, og klagesaker til NVE viser at støy kan være et stort irritasjonsmoment for enkelte naboer til vindkraftverk. Generelt er det godt dokumentert at plagegraden varierer ikke bare ut ifra fysisk lydtrykk, men også om støyen varierer mye, opplevelsen av prosessen ved etablering av den støyende virksomheten med videre. Mange har gitt uttrykk for at støy fra vindkraftverk er mer irriterende enn støy fra for eksempel biltrafikk. Dette er reflektert i grenseverdien for vindkraftverk, som i Norge er strengere enn for andre støykilder (Jakobsen, 2018).

I henhold til miljøretningslinjene utviklet av WHO, anbefales det ubetinget å bruke  $L_{den}$  = 45 dB som grense for støy fra vindturbiner. Grunnen til det er at støynivået over denne verdien er forbundet med dokumentert risiko for negative helseeffekter, mens det ikke er funnet signifikant dokumentasjon på negative helseeffekter under  $L_{den}$  = 45 dB (WHO, 2018).

Valget av  $L_{den}$  = 45 dB som støygrense er basert på at støynivåer over denne verdien kan forbindes med negative helseeffekter, og NVE vil normalt sette vilkår om at grenseverdien ikke skal overstiges.

#### **Folkehelseinstituttet (FHI)**

FHI har oppdatert kunnskapsgrunnlaget for vindturbinestøy og helse på oppdrag fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE). Flere nye studier er publisert de siste fem årene. Resultater fra disse studiene endrer ikke det store bildet av sammenhengen mellom vindkraftverk og helse, men kunnskapen om sammenhengen mellom støyeksponering og plage er blitt sikrere, og støtter opp under WHO's anbefaling fra 2018. Det er også gjort flere vitenskapelige studier de senere år spesielt rettet mot å undersøke mulig påvirkning av infralyd på mennesker. Ingen av disse studiene har derimot kunnet påvise eller sannsynliggjøre helsevirkninger av infralyd fra vindkraftanlegg FHI (2022).

#### **TremAc-prosjektet 2016-2019**

I juni 2020 ble sluttrapporten fra et prosjekt organisert av Institute of Technology fra Karlsruhe (KIT) presentert (Tremac, 2020). Målet med studien var å undersøke objektive kriterier for vibrasjon og støyutslipp fra vindturbiner på land (Acronym TremAc) og varte fra januar 2016 til desember 2019.

Både innen miljøpsykologi og i den miljømedisinske studien fant man konsekvent at vegtrafikkstøy representerer større plage enn vindturbinene for de samme beboerne som deltok i studien.

En konklusjon fra befolkningsundersøkelsene er at et lite antall innbyggere har rapportert opphopning av symptomer som *kan* tilskrives vindturbinestøy. Imidlertid inkluderer disse symptomene uspesifikke plager som også kan ha andre årsaker. På grunn av det lave antallet berørte beboere, kan det ikke gis entydige konklusjoner. Hensynet og sammenligningen av helseparametere alene gir ikke grunnlag for pålitelige konklusjoner om årsakene til en sårbarhet eller mulige årsaks-sammenhenger.

Den miljøpsykologiske studien viste at kun få innbyggere var sterkt plaget av vindturbinestøy. Opplevelsen av støy, plage og symptomer knyttet til vindturbiner var mer tydelig jo mer de berørte beboere følte seg stresset i plan- og byggefasen, og jo mindre de opplevde at interessene deres ble tatt på alvor

både i planleggingsfasen og driftsfasen. Prosjekt TremAc trekker også den konklusjonen at funnene viser at det kan være virkningsfullt å sørge for involvering og deltakelse av berørte naboer i tidlig planleggingsfaser, samt ifm. oppfølging av klager (adressering til innbyggere, dialog med fageksperter, god håndtering av støyklager/bekymringer etc.)

### 3.2 Vurdering av omsøkt havvindturbin i Sløvåg

Basert på tidligere erfaringer er støyprognoser på den konservative siden, det vil si at faktisk kildestøy fra den omsøkte vindturbinen høyst sannsynlig vil være lavere enn forventet. Dette vil da kunne medføre at støynivået ved husene og hyttene i Halsvika blir lavere enn det som er angitt i tabell 3-1. Dette er det selvsagt knyttet noe usikkerhet til da denne vindturbinen ikke har vært satt i drift ennå. Skulle tester vise at støynivået er høyere, kan dette medføre at noen boliger og hytter får et beregnet støynivå over grenseverdien på  $L_{den}$  45 dB.

Noen boliger og hytter i Halsvika ligger også slik til at de kan utsettes for andre støykilder fra industriområdet i Sløvåg. Eksisterende kilder til støy i området er industrivirksomheten i Sløvåg industriområde og steinbruddet nordøst for industriområdet. Støy fra virksomheten i Sløvåg industriområde ble sist kartlagt i 2018 og det er utført logging av støy i Halsvika i 2023. Disse kartleggingene viste ingen overskridelser av grenseverdier isolert for disse støykildene (Multiconsult 2018 og 2023).

I forslag til mal for nye vilkår i anleggskonsesjoner for vindkraftverk på land (NVE, 2022) beskrives det at hvor det er overlappende støysoner fra vindkraft og andre kilder, skal det i henhold til T-1442 tas hensyn til sumstøy/samlet belastning.

I denne helsekonsekvensutredningen skal en vurdere den sammensatte og totale eksponeringen for befolkningen. Sumstøy/samlet belastning legges derfor til grunn i helsekonsekvensvurderingen som en sårbarhet og usikkerhetsfaktor og vektlegges i den endelige konklusjonen.

## 4 Skyggekast og helse

Det vises til kap 11 i konsekvensutredningen (hovedrapporten) i utredningen der skyggekast er nærmere omhandlet.

Hovedbekymringen knyttet til skyggekast har vært om skyggekast fra vindturbiner kan utløse anfall hos personer med fotosensitiv epilepsi. Knopper, m.fl. (2014) konkluderer at moderne vindturbiner har for lav omdreiningshastighet til å utgjøre noen risiko for å utløse slike anfall. Studien viser videre at risikoen er svært marginal selv ved langt høyere omdreiningshastigheter.

Virkningene man har funnet av skyggekast er på samme måte som for støy først og fremst knyttet til plagerreaksjoner. En studie fra Canada har funnet en eksponerings – responsammenheng mellom beregnede nivåer av støy og andel svært plaget av skyggekast (Michaud m.fl., 2016). Graden av skyggekastplage var også påvirket av andre eksponeringsfaktorer samt støysensitivitet hos mottakeren. Funnene i denne studien viser at skyggekast fra vindturbiner kan bidra til å forsterke plagegraden fra andre eksponeringer, som for eksempel støy og visuelle virkninger. Det fremgår av Jacobsen m.fl. (2018) at denne mekanismen også er illustrert i en svensk studie (som ikke omhandlet vindturbiner) som fant at plagen ved lave til moderate eksponeringsnivåer økte med antallet miljømessige stressorer man var plaget av, og ved stimulering av flere sanser (Pedersen, 2015).

### 4.1 Anbefalte grenseverdier

Som beskrevet i kapittel 11 i konsekvensutredningen (hovedrapporten) finnes ikke egne norske retningslinjer og grenseverdier for skyggekast, men NVE har gitt ut en veileder for beregning av skyggekast og presentasjon av NVE sin forvaltningspraksis, *Veileder for beregning av skyggekast og*

presentasjon av NVEs forvaltningspraksis (Bjerkestrand 2014). Veilederen angir følgende anbefalte grenseverdier for bygninger med bruk som er følsom for skyggekast<sup>1</sup>:

- Faktisk tid med skyggekast < 8 timer per år
- Teoretisk (worst case) tid med skyggekast < 30 timer per år eller 30 minutter per dag.

Grenseverdiene kan fravikes i noen tilfeller, for eksempel dersom skyggekast stort sett inntreffer om vinteren ved ei sommerhytte.

Anbefalte grenseverdier for vindkraftverk i Norge er de samme som de tyske retningslinjene for maksimalt teoretisk og faktisk skyggekast. De svenske retningslinjene er også i tråd med de tyske, mens Danmark opererer med en grenseverdi på ti timer faktisk skyggekast og ingen grenseverdier for maksimal teoretisk belastning (Jacobsen m.fl. 2018).

