

Gismarvik Vindkraft AS

► Gismarvik vindkraftverk

Helsekonsekvensutredning

Oppdragsnr.: 52106405 Dokumentnr.: 001 Versjon: J05 Dato: 2021-11-24



Oppdragsgiver: Gismarvik Vindkraft AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Kai Bekel
Rådgiver: Norconsult AS, Tærudgata 16, NO-2004 Lillestrøm
Oppdragsleder: Maria Enger Hoem
Fagansvarlig: Margit Gyllenhammar-Wiig, Inge Hommedal (akustikk)
Andre nøkkelpersoner:

J05	2021-11-24	Endret navn på oppdragsgiver fra Solvind AS til Gismarvik Vindkraft AS.	Maria Enger Hoem	Finn Nyhammer	Lars Tallhaug
J04	2021-11-22	Endelig rapport.	Maria Enger Hoem	Finn Nyhammer	Lars Tallhaug
B03	2021-11-11	Utkast av rapport til kunde for kommentarer.	Maria Enger Hoem	Finn Nyhammer	
A02	2021-11-10	Endringer gjort etter kommentarer fra intern gjennomgang.	Maria Enger Hoem		
A01	2021-11-08	For gjennomlesing internt.	Maria Enger Hoem, Inge Hommedal, Margit Gyllenhammar-Wiig	Einar Berg, Finn Nyhammer	
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Norconsult har ikke noe ansvar ovenfor tredjepart som eventuelt måtte benytte dette dokumentet.

► Sammendrag

Gismarvik Vindkraft AS er pålagt av Tysvær kommune å få utredet en Helsekonsekvensutredning for Gismarvik vindkraftverk. Det er særlig fem tema som er vist til i kravet: støy, skyggekast, lysforurensing fra hinderlys, tap av nærområder for friluftsliv, og synergieffekter av alle disse samlet. I arbeidet med kartleggingen av potensielle helsekonsekvenser er det benyttet tidligere utredninger på vindkraftverket på støy, skyggekast, synlighetskart og friluftsliv.

Gismarvik vindkraftverk ble gitt konsesjon i 2013. I 2020 ble det godtatt endringer i konsesjonen av NVE med blant annet 3 turbiner i istedenfor 5 turbiner. I konsesjonsgodkjennelsen fra NVE ble det lagt særlig positiv vekt på at vindkraftverket er lokalisert i et regulert industriområde. Det er lagt et krav til konsesjonen fra NVE om behovsstyrte hinderlys på turbinene. Olje- og energidepartementet har godkjent utsettelse på opptil 24 måneder på innføring av et slikt system, da Luftfartstilsynet ikke godkjenner slike system før oppdatering av egne rutiner er gjennomført.

Det at det er relativt få personer som er eksponert for støy fra vindturbiner gjør det vanskelig å tallfeste eventuelle helsekonsekvenser av vindturbinestøy og avgjøre om studier er statistisk signifikante. Det er også forskjeller i hvor godt folk hører, og man regner med at om lag 10 - 15 % av befolkningen regner seg som mer støyfølsomme enn gjennomsnittet. Sammen med deler av befolkningen som ikke har «vanlig» døgnrytme, slik som skiftarbeidere eller barn, blir det en gruppe mennesker som ikke får like sterkt samfunnsvern mot støy.

Etter flere titalls år med omfattende internasjonal forskning på støy fra vindturbiner og helseeffektene av å bo nært vindkraftverk står en igjen med at støy ikke kan sees på isolert fra andre aspekt ved vindkraftverk. Det er likevel unntak fra dette: I tilfeller med høyt lydtrykknivå, gjerne $L_{den} > 56$ dB vil mange plages.

Verdens helseorganisasjon (WHO) utarbeidet nye retningslinjer for miljøstøy i 2018, hvor grensen for utendørs støy fra vindturbiner ved boliger er satt til $L_{den} = 45$ dB. Dette tilsvarer den anbefalte norske grenseverdien.

I litteraturen er det ikke funnet forhold som vi vurderer til å være avgjørende nye momenter for denne helsekonsekvensutredningen når det gjelder støy med frekvenser 20 Hz – 20 kHz. Vi vurderer det også slik at infralyd (lavere frekvenser enn 20 Hz) ikke kan utgjøre en fare for helseskade eller helsemessig ulempe ved Gismarvik vindkraftverk i form av støyplage.