## 4.2 Vurdering av omsøkt havvindturbin i Sløvåg

Skyggekastberegningene for testturbinen i Sløvåg er utført i henhold til kravene i NVE sin skyggekast-veileder fra 2014, og er oppdatert i tråd med endringer i turbintype og plassering.

Beregningene som er gjennomført viser at ingen boliger eller fritidsboliger i nærområdet vil eksponeres for teoretisk skyggekast over 30 timer/år eller faktisk skyggekast over 8 timer/år, mens 18 av disse vil overskride grenseverdien for teoretisk skyggekast på 30 minutter per dag. I følge NVE (veileder 2-2014) kan grenseverdiene for teoretisk skyggekast fravikes dersom faktisk skyggekast begrenses til under 8 timer per år og 30 minutter per dag gjennom avbøtende tiltak. For å være sikre på at man overholder disse grenseverdiene vil GE installere sensorer som kobles til vind-turbinens styringssystem (SCADA), slik at vindturbinen kan stoppes i korte perioder når værforholdene og solens posisjon tilsier at skyggekast kan oppstå ved de bygningene som risikerer å overskride disse grenseverdiene. Dette tiltaket vil bli nærmere beskrevet i detaljplanen for anlegget.

Skyggekast fra den omsøkte vindturbinen vurderes ikke, isolert sett, å utgjøre noen helserisiko for tilgrensende naboer. Ved bruk av overvåkningssystem vil også omfanget være lavt.

## 5 Visuelle virkninger og helse

Visuelle virkninger som omtales i denne rapporten omfatter virkninger som skyldes synlighet fra bebyggelse og oppholdsområder nær et vindkraftverk. I tillegg til synligheten til selve vindturbinene, er også visuelle virkninger knyttet til hinderlysmerking for luftfart inkludert.

### 5.1 Synlighet

Generelt er det gjort få undersøkelser knyttet til naboenes opplevelse av vindturbinenes synlighet, og hvordan teknologisk utvikling med stadig høyere turbiner virker inn på opplevelsen av vindkraftverk (Jacobsen m.fl. 2018).

Visuelle virkninger var én av eksponeringsfaktorene som ble vurdert i studien til Michaud m.fl. (2016). Funnene i denne studien viser at visuelle virkninger kan bidra til å forsterke plagegraden fra andre eksponeringer som for eksempel støy og skyggekast. Plagegraden synes også å øke med økt eksponering for støy fra vindturbinene.

#### 5.1.1 Faktorer som påvirker synlighet

Vindturbiner er store installasjoner som er synlige over lange avstander. Bevegelsen til de roterende

<sup>1</sup> 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.

bladene vil også oppleves visuelt forstyrrende, og bidra til å forsterke det visuelle inntrykket av vindturbinene. Omfanget av visuelle virkninger påvirkes blant annet av avstand til vindkraftverket, antall turbiner, plassering i forhold til naturlig utsynsretning, topografi, værforhold og turbinenes farge der turbiner i hvit/lys grå farge gir minst kontrast mot en himmelbakgrunn (Jacobsen m.fl. 2018).

I tilknytning til arbeidet med oppdatering av kunnskapsgrunnlaget for vindkraft i Norge i perioden 2017-2018, utarbeidet Norconsult en rapport om vindkraftverks visuelle påvirkning på naboskap og hvilke momenter som er viktige i den sammenheng (Berg, 2017).

Ifølge Berg (2017), gir begrepene «totaldominans» og «ytre visuell dominanssone» en indikasjon på hvor dominerende et objekt fremstår for en betrakter, med utgangspunkt i objektets størrelse og avstand mellom objektet og betrakteren. Objektet gir en visuell totaldominans når avstanden er så liten at betrakteren ikke kan observere hele objektet, men må bevege blikket for å kunne se alle delene. Dette vurderes normalt til å være tre ganger objektets høyde, som for vindturbinen i Sløvåg er 275-285 meter. Den ytre visuelle dominanssonen er definert som området hvor turbinen ikke lenger er alene om å dominere det visuelle inntrykket, men hvor de øvrige omgivelsene også spiller inn. Sonen er vurdert å gjelde ut til 8-10 ganger høyden på objektet, noe som tilsier en ytre visuell dominanssone på 2,2- 2,85 km for vindturbinen i Sløvåg. Dette er imidlertid en teoretisk vurdering som ikke fanger opp eventuell topografisk skjerming.

Berg (2017) påpeker videre at antallet synlige turbiner er av større betydning for det visuelle inntrykket enn størrelsen på den enkelte vindturbinen. På lang avstand er det vanskelig å skjelne mellom store og små objekter, med mindre det finnes referanseelementer i omgivelsene. Effekten av å se mange turbiner på samme tid vil også forsterkes av vingenes roterende bevegelser fordi det perifere synsfeltet lett oppfatter bevegelse. Store turbiner med sakte rotasjon oppleves normalt som roligere enn mindre vindturbiner med rask rotasjon.

Som nevnt over vil topografien i området være av stor betydning for både synlighet og naboenes opplevelse av de turbinene som er synlige. Ifølge Berg (2017) kan de visuelle virkningene fra et stort antall turbiner bli store i *flate landskap*. *Småkuperte skjærgårdslandskap* kan bidra til større visuell dominans av enkeltturbiner, samtidig som det kan gi noe skjerming og begrense antall synlige turbiner i vindkraftverkets nærområder. I *kuperte landskap* kan topografien bidra til stor grad av innsynskjerming, slik at vindturbinene knapt er synlige i vindkraftverkets nærområder og de visuelle virkningene for naboer blir beskjedne. I *skoglandskap* kan trærne gi god lokal skjermingseffekt. På lengre avstand kan imidlertid de visuelle virkningene bli store for de som ser vindturbinene rage over skogen.

Berg (2017) fremhever også at det visuelle inntrykket i stor grad påvirkes av betrakterens relative plassering i forhold til vindturbinene, og at en vindturbin som står på et platå rett overfor eller omtrent på samme høyde som betrakteren kan bli oppfattet som mer visuelt dominerende enn en vindturbin som står på et lavere terrengnivå enn der vindturbinen betraktes fra.

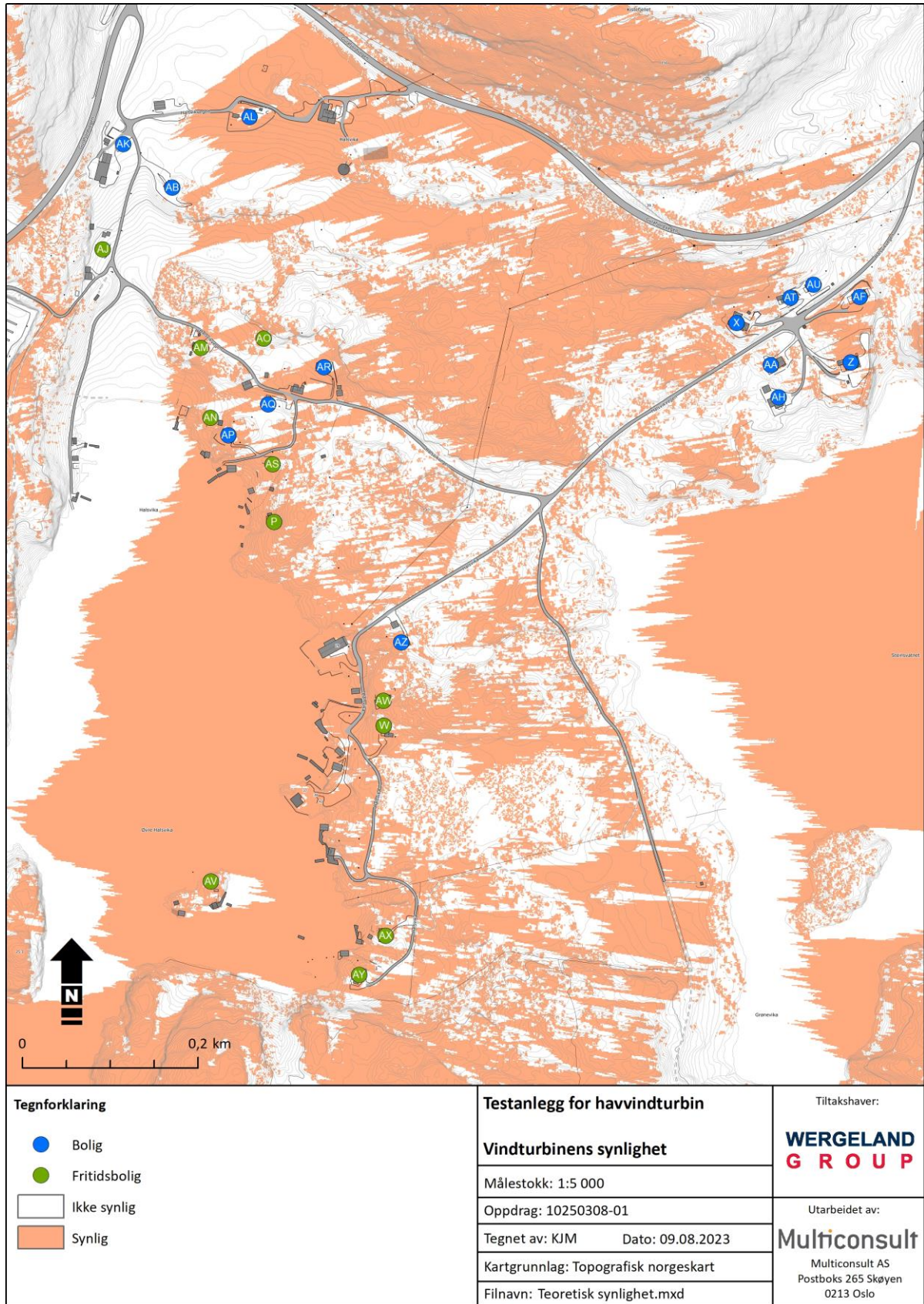
### 5.1.2 Vurdering av omsøkt havvindturbin i Sløvåg

Den planlagte turbinen vil kunne få en nav-/tårnhøyde på 150-160 meter og en rotordiameter på 250 m. Totalhøyden på vindturbinen blir da 275-285 m. Teoretisk synlighetskart viser at turbinen vil bli synlig for flere av bygningene i Halsvika og områdene rundt.

Synlighetskartet er vist i Figur 5-1, og er basert på vindturbinenes totalhøyde på 285 meter. Kartet viser imidlertid ikke hvor stor del av turbinen som er synlig fra respektiv bebyggelse, og det visuelle inntrykket kan således variere.

I denne helsekonsekvensutredningen er det tatt hensyn til om turbinen er synlig, delvis synlig eller ikke

synlig for den samlede eksponeringen, der «synlig» vurderes med størst konsekvens og dermed øker den samlede helsekonsekvensen.



Figur 5-1. Teoretisk synlighetskart basert på digital overflatemodell (tar hensyn til skjermende vegetasjon).

## 5.2 Lysmerking og helse

Det finnes svært få studier av hvordan lysmerking påvirker naboer. En undersøkelse fra Danmark fra 2017 så på folks opplevelse av merking med høyintensitetslys. Selv om studien vurderte effekten av høyintensitetslys, vil en del av funnene være relevante også for mellomintensitetslys. Studien fant at en relativt stor andel av respondentene ikke eller i liten grad følte seg plaget av hinderlysene, nærmeste bestemt ca. 70 % i dagslys og ca. 40% etter det er blitt mørkt. For de som følte seg plaget synes den negative oppfatningen i stor grad å være knyttet til hinderlys når det er lite lys eller helt mørkt, og i mindre grad i fullt dagslys (Rudolph m.fl. 2017). Dette kan skyldes at forskjellen i lysintensitet mellom hinderlysene og den naturlige belysningen oppleves som mindre på dagtid, spesielt i godt vær/fullt solskinn. På kveld/natt blir lysene mye mer dominerende etter hvert som landskapet ellers «forsvinner». Det trekkes også fram at effekten kan oppleves størst i skumring, når man fortsatt ser landskapet, enn i mørket når landskapsrommet blir borte.

Forskjellen til før-situasjonen, som i Norge gjerne er fra et utmarksområde uten eller med lite kunstig belysning, spiller også inn. Sammenlignet med land lenger sør, kan man i Norge også forvente en større forskjell i opplevd plage mellom sommerhalvåret med mye sollys og vinterhalvåret med mye halv-mørke og mørke. Været, og da spesielt lavt skydekke over vindkraftverket, kan også forverre (eller skjule) opplevelsen.

Rudolph m.fl. (2017) fant også at de fleste respondentene synes lysene var mest plagsomme under fritidsaktiviteter som gåturer og stjerneblikking. Deler av plagen fra høyintensitets lysmerking knyttes også til opplevelsen av tap av stedsidentitet og stedstilknytning som følge av tap av mørke. Videre hang folks opplevelse i eget hjem sammen med mikrogeografien rundt huset. Trær som skygget mot lysene, husets og spesielt soverommets plassering mot lysene samt om huset lå nær vann (som reflekterer og forsterker effekten), var særlig viktig. Man fant at de som bodde aller nærmest generelt var mindre plaget. Graden av plage hang også nøye sammen med hvor ofte man ble oppmerksom på lysene.

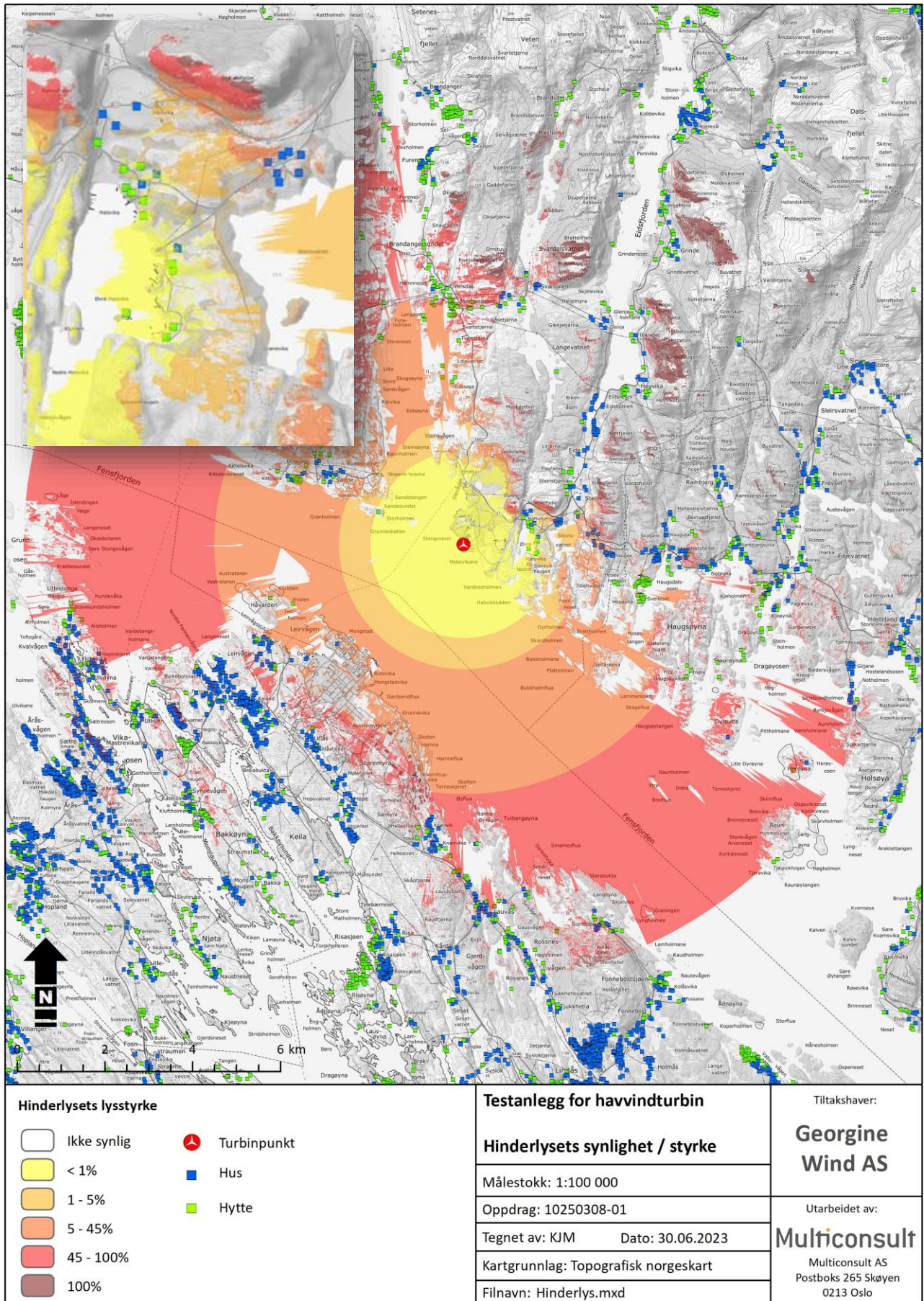
Studien til Rudolph m.fl. (2017) samt det teoretiske synlighetskartet som er utarbeidet for hinderlysene i dette prosjektet indikerer at virkningene for de nærmeste naboene til prosjektet normalt vil være begrenset. For bygninger i lengre avstand fra vindkraftverket vil hinderlysene være mer synlige, noe som også kan øke graden av plage.