Det er sett på samlet støy rundt Gismarvik vindkraftverk. Gul støysone for Gismarvik vindkraftverk overlapper med gul sone for vegtrafikkstøy ved E39 ved Baståsvika hvor det muligvis er 3 - 4 boliger som er innenfor overlappende område. I tillegg overlapper de gule støysonene for vindkraftverket med Ølen betong AS sitt anlegg i et område ved Skiftestjørna. Det ser ikke ut til at det er noen støyfølsomme bygg eller areal i dette området. På dagtid vil støyen fra E39 trolig overdøve eventuell hørbar støy fra Gismarvik vindkraftverk. Etter hvert som vegtrafikken stilner av utover kvelden vil lyder fra enkeltkjøretøy tre mer fram, og støyen fra døgn- og årskontinuerlig drift av vindturbinene har potensiale til å være mer hørbar. Vi vurderer det slik at støyen fra turbinene ved aktuelle boliger vil være for lav til at den er plagsom.

Om støyen fra vindkraftverket kan føre til støyplager i f.eks. innsovningsfasen vil være avhengig av plassering og orientering av soverom i aktuelle boliger, i tillegg til avstanden og lydubredelsen fra en eller flere turbiner i vindkraftverket. For soverom som ikke har vindu eller yttervegg som vender mot vindkraftverket og som samtidig ligger utenfor yttergrensa for støysonen fra vindkraftverket vurderes sannsynligheten for helsekonsekvens i form av støyplage til å være svært liten for beboerne.

Virkningene man har funnet av skyggekast er på samme måte som for støy i første rekke plagereaksjoner. På samme måte som for støyplage, var graden av skyggekastplage også påvirket av andre eksponeringsfaktorer, så vel som støysensitivitet hos mottakeren. Det er beregnet teoretisk skyggekast i over 30 timer per år ved 34 bygninger nær vindkraftverket, og forventet skyggekast i over 8 timer per år ved 29 bygninger. For å begrense tid med skyggekast er vindturbinene utstyrt med en automatisk stans når

grensene for tid med skyggekast er nådd. Dermed vil tid med skyggekast utover 8 timer per år begrenses og dermed overholde anbefalte retningslinjer for skyggekast.

Området i direkte nærhet til Gismarvik vindkraftverk er et relativt mørkt område, men det tilstøtende området rundt har allerede eksisterende lyskilder som vil være synlige om natten. Eksempler er kraftledninger med hinderlys på master over Førresfjorden og ved Hydro Aluminium, hinderlys på turbiner i Tysvær vindpark, og lys på anlegget til Equinor på Kårstø. Det er også belyste veinett rundt vindkraftverket.

Totalhøyden på turbinene blir på 200 m og utløser da krav om høyintensitets markeringslys.

Høyintensitetslysene på vindturbinene på Gismarvik er oppgitt å ha en blinkfrekvens på 40 til 60 blink per minutt (tilsvarer opp til 1 blink per sekund). Dette er under grensen for anbefalt maksimal blinkfrekvens på 3 blink per sekund, og det anses som liten risiko for at hinderlysene vil utløse epileptiske anfall.

Det er ingen kjente studier som har kunnet påvise direkte helseeffekter av visuell påvirkning fra vindkraftverk. Det gjelder parametere som hjerte-kar-sykdommer, diabetes og fødselsutfall. Søvnplager og støyplager er faktorer som i praksis er irrelevante når det gjelder visuell påvirkning og helse.

Friluftsliv har stor helsefremmende betydning, og det å bidra til at enda flere utøver friluftsliv jevnlig er et viktig tiltak for å bedre folkehelsen. Det vil være noe negativ helsemessig konsekvens for naboer og aktive brukere av området som rekreasjonsområde. Støy, skyggekast og risiko for isfall eller iskast vil redusere opplevelsen av rekreasjon i området. Den mest vesentlige reduksjonen av arealer for rekreasjon i området er antatt forårsaket av etableringen av Haugalandet næringspark. Dette er ikke tatt med i denne vurderingen. En positiv konsekvens for nærområdet som rekreasjonsområde er at turområdet rundt Storavatnet blir mer tilgjengelig for bevegelseshemmede med veier opp til og imellom vindturbinene.