### 5.2.1 Krav til merking

Vindturbiner defineres som luftfartshindre og utløser krav om merking i tråd med forskrift om rapportering, registrering og merking av luftfartshinder.

### 5.2.2 Vurdering av omsøkt havvindturbin i Sløvåg

For å kunne få en indikasjon på hvor synlige lysene vil kunne være fra nærliggende naboer har Multiconsult utarbeidet et teoretisk synlighetskart for hinderlysene. Da faktisk vertikal spredning ikke er kjent har vi lagt til grunn minimumskravet på 3 grader som en illustrasjon. En annen verdi for vertikal spredning vil påvirke spredningen av lysene og dermed også synligheten. Det fremgår av figur 5-2 at hinderlysene vil være svært lite, eller ikke, synlig for nærmeste bebyggelsen. Boligene som ligger noe lengre fra vindturbinen, slik som boligene nord for Steinsvatnet, vil kunne se hinderlysene noe mer. Det vil variere fra 5- 45 % ifølge beregningene for noen av disse boligene.



Figur 5-2. Teoretisk synlighetskart for vindturbinens hinderlys.



## 6 Helsekonsekvenser av samlet eksponering

I denne helsekonsekvensutredningen vises det til noe litteratur som beskriver at enkelte faktorer enkeltvis og samlet kan ha en helsemessig betydning. Per i dag foreligger det imidlertid et begrenset kunnskapsgrunnlag for å vurdere helsemessige konsekvenser av vindkraftverk. For enkeltfaktorer som for eksempel støy og skyggekast fra vindkraftverk har myndighetene satt grenseverdier. Det foreligger per i dag heller ingen konkret metodikk eller veiledning for utarbeidelse av en samlet helsemessig konsekvensvurdering av vindkraft. Dette gjør igjen at en helsekonsekvensvurdering av et konkret vindkraftverk nødvendigvis blir noe mangelfull. Etter vår vurdering blir det derfor viktigst å beskrive og synliggjøre at ulike enkelt-faktorer kan ha en mulig helsekonsekvens, enten i samvariasjon med andre faktorer og/eller over tid. Konkret hvilke konsekvenser er det ikke kunnskapsgrunnlag nok til å fastsette.

### 6.1 Sammenstilling av eksponering for flere enkeltfaktorer

I denne utredningen er det valgt å benytte en metodikk for å sammenstille og visualisere samlede helsekonsekvenser basert på samme modell som ved risikovurderinger. Metodikken innebærer ikke en fullstendig risikoanalyse, kun en sammenstilling og visualisering av samlet vurdering. Formålet med metoden å vise at det er flere og sammensatte årsaker knyttet til risiko for helseplage. Metoden forsøker å vekte de ulike hensynene på en måte som visualiserer og beskriver dette formålet.

Sammenstillingen viser hvordan samlede mulige helsekonsekvenser er vurdert og graderes som funksjon av graden av eksponering og graden av konsekvens.

#### 6.1.1 Graden av eksponering

Graden av eksponering sammenstilles ved å vurdere **styrke, frekvens og varighet** av eksponeringen. Styrken kan variere ut fra flere forhold, herunder avstand til eksponeringskilden, tiltak for å redusere eksponering eller naturlige hindringer som gjør at boligen ikke blir fullt ut eksponert for de aktuelle faktorene. Frekvens og varighet tar hensyn til hvor ofte og hvor lenge eksponeringen forekommer. Det gjøres en vurdering om det er kontinuerlig eksponering, eller om det er noe som gjentas med jevne mellomrom. Eksempelvis vil visuelle faktorer være noe som kan representere en eksponering som er kontinuerlig. Skyggekast vil kun opptre ved ujevne og jevne mellomrom gitt værforhold som sol og dagslys.

I tillegg settes det en verdi på sannsynligheten for om de aktuelle faktorene er reelt til stede og representerer en eksponering. I noen tilfeller vet en med stor grad av sannsynlighet gjennom beregningene av støy, skyggekast, synlighet etc. at den aktuelle boligen blir eksponert for den aktuelle faktoren. I andre tilfeller kan beregningene vise at boligen ligger i et område der den ikke kan se noen vindturbiner, hinderlys e.l. og dermed sannsynligvis ikke bli eksponert for disse faktorene. Det betyr ikke at mulige helsekonsekvenser ikke skal sammenstilles da det alltid er en usikkerhet knyttet til beregningene og hvordan faktiske forhold blir når turbinen er satt i drift.

#### 6.1.2 Graden av konsekvens og usikkerhet

Graden av konsekvens vurderes ut fra alvorlighet. I tillegg til alvorlighet settes det en ekstra faktor for usikkerhet. Graden av konsekvens kan få et endret utfall hvis det er flere ulike forhold som virker samtidig. Metodisk håndteres dette ved usikkerheten gis en verdi fra 0 til 2. Kunnskapsgrunnlaget er ikke tilstrekkelig til å fastsette dette på en sikker måte, og forholdet håndteres derfor som en av flere usikre forhold. Denne graden av usikkerhet må i tilfellet håndteres ut fra en «føre-var» strategi. Helsekonsekvenser fra vindkraftverk generelt og vindkraftverk spesielt har en rekke usikre konsekvensforhold knyttet til de ulike faktorene som er beskrevet i denne utredningen.

Det gis også en ekstra konsekvens om det er flere risikofaktorer som for eksempel stammer fra andre kilder. Det kan være andre støykilder eller forurensningskilder som kan påvirke områdene som vurderes i denne helsekonsekvensutredningen.

### 6.1.3 Helsekonsekvensvurdering som funksjon av eksponering, konsekvens og usikkerhet

I det følgende gjøres det en samlet kvalitativ vurdering av alle de enkelte temaene støy, skyggekast, hinderlys og synlighet. Den samlede vurderingen graderes deretter med en fargekode fra blå til rød, der hvor rødt representerer høyest samlet mulig helsekonsekvens og blå representerer liten eller ingen mulig helsekonsekvens.

		Konsekvens og usikkerhet				
		1	2	3	4	5
Eksponeringskategori	5 (21-25)					
	4 (16-20)					
	3 (11-15)					
	2 (6-10)					
	1 (0-5)					

Figur 6-1. Matrise som viser samlet helsekonsekvens fra blå til rød.

Figuren viser hvordan samlet mulig helsekonsekvens fremkommer og graderes som funksjon av sannsynlighet for og grad av eksponering og alvorlighetsgrad.

Vurdering av eksponeringen gjøres etter formelen:  $T*B*(F+V)*0,5$  der:

T = sannsynlig reell eksponering

B = grad av eksponering

F = frekvens

V = varighet

Tallverdien som fremkommer graderes fra 1 til 5: 0-5 =1, 6-10=2, 11-15 =3, 16-20=4 og 21-25 =5.

Konsekvens settes etter vurdering av helsekonsekvens og eventuell usikkerhet: H+U. Graden av konsekvens defineres på en skala fra 1-5, der 1 er ingen negativ helsepåvirkning/ingen plage og der 5 er økt sannsynlighet for alvorlige helseproblemer.

Samlet vurdering av mulig helsekonsekvens gjøres da etter sammenstilling av eksponering på den ene siden og graden av konsekvens og usikkerhet på den andre siden.

Formlene over skal bidra til å vise hvordan de ulike faktorene spiller inn på vurdering av samlet mulig helsekonsekvens. Metoden skal som nevnt visualisere at det er sammensatte årsaker som spiller inn på vurderingene av mulig helsekonsekvens, herunder ulike usikkerheter. Formlene som benyttes gir et forsøk på å vekte disse forholdene på en visuell og systematisk måte for å få frem dette formålet. Metodikken kan også være et grunnlag for videre diskusjon og utvikling for senere bruk i helsekonsekvensvurderinger.

## 6.2 Metode for vurdering av de ulike faktorene

### 6.2.1 Graden av tilstedeværelse

Faktor	Sannsynlig reelt til stede
0,1	Beregninger tilsier at faktoren ikke er til stede
1	Beregningene tilsier at faktoren er til stede

### 6.2.2 Gradering av eksponering

Graderingen benytter en skala fra 0 til 5, der 0 betyr ingen eksponering og at man har full kontroll på alle forhold som forhindrer eksponering for støy, skyggekast, visuelle forhold eller hinderlys selv om boligen kan være lokalisert i et område der man teoretisk kan bli utsatt for eksponering. Med naturlige barrierer menes for eksempel avstand, landskapsformer eller synligheten av anlegget. Avbøtende tiltak kan være støyskjerming eller redusert hastighet på vindturbinene om natten. Gradering 5 betyr høy eksponering og ingen avbøtende tiltak eller kompensasjon eller andre barrierer mot aktuell eksponering.

Gradering	Vurdering av styrke for eksponering
0	Fullt ut isolert fra eksponering for alle de aktuelle faktorene. Dokumenterbart og uten usikkerhet. Ingen vindturbiner er synlige eller hørbare.
1	Ligger i område med beregnet støy under 40 dB(A). Det er ikke skyggekast. Vindturbinen kan være synlige, men avstanden er over 2 km.
2	Beregnet støynivå over 40 dB(A) og under grenseverdi på 45 dB(A) Vindturbinen vil bli delvis synlig. Beregnet skyggekast er under grenseverdien totalt sett, men kan overskride grenseverdien for teoretisk skyggekast på 30 minutter per dag Det vil bli iverksatt tiltak som skal sikre at grenseverdiene ikke overskrides for både støy og skyggekast om det skulle vise seg at beregningene er feil.
3	Beregnet støynivå over 40 dB(A) og under grenseverdi på 45 dB(A) Vindturbinen er synlig Beregnet skyggekast er under grenseverdien totalt sett, men kan overskride grenseverdien for teoretisk skyggekast på 30 minutter per dag. Det vil ikke iverksettes avbøtende tiltak.
4	Beregnet støynivå er over grenseverdien på 45 dB(A). Beregnet teoretisk skyggekast er over grenseverdi. Størstedelen av vindturbinen er synlig. Ligger utenfor minsteavstanden på fire ganger totalhøyden på turbin. Det er iverksatt tiltak og barrierer for å forhindre støy og skyggekast til under grenseverdi
5	Beregnet støynivå over grenseverdien på 45 dB(A). Beregnet teoretisk og faktisk skyggekast over grenseverdi Synlig hinderlys Ligger innenfor minsteavstanden på fire ganger totalhøyden på turbin Ingen naturlige barrierer eller iverksatte avbøtende tiltak.

**6.2.3 Gradering av frekvens for eksponering**

Eksponeeringsgrad	Frekvens
1	Månedlig eller sjeldnere
2	Flere ganger i måneden
3	Ukentlig
4	Flere dager i uken
5	Daglig

**6.2.4 Gradering av varighet av eksponeringen**

Eksponeeringsgrad	Varighet
1	Under 5 minutter
2	5 minutt-1 time
3	1-8 timer
4	8-12 timer
5	Hele døgnet

**6.2.5 Gradering av helsekonsekvens**

Gradering	Antagelse av graden av helsekonsekvens
1	Økt sannsynlighet for å oppleve plage. Kortvarig negativ helsepåvirkning.
2	Økt sannsynlighet for helsepåvirkning, men uten varige følger.
3	Økt sannsynlighet for helsepåvirkning med varige følger.
4	Økt sannsynlighet for alvorlig helsepåvirkning.
5	Betydelig sannsynlighet for alvorlig helsepåvirkning.

**6.2.6 Gradering av usikkerhet og/eller flere sammensatte eksponeringer**

Gradering	Usikkerhet
0	Normal usikkerhet som er beskrevet i konsekvensutredningen. Eksponering innenfor normalgruppen der det ikke tidligere har vært eksponeringer eller annen historikk som kan tilsa at personer er spesielt utsatte. Kun ett tema over gult nivå.
1	Usikkerhet som tilsier at en må legge til grunn et «føre var»-prinsipp. Eksponering av sårbar gruppe, der en ikke kan anvende normalt skjønn ved bruk av vurdering av konsekvenser som følge av f.eks. flere støykilder og andre eksponeringer Flere tema over gult nivå.
2	Betydelig usikkerhet

**6.2.7 Tap av naturområder og friluftsliv som enkeltfaktor**

Tap av natur- og friluftslivsområder kan være en tilleggsfaktor som kan bidra til den samlede vurderingen av mulige helsekonsekvenser av virkningene fra vindkraftverket.

Det finnes mye nasjonal og internasjonal forskning som beskriver den positive betydningen av at vi mennesker har tilgang til natur og oppholder oss i naturen. Trangsrud (2020) viser til at det de siste årene har så og si eksplodert i forskning som viser til denne koblingen. På bakgrunn av dette kan en si

at all nedbygging av friluftslivsområder kan påvirke folkehelsen negativt — generelt for befolkningen og spesielt for de brukere som blir berørt i det enkelte tilfelle. Dette er et ansvar som ligger hos både sentrale, regionale og lokale myndigheter ved å styre slik utvikling.

Konsekvensutredningen- hovedrapporten kap 7 konkluderer med at innenfor influensområdet på 10 km fra planlagt tiltak er det registrert til sammen 79 friluftsområder, hvorav 77 tidligere er registrert i Naturbase. De fleste av områdene ligger i så stor avstand fra tiltaksområdet at påvirkningen på bruken og opplevelsen av friluftsområdene vil være liten. Støy og skyggekast fra vindturbinen vil bare påvirke to av 79 friluftsområder, nærmere bestemt Kistefjellet og Halsvika. Samlet sett vurderes tiltaket derfor å medføre noe negativ konsekvens for friluftslivet.

Denne faktoren lar seg ikke vurdere på samme måte som de andre faktorene nevnt over, da det ikke finnes noen oversikt over hvem som opplever at naturmiljøet blir forringet og hvordan dette konkret oppleves. Metoden legger opp til at dette kunne blitt lagt til grunn som en av flere usikre forhold jf. kapittel 6.2.6, men det finnes ingen kunnskap eller oversikt som gir grunnlag for å sette en slik verdi på konkrete boliger eller områder da dette tiltaket ligger innenfor et eksisterende industriområde.

### **6.2.8 Konsekvenser for attraktivitet og kvaliteten på bo- og nærmiljø**

Flere høringsuttalelser og kommentarer fra folkemøte har trukket fram at tiltaket kan ha konsekvenser for attraktivitet og kvaliteten på bo- og nærmiljø. Metodisk kan dette tema være utfordrende å ta med i en samlet helsekonsekvensutredning. Det er i denne utredningen valgt å visualisere helsekonsekvenser knyttet til spesifikke eiendommer som beskrevet ytterligere i kapittel nedenfor. Dette er gjort for også å visualisere at det kan være ulik konsekvens mellom konkrete eiendommer i forhold til plassering og avstand til vindkraftverket.

### **6.3 Helsekonsekvensvurdering for et utvalg bygninger**

Denne helsekonsekvensutredningen tar utgangspunkt i eksisterende kunnskap og beregninger som er gjort for planlagt havvindturbin i Sløvåg. Vurdering og sammenstilling av samlet helsekonsekvens omfatter derfor kun de områdene og boligene som er vurdert i konsekvensutredningen for prosjektet. Det er videre valgt å avgrense utvalget av boliger til det området som sannsynligvis blir mest berørt av støy, skyggekast, synlighet, etc., og dermed mulig også mottakere med den mest sammensatte og komplekse eksponeringen. Alle boliger og hytter i Halsvika og nord for Steinsvatnet er tatt med i denne vurderingen.