Ingen fagfelleverderte artikler kan vise en direkte sammenheng mellom folk som bor i nærheten av moderne vindturbiner, støyen de produserer og fysiske helseeffekter. Studier viser imidlertid at folks holdninger til vindkraftverk, bekymringer rundt estetiske forandringer i landskapet og oppfattelsen av rettferdighet og mangel på medvirkning i prosessen med tillatelse av anlegget har en sterk sammenheng med nivå av irritasjon og plage fra anlegget. Denne irritasjonen kan være betydelig i nærheten til vindkraftverk.

Det forslås å fokusere på tiltak som kan gi mer kjennskap og kunnskap om vindkraftverket samt positive opplevelser i anlegget for lokalbefolkning og naboer. Forlag til slike tiltak er omvisning i vindkraftverket og turløype med scannbare QR-koder underveis med oppdatert informasjon om el-produksjonen, vindforhold, osv. Medvirkning fra naboer til aktiviteter kan også være positivt som helsefremmende tiltak.

► Innhold

1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn	6
1.1.1	<i>Konsesjon for vindkraftverk</i>	6
1.1.2	<i>Prosess for godkjenning av MTA og detaljplan</i>	6
1.1.3	<i>Utbyggingsløsning</i>	6
1.1.4	<i>Vedtak i kommunestyret til Tysvær kommune med krav om at det gjennomføres en helsekonsekvensutredning</i>	6
1.2	Lovhjemler	7
1.2.1	<i>Energiloven</i>	7
1.2.2	<i>Plan- og bygningsloven</i>	7
1.2.3	<i>Folkehelseloven</i>	7
1.2.4	<i>Forurensningsloven</i>	7
1.3	Formål og avgrensning	7
1.4	Definisjon av helse	8
1.5	Avgrensning av helsebegrepet i denne utredningen	9
2	Potensiale for helsekonsekvenser av støy fra vindturbiner	10
2.1	Innledning	10
2.2	Utfyllende om støyretningslinja T-1442	10
2.3	Litt om støy fra vindturbiner sammenliknet med støy fra andre utendørskilder	10
2.4	Nabovirkningsrapport fra NVE	12
2.5	Verdens helseorganisasjon, WHO	12
2.6	Vindturbinestøy som faktor for ulike sykdommer eller plager	12
2.6.1	<i>Vindturbinestøy og hjerte-kar-sykdom</i>	12
2.6.2	<i>Vindturbinestøy og diabetes</i>	13
2.6.3	<i>Vindturbinestøy og teratogen effekt / fødselsutfall</i>	13
2.6.4	<i>Vindturbinestøy og søvnforstyrrelser</i>	13
2.6.5	<i>Vindturbinestøy, livskvalitet og mental helse</i>	14
2.6.6	<i>Vindturbinestøy og støyplage</i>	14
2.7	Litt om rytmiske variasjoner i lyder fra vindturbiner og vindkraftverk (AM-effekter)	14
2.8	Litt om lavfrekvent lyd og infralyd fra vindturbiner	15
2.9	Nyere studier av helseeffekter, med vekt på søvn	16
2.10	Kunnskap om støy fra vindturbiner – hvor står vi?	16
2.10.1	<i>Regelmessige internasjonale vitenskapelige konferanser</i>	16
2.11	Eventuelle effekter ved lavere støy enn den anbefalte grenseverdien	17
2.12	Annen kjent nyere litteratur	17
2.13	Oppsummering og vurdering av støyplage fra Gismarvik vindkraftverk	17
2.14	Andre støykilder i området	18
2.14.1	<i>Industri og industritilknyttet vegtrafikk</i>	18
2.14.2	<i>Vegtrafikk</i>	19
2.15	Samlet støybelastning og vurderinger av denne	19
2.15.1	<i>Føringer i støyretningslinja</i>	19

2.15.2	Vurderinger av samlet støybelastning etter støyretningslinja	20
2.15.3	Føring i pålegget om helsekonsekvensutredning	20
2.15.4	Vurderinger av samlet støybelastning i tråd med pålegget om helsekonsekvensutredning	20
3	Potensiale for helsekonsekvenser av skyggekast og lysforurensing fra vindkraftverk	21
3.1	Skyggekast	21
3.1.1	Skyggekast fra Gismarvik vindkraftverk	22
3.2	Lysforurensing	22
3.2.1	Lysforurensing fra og ved Gismarvik vindkraftverk	23
3.3	Visuell påvirkning	25
4	Potensiale for helsekonsekvenser av tap av nærområder for friluftsliv, samt stress og psykiske påkjenninger	28
4.1	Helsekonsekvenser for tap av nærområde for friluftsliv	28
4.1.1	Hvorfor er nærområder for friluftsliv viktig?	28
4.2	Aktuelt område og bruken i dag	28
4.3	Fremtidig situasjon	30
4.4	Helsemessig konsekvens av tap av rekreasjonsområder	31
5	Synergieffekter av samtlige eksponeringer	33
5.1	Stress og psykiske påkjenninger for naboer av anlegget	33
5.1.1	Helsemessig konsekvens	34
5.1.2	Forslag til avbøtende tiltak:	34
6	References	36
Vedlegg A	Ord og uttrykk i akustikk	1

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

1.1.1 Konesjon for vindkraftverk

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) ga den 30.9.2013 Gismarvik Vindkraft AS konsesjon til å bygge Gismarvik vindkraftverk. Konsesjonen omfattet et vindkraftverk med samlet effekt opp til 15 MW. Vedtaket ble ikke pålagt. I 2018 ble det godkjent overføring av eierskapet på Gismarvik Vindkraft AS fra Fred. Olsen Renewables og Sunnhordaland Kraftlag AS til Solvind Prosjekt AS. Vedtak om forlenget konsesjonstid fra 25 til 30 år ble gjort av NVE 28.2.2020.

1.1.2 Prosess for godkjenning av MTA og detaljplan

Utbyggingsløsningen var pr. september 2013 med 5 turbiner hver på 2,3 MW og totalhøyde på 130,5 m over bakken. Gismarvik Vindkraft AS sendte søknad om konsesjonsendring og godkjenning av endringer av miljø-, transport- og anleggsplan (MTA) i 2019 hvor det blant annet er gjort en reduksjon fra 5 til 3 turbiner, bygging av 2 adkomstveier og ny nettilknytning. Dette ble vedtatt av NVE 5.2.2020, og påklagd. Olje- og Energidirektoratet stadfestet vedtaket 05.10.2020.

NVE har lagt inn krav til at det installeres et system som sikrer at hinderlysene i vindkraftverket kun slås på når luftfartøy er i nærheten. Et slikt system skal installeres etter at det er godkjent av Luftfartstilsynet. Søknad om 24 måneder fritak fra kravet om slikt radarstyrt hinderlys på vindturbinene ble sendt fra Gismarvik Vindkraft AS til Olje- og energidepartementet 27.5.2021, og ble innvilget 24.6.2021.

1.1.3 Utbyggingsløsning

Utbyggingsløsningen av vindkraftverket på Gismarvik, per 26.8.2019, består av 3 turbiner. Turbinene er av type Enercon E-138 EP3 E2 med rotordiameter 138 m og navhøyde på 131 m. Dette gir en totalhøyde på 200 m. Turbinene er girløse og roterer med en hastighet på 11,1 rpm. Vurderingene som er gjort på Gismarvik vindkraftverk med tanke på støy, skyggekast, synlighet og friluftsliv i denne rapporten har lagt denne utbyggingensløsningen fra MTA-planen (Solvind, 2019) til grunn.

1.1.4 Vedtak i kommunestyret til Tysvær kommune med krav om at det gjennomføres en helsekonsekvensutredning

Rådmann i Tysvær kommune sendte 4.3.2021 sammen med kommuneoverlegen pålegg om utarbeidelse av helsekonsekvensutredning (HKU) for Gismarvik vindkraftverk. I brevet er det oppgitt minimum 5 punkter som skal belyses i HKU. De er gjengitt i utdraget under.

«1. Helsekonsekvenser fra støy

- a. Helseulempes ved støynivå > Lden40 dBA må særlig omtales
- b. Infrastøy, hva sier forskning så langt
- c. Kvalitet av beregningsmetodene

2. Helsekonsekvenser fra skyggekast

- a. Det må kartlegges hva man vet så langt ut i fra erfaringer andre steder i landet, samt internasjonal forskning.