Boliger og hytter med tilnærmet lik beregnet eksponering for de ulike faktorene er sammenstillt i samme tabell under.

**Bygninger P, W, AM, AN, AP, AR, AS, AW, AZ, AX, AY, AV**

Disse bygningene ligger i tilnærmet samme område og har beregnet støynivå mellom 40-45 dB, vindturbin er synlig og det er beregnet skyggekast godt under grenseverdi, men kan overskride grenseverdi for teoretisk skyggekast på 30 minutter pr dag.

Tabell 6-1. Helsekonsekvensvurdering av bygningene P, W, AM, AN, AP, AR, AS, AW, AZ, AX, AY, AV

Eksponering							Konsekvens			Samlet HK
Tema	Bygning	(T) Tilstedeværelse	(B) Eksponering	(F) Frekvens	(V) Varighet	T*B* (F+V)*0,5	(U) Usikkerhet/sårbarhet	(H) Helsekonsekvens	U+H	
Støy	P, W, AM AN, AP, AR, AS, AW, AZ	1	2	5	4	4	1	3	4	
Skyggekast	P, W, AM AN, AP, AR, AS, AW, AZ, AX, AY, AV	1	2	1	2	3	1	2	3	
Hinderlys	P, W, AM AN, AP, AR, AS, AW, AZ, AX, AY, AV	0,1	5	5	5	2,5	1	1	2	
Synlighet	P, W, AM AN, AP, AR, AS, AW, AZ, AX, AY, AV	1	4	5	5	20	1	1	2	
Samlet kvalitativ vurdering	<p>Bygningene ligger innenfor et område med et beregnet støynivå fra vindturbinen mellom 40 og 45 dB (A). Alle bygningene ligger mao. under anbefalte grenseverdier i henhold til de beregningene som er gjennomført for støy. Bygningene ligger under anbefalte grenseverdier i henhold til de beregningene som er gjennomført for skyggekast totalt sett, men det kan oppstå overskridelse av grenseverdi for teoretisk skyggekast på 30 minutter pr dag som enkeltfaktor.</p> <p>I denne vurderingen legges det til grunn en ekstra usikkerhetsfaktor med hensyn til at det er knyttet noe usikkerhet til forutsatt kildestøy fra vindturbinen. En moderat økning av kildestøyen vil kunne føre til at beregnet støynivå vil komme over anbefalt grenseverdi for flere av disse boligene og hyttene.</p> <p>Noen av boligene er utsatt for andre støykilder fra industriområdet også. Det er gjennomført støykartlegging som viser at støynivået ligger utenfor anbefalte grenseverdier, men i denne sammenhengen gir det grunnlag for å vurdere en ekstra sårbarhet for disse boligene/hyttene.</p> <p>På folkemøte i Sløvåg 26 juni 2023 ble det også kommentert at noen av boligene/hyttene i dette området blir eksponert for støv fra industriområdet. Kilden til støvet skal være fra steinbrudd drift på området.</p> <p>Enkeltvis og samlet gir dette grunnlag for å vurdere en grad av usikkerhet og sårbarhet knyttet til disse boligene og hyttene.</p>									

	<p>En vil ikke kunne se hinderlys fra bygningene med forutsetning av at lyset monteres som antatt.</p> <p>Vindturbinen vil bli synlig fra bygningene.</p> <p>Det vil iverksettes avbøtende tiltak for støy og skyggekast om det vises at beregningene ikke stemmer slik at grenseverdiene overholdes.</p> <p>Det er nærliggende å forstå at det er disse boligene og hyttene som vil ha mest sammensatte eksponeringer og dermed også noe betydning på generell attraktivitet og kvaliteten på bo- og nærmiljø.</p>	
--	---	--

### Bygninger AO, AQ, AL, AB

Disse bygningene ligger i tilnærmet samme område og har et beregnet støynivå mellom 40-45 dB. Beregninger av teoretisk skyggekast viser resultater godt under anbefalt grenseverdi på 30 timer per år, mens overskridelser av grenseverdien på 30 minutter per dag vil kunne forekomme. Sammenlignet med de andre tabellene vil beregningene tilsi at vindturbinen blir delvis synlig fra disse eiendommene.

Tabell 6-2. Helsekonsekvensvurdering av bygningene AO, AQ, AL, AB

		Eksponering					Konsekvens			Samlet HK
Tema	Bygning	(T) Tilstedeværelse	(B) Eksponering	(F) Frekvens	(V) Varighet	T*B* (F+V)*0,5	(U) Usikkerhet/sårbarhet	(H) Helsekonsekvens	U+H	
Støy	AO, AQ, AL, AB	1	2	5	4	4	1	3	4	
Skyggekast	AO, AQ, AL, AB	1	2	1	2	3	1	2	3	
Hinderlys	AO, AQ, AL, AB	0,1	5	5	5	2,5	1	1	2	
Synlighet	AO, AQ, AL, AB	1	2	5	5	10	1	1	2	
Samlet kvalitativ vurdering	<p>Boligene ligger innenfor et område med beregnet støynivå mellom 40 og 45 dB (A) fra vindturbin. Alle bygningene ligger under anbefalte grenseverdier i henhold til de beregningene som er gjennomført for både støy og skyggekast.</p> <p>I denne vurderingen legges det til grunn en ekstra usikkerhetsfaktor med hensyn til at det er knyttet noe usikkerhet til forutsatt kildestøy fra vindturbin. En moderat økning av kildestøyen vil kunne føre til at beregnet støynivå vil komme over anbefalt grenseverdi for flere av disse boligene og hyttene.</p> <p>Noen av boligene er utsatt for andre støykilder fra industriområdet også. Det er gjennomført støykartlegging som viser at støynivået ligger utenfor anbefalte grenseverdier, men i denne sammenhengen gir det grunnlag for å vurdere en ekstra sårbarhet for disse boligene/hyttene.</p> <p>På folkemøte i Sløvåg 26 juni 2023 ble det også kommentert at noen av boligene/hyttene i dette området blir eksponert for støv fra industriområdet. Kilden til støvet skal være fra steinbrudd drift på området.</p> <p>Enkeltvis og samlet gir dette grunnlag for å vurdere en grad av usikkerhet og sårbarhet knyttet til disse boligene og hyttene.</p>									

	<p>Boligene vil ikke se hinderlys med forutsetning av at lyset monteres som antatt.</p> <p>Vindturbinen vil bli delvis synlig fra bygningene.</p> <p>Det vil iverksettes avbøtende tiltak for støy og skyggekast om det vises at beregningene ikke stemmer slik at grenseverdiene overholdes.</p> <p>Vindkraftverket er noe mindre synlig fra disse eiendommene, sammenlignet med de som er vurdert ovenfor, men også disse boligene og hyttene vil ha sammensatte eksponeringer og dermed også noe betydning på generell attraktivitet og kvaliteten på bo- og nærmiljø.</p>	
--	---	--

### Bygninger X, Z, AA, AF, AH, AT, AU

Disse boligene ligger noe lengre bort fra Sløvåg, nord for Steinsvatnet. Støynivået er beregnet til under 40 dB(A). Boligene ligger for langt bort til at det kan oppstå skyggekast her, men vindturbinen vil kunne være delvis synlig og de vil kunne se hinderlysene noe mer sammenlignet med eiendommene i Halsvika.