3. Helsekonsekvenser fra lysforurensning

- a. Dersom man planlegger for høyintensitet lys, må dette særlig omtales
- b. Visuell forurensning må omtales
- c. Ved vurderingen må man ta høyde for om områdene er naturlig mørke områder, og ikke vil ha samme virkninger som fra en tidligere opplyst område (for eksempel by)

4. Helsekonsekvenser for tap av nærområder for friluftsliv, samt stress og psykiske påkjenninger.

5. Synergieffekter av samtlige overnevnte eksponeringer.

- a. Det er særlig viktig å belyse samspillet mellom flere faktorer som forsterker hverandre slik at den kombinerte effekten blir større enn summen av de enkelte faktorenes bidrag.»

1.2 Lovhjemler

1.2.1 Energiloven

Vindkraftkonsesjoner blir gitt etter «Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m.» (Energiloven), som dermed blir lovhome for eventuelle konsesjoner. Vindkraftverk er dermed unntatt fra Plan- og bygningsloven og skal dermed *ikke* byggesaksbehandles av kommuner.

«§ 1-2 Formål» i den loven inneholder føringer som er relevante for vurdering av ulemper fra slike energianlegg. Paragrafen lyder slik:

«Loven skal sikre at produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi foregår på en samfunnsmessig rasjonell måte, herunder skal det tas hensyn til allmenne og private interesser som blir berørt.»

1.2.2 Plan- og bygningsloven

Det følger av foregående kapittel at Energiloven *ikke* gir detaljerte føringer for håndtering av ulemper (støy, skyggekast, helseeffekter, osv.) fra vindkraftverk. De fleste nye og ombygde utendørs støykilder blir derimot behandlet etter «Lov om planlegging og byggesaksbehandling» (Plan- og bygningsloven). For behandling av utendørs støy har Plan- og bygningsloven detaljerte og praktiske forskrifter, veiledere, osv. Dette er nok blant grunnene til at «Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442/2016)» skal brukes også i planlegging av vindkraftverk. Retningslinjen gir overordnede føringer for planlegging på overordnet nivå, så vel som for reguleringsplaner, osv. og er altså hjemlet i Plan- og bygningsloven.

1.2.3 Folkehelseloven

Rådmann og kommuneoverlege i Tysvær kommune påla 4.3.2021 Gismarvik Vindkraft AS å få gjennomført en helsekonsekvensutredning. Dette vedtaket er hjemlet i «Lov om folkehelsearbeid» (Folkehelseloven) av 2012, der slike utredninger blir omtalte slik:

«§ 11.Helsekonsekvensutredning.

Kommunen kan pålegge den som planlegger eller driver virksomhet, eller den ansvarlige for forhold ved en eiendom, for egen regning å utrede mulige helsemessige konsekvenser av tiltaket eller forholdet. Slik utredning kan bare kreves dersom ulempene ved å foreta utredningen står i rimelig forhold til de helsemessige hensyn som tilsier at forholdet utredes. Klageinstansen har ved behandling av klagesaker tilsvarende rett til å kreve helsekonsekvensutredning.»

1.2.4 Forurensningsloven

For nye søknader om konsesjon for vindkraftverk kan kommunen gi tillatelse etter Forurensningsloven § 11 til vindturbiner, jfr. «Forskrift om myndighet til kommunene etter forurensningsloven» som trådte i kraft 1. januar 2020. Vi har lagt til grunn at dette ikke gjelder for Gismarvik vindkraftverk, som søkte om tillatelse før 1.1.2020.. Vi har ikke gjort en juridisk vurdering av dette.

1.3 Formål og avgrensning

Formålet med HKU-en er å få fram en samlet vurdering av støy, visuell påvirkning, inkludert skyggekast vindkraftverket vil gi, inkludert en faglig vurdering av virkningene.

HKU-en gir en oversikt på hva som finnes av relevant dokumentasjon av vurderinger av helsevirkninger koblet til støy og visuell innvirkning fra vindkraftverk, koblet opp mot de nivåer av støy og visuell virkning som er beregnet ved dette vindkraftverket.

Til underlag for Norconsults vurdering har følgende grunnlag fra Tiltakshaver blitt brukt, der samtlige er basert på den turbinlayout/turbinmodell med tilhørende informasjon/spesifikasjoner som ligger som grunn i MTA- og detaljplan:

- Støyberegning fra Kjeller Vindteknikk (nå del av Norconsult) datert 6.9.2019
- Skyggekastberegning fra Kjeller Vindteknikk (nå del av Norconsult) datert 16.1.2019
- Synlighetskart vedlagt MTA