Tabell 6-3. Helsekonsekvensvurdering av boligene X, Z, AA, AF, AH, AT, AU

Eksponeringskategori							Konsekvens			Samlet HK
Tema	Bygning	(T) Tilstedeværelse	(B) Eksponering	(F) Frekvens	(V) Varighet	T*B* (F+V)*0,5	(U) Usikkerhet/sårbarhet	(H) Helsekonsekvens	U+H	
Støy	X, Z, AA, AF AH, AT AU	1	1	5	4	4,5	0	3	3	
Skygge kast	X, Z, AA, AF AH, AT AU	0,1	2	1	2	0,3	0	2	2	
Hinderlys	X, Z, AA, AF AH, AT AU	1	5	5	5	25	0	1	1	
Synlighet	X, Z, AA, AF AH, AT AU	1	2	5	5	10	0	1	1	
Samlet kvalitativ vurdering	<p>Boligene ligger med lengst avstand til turbinen blant de boligene/hyttene som er vurdert i denne utredningen. Støynivået er beregnet til under 40 dB(A), det er ikke skyggekast.</p> <p>Hinderlysene vil kunne sees ifølge beregningene mellom 5 og 45 % for disse boligene</p> <p>Vindturbinen vil bli synlig fra boligene.</p> <p>Det vil iverksettes avbøtende tiltak for støy og skyggekast om det vises at beregningene ikke stemmer slik at grenseverdiene overholdes.</p> <p>Disse boligene ligger med lengst avstand fra planlagt vindkraftverk, og dermed vil tiltaket ha lavere betydning på generell attraktivitet og kvaliteten på bo- og nærmiljø.</p>									



**Bygninger AK**

Bygningen ligger lengst nord i Halsvika. Støynivået er beregnet til under 40 dB(A). Vindturbinen vil være delvis synlig ved boligene. Det er beregnet teoretisk skyggekast godt under grenseverdien på 30 timer per år, mens overskridelser av grenseverdi på 30 minutter per dag vil kunne forekomme.

Tabell 6-4. Helsekonsekvensvurdering av bygningene AK.

Eksponeringskategori							Konsekvens			Samlet HK
Tema	Bygning	(T) Tilstedeværelse	(B) Eksponering	(F) Frekvens	(V) Varighet	T*B* (F+V)*0,5	(U) Usikkerhet/sårbarhet	(H) Helsekonsekvens	U+H	
Støy	AK	1	1	5	4	4,5	0	3	3	
Skygge kast	AK	1	2	1	2	3	0	2	2	
Hinderlys	AK	0,1	5	5	5	2,5	0	1	1	
Synlighet	AK	1	2	5	5	10	0	1	1	
Samlet kvalitativ vurdering	Hytta lengst nord i Halsvika. Støynivået er beregnet til under 40 dB(A). Vindkraftverket vil kunne være delvis synlig, og noe av rotorbladene vil kunne være synlig ut på siden når det sveiper rundt. Bygningen ligger under anbefalte grenseverdier i henhold til de beregningene som er gjennomført for skyggekast totalt sett, men det kan oppstå overskridelse av grenseverdi for teoretisk skyggekast på 30 minutter pr dag som enkeltfaktor.									

**Bygninger AJ**

Denne hytta ligger lengst nord i Halsvika. Støynivået er beregnet til under 40 dB(A). Turbinen vil ikke være synlig ved hytta, og det vil ikke oppstå skyggekast her.

Tabell 6-5. Helsekonsekvensvurdering av Hytta AJ.

Eksponeringskategori							Konsekvens			Samlet HK
Tema	Bygning	(T) Tilstedeværelse	(B) Eksponering	(F) Frekvens	(V) Varighet	T*B* (F+V)*0,5	(U) Usikkerhet/sårbarhet	(H) Helsekonsekvens	U+H	
Støy	AJ	1	1	5	4	4,5	0	3	3	
Skygge kast	AJ	1	2	1	2	3	0	2	2	
Hinderlys	AJ	0,1	5	5	5	2,5	0	1	1	
Synlighet	AJ	1	0	5	5	0	0	1	1	
Samlet kvalitativ vurdering	Hytta ligger under anbefalte grenseverdier i henhold til de beregningene som er gjennomført for både støy og skyggekast. Det er beregnet at vindturbinen ikke vil være synlig. Men, som beskrevet for AK og AB vil noe av rotorbladene kunne være synlig ut på siden når de sveiper rundt. Derfor kan det oppstå noe teoretisk skyggekast.									

### Oppsummering av samlet mulig helsekonsekvens for et utvalg bygninger

Brukere og beboere i P, W, AM, AN, AP, AR, AS, AW, AZ, AX, AY, AV, AO, AQ, AL er vurdert å ha høyest sannsynlighet for å oppleve plage fra vindkraftverket og dermed også høyest samlet mulig helsekonsekvens av de ulike forholdene som er vurdert i denne helsekonsekvensutredningen. I utredningen er det tatt hensyn til de ulike faktorene og vurdert disse opp mot mulige tilleggskonsekvenser av samlet eksponering og usikkerhet som ligger i vurderingen. Dette betyr ikke at beboerne i disse områdene vil oppleve plage, eller at alle vil oppleve situasjonen likt da dette i stor grad er subjektive opplevelser. Det er spesielt usikkerheten knyttet til kildestøy fra turbin, flere støykilder og andre forurensningskilder som bidrar til å øke helsekonsekvensen for dette området der disse hyttene og boligene er lokalisert. En rekke av høringsuttalelsene til NVE fra organisasjoner og enkeltpersoner i denne saken, påpeker også bekymring rundt usikkerheten til støy og andre helsemessige konsekvenser.

		Konsekvens og usikkerhet				
		1	2	3	4	5
Eksponeringskategori	5 (21-25)					
	4 (16-20)					
	3 (11-15)					
	2 (6-10)		AK	X, Z, AA, AF, AH, AT, AU	P, W, AM, AN, AP, AR, AS, AW, AZ AX, AY, AV	
	1 (0-5)	AJ			AO, AQ, AL, AB	

Figur 6-1. Samlet vurdering av mulig helsekonsekvens for ulike boliger og hytter/fritidsboliger.

Befolkningen som ifølge beregningene eksponeres for støynivåer under 40 dB, og som har boliger og hytter lengre fra industriområdet, har en betydelig lavere sannsynlighet for å oppleve samme plagegrad med påfølgende mulig helsekonsekvens enn de som bor nærmere vindturbinen. Avstanden til vindturbinen er med andre ord av stor betydning. NVE skriver i Rapport 2018/72 at de anbefaler en minsteavstand på fire ganger vindturbinens totalhøyde knyttet til konsesjonsbehandlinger (Jakobsen m.f 2018). Ut fra foreløpig planlegging av plassering av turbinen i Sløvåg vil det ikke ligge boliger og hytter innenfor denne avstanden. Vindkraftverk kan gi virkninger for naboer selv om avstanden til bebyggelse er større enn fire ganger vindturbinenes totalhøyde. Det skal ifølge, NVE, legges særlig vekt på nabovirkninger når boliger/hytter påvirkes av både støy, skyggekast og visuelle virkninger. Samtidig eksponering for støy og visuelle forstyrrelser kan forsterke graden av plage. Turbinenes synlighet kan bidra til økt irritasjon over lyden fra dem, og omvendt (Jakobsen m.f 2018).

## 7 Konklusjon

For testlokasjon for havvindturbin i Sløvåg, Gulen er det spesielt beboerne i de 15 boligene og hyttene som ligger nærmest og har med støynivåer mellom  $L_{den}$  40 og 45 dB som mulig kan bli utsatt for noe sammensatt og kompleks eksponering.

Det er støyforholdene det er knyttet størst usikkerhet til da dette er en testturbin og kildestøyen er i utgangspunktet ukjent. Det at prosjektet er et testanlegg, trekkes også frem i mange høringsuttalelser fra innbyggere og organisasjoner. Motvind trekker konkret frem usikkerheten knyttet til støy og beregning av støy fra vindturbiner. Dette er kjent og må legges til grunn i planlegging da det kun er tiltak ved kilden og kildestøy som potensielt kan redusere støynivået. Usikkerheten i kildestøy er ifølge GE ivaretatt ved at det er lagt til grunn et konservativt anslag for beregningene. Det vil uansett iverksettes avbøtende tiltak for å sikre at alle grenseverdier blir overholdt.

De nærmeste beboerne er også utsatt for andre støykilder fra industriområdet. Ifølge beregninger og målinger utført i 2018 og 2023 er det ingen av disse støykildene som overskrider gjeldene grenseverdier. Selv om støynivåene isolert sett ikke overskrider grenseverdier, vil det i denne sammenhengen bidra negativt for beboerne og dermed kunne øke plagegraden. Sammen med støvplager er dette også noe som trekkes frem i flere høringsuttalelser.

På bakgrunn av disse vurderingene er det ansett som sannsynlig at beboere fra de nærmeste hyttene og boligene vil kunne utsettes for noe ekstra plage. Derimot beskriver myndighetene gjennom FHI at det er ingen holdepunkter for en sammenheng mellom støy fra vindturbiner og mental helse eller livskvalitet. *Det er lite som tyder på at støy fra vindturbiner på 40-45 dB har en direkte innvirkning på søvn. Det er holdepunkter for at individuelle faktorer, som blant annet holdninger til vindkraftverk og støysensitivitet, spiller en viktigere rolle enn selve støynivået med hensyn til opplevde plager for naboer til vindkraftanlegg* skriver FHI i deres veileder for støy fra vindturbiner og virkning på helse (FHI, 2022).

Kunnskapsgrunnlaget knyttet til både metode for vurdering av helsevirkninger samt eventuelle faktiske helsevirkninger fra vindkraft er fortsatt mangelfullt selv om det er gjort en del studier spesielt innenfor støy. Litteraturgjennomgangen gjort i denne utredningen viser at det ikke kan dokumenteres helseeffekter som er direkte relatert til støy fra vindturbiner når lydnivået er lavere enn  $L_{den}$  45 dB. Symptomer som er funnet i forskjellige studier er uspesifikke og kan utløses av flere ulike faktorer. Gitt at kunnskapsgrunnlaget er begrenset kan man heller ikke konkludere med at det foreligger holdepunkter for å si at negative eller uønskede helseeffekter vil være fraværende. Det må påregnes at en del av befolkningen er plaget også under anbefalte grenseverdier.

Når det gjelder andre eksponeringsfaktorer som skyggekast, hinderlys og synlighet er virkningene på samme måte som for støy først og fremst knyttet til plagereaksjoner. Det er de 15 boligene og hyttene som ligger nærmest som har størst synlighet som også kan få noe skyggekast. Hinderlysene vil utformes slik at disse ikke vil være synlig fra disse bygningene. Enkelte studier har vist at eksponering for flere av eksponeringsfaktorene kan bidra til økt grad av plage hos mottakerne, og det er derfor sannsynlig at noen av beboerne i dette området vil oppleve negative plager som følge av tiltaket. Det er derimot ikke grunnlag for å si at dette vil ha en direkte negativ helsekonsekvens. God involvering i tidlig plan-fase, oppfølgingskampanjer og overvåking av helsedeterminantene fra vindturbinene synes å være den mest effektive metoden for å forhindre mulige støvplager og andre klager i ettertid (Verbundprosjekt, 2020) og (TØI, 2015).

Da det fortsatt er en del usikkerhet knyttet til helsekonsekvenser for vindkraft, anbefales det derfor at det iverksettes målrettede oppfølginger av disse forholdene. Konkret beskriver FHI at det er behov for bedre kunnskap om helsevirkninger av støy fra vindkraftverk i Norge. Det er derfor nødvendig med studier som inkluderer vindkraftverk i flere ulike områder av landet.

Det er fortsatt stor mangel på fastsatte metoder for å vurdere helsekonsekvenser fra vindkraft, herunder konkret vurdere tema plagegrad som legges til grunn i NVEs krav om å vurdere samvirkninger av ulike temaer som kan ha betydning på folkehelsen. Det bør kartlegges plagegrad i form av kvalitative forskningsintervjuer i ettertid av et vedtatt vindkraftverk som dette.

## 8 Kilder

- Berg, E. 2017. Visuelle virkninger av vindkraft - Momenter til vurdering av vindkraftverks visuelle påvirkning på naboskap. Norconsult.
- Bjerkestrand, E, Aas, H og Bølling, J. K. 2014. Skyggekast - Veileder for beregning av skyggekast og presentasjon av NVEs forvaltningspraksis. NVE veileder nr. 2/2014. 12 s.
- FHI (2022) Støy fra vindturbiner og virkninger på helse, Artikkel <https://www.fhi.no/kl/stoy/stoy--fra-vindturbiner-helseskadelig/>
- FHI (2009) Er støy fra vindmøller helseskadelig? <https://www.fhi.no/ml/miljo/stoy/er-stoy-fra-vindmoller-helseskadeli>
- Gulen kommune (2022-2034) Samfunnsplan Gulen kommune 2022-2034
- Gulen kommune (2021) Folkehelseoversikt Gulen, kortversjon.
- Helse- Og Omsorgsdepartementet (2012–2013), st.meld. nr.34 (2012-2013) Folkehelsemeldingen, God helse – felles ansvar. Dep.Oslo.
- Helse- Og Omsorgsdepartementet (2012) Forskrift om oversikt over folkehelsen
- Holsen, Terje (2000) Medvirkning som begrep i plan- og bygningsloven. Notater for planlovutvalget. NIBR Notat 2000/3. Oslo
- Jakobsen, J (2005), Infrasound Emission from Wind Turbines (Journal of low frequency noise, vibration and active control. 17.08.2005)
- Jakobsen, S, Bølling, J. K. og Bjerkestrand, E. 2018. Nasjonal ramme for vindkraft. Temarapport om nabovirkninger. NVE rapport nr. 72/2018. 43 s.
- Knopper, L. D., Ollson, C. A., McCallum, L. C., Whitfield Aslund, M. L., Berger, R. G., Souweine, K., & McDaniel, M. 2014. Wind turbines and human health. Front Public Health, 2, 63. doi:10.3389/fpubh.2014.00063
- Luftfartstilsynet. 2021. Konsolidert forskrift om rapportering, registrering og merking av luftfartshinder (BSL E 2-1). Med gjeldende forskrift av 22.7.2014 og ny forskrift som trer i kraft fra 1. juli 2022. Versjon 1.0 23. april 2021. 15 s.
- Miljødirektoratet (2021) Retningslinje for behandling av støy i arealplaner T-1442, sist revidert 2021
- Miljøverndepartementet (2008) Plan- og bygningsloven. Dep. Oslo
- Michaud, D. S., Feder, K., Keith, S. E., Voicescu, S. A., Marro, L., Than, J., Guay, M., Denning, A., Mc Guire, D., Bower, T., Lavigne, E., Murray, B. J., van den Berg, F. (2016). Exposure to wind turbine noise: Perceptual responses and reported health effects. Journal of the Acoustical Society of America, 139(3), 1443-1454. doi:10.1121/1.4942391
- Multiconsult (2018) Støykartlegging Halsvik, 0204860-RIA-RAP-001
- Multiconsult (2023) Wergeland Base - støylogging, 10251539-RIA-RAP-001
- NOU 1998:18: Det er bruk for alle. Styrking av folkehelsearbeidet i kommunene. Dep.Oslo
- NVE (2022) Forslag til mal for nye utredningskrav for vindkraftverk på land
- NVE (2018) Rapport Nr. 72/2018 - Nasjonal ramme for vindkraft
- Ottawa-charter for Health Promotion (1986) First International Conference on Health Promotion.

WHO. Ottawa, 21 November 1986.

Paulssen, E og Moltumyr, A (2021). Helsedirektoratet. Utarbeiding av kommunedelplaner i et folkehelseperspektiv. <https://www.kommunetorget.no/Temaomrader/Folkehelse/Hva-er-folkehelse/Folkehelse-i-tema--og-delplaner/Folkehelse-i-kommunedelplaner/>

Rudolph, D., Kirkegaard, J., Lyhne, I. Clausen, N.-E. and 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 Vol 25, s. 80-90.

Sosial- og Helsedirektoratet (2003) Veileder i miljørettet helsevern. Dep. Oslo

Tremac (2020) Abschlussbericht zu den Teilvorhaben (Universität Stuttgart. 04.06.2020) [Tremac sluttrapport om delprosjektene (Universitet av Stuttgart. 04.06.2020)].

TØI (2015). Befolkningsreaksjoner på vindmøllestøy. Vindmølleparken på Lista 2015 (TØI rapport 1452/2015)

Unnerud, K (2018) Integrering av folkehelse i arealplanlegging og helsekonsekvensvurderinger som integreringsverktøy, Masteroppgave- Norwegian University of Life Sciences, Ås.

Verbundprosjekt (2020) Objektive Kriterien zu Erschütterungs- und Schallemissionen durch Windenergieanlagen im Binnenland. TremAc Schlussbericht (16.06.2020) [Objektive kriterier for vibrasjon og støyutslipp fra vindturbiner i innlandet. TremAc sluttrapport (16.06.2020)]

WHO (2018) Environmental noise guidelines for the European Region (2018) [WHO miljøstøyretningslinjer for den europeiske regionen (2018) kapittel 2.4.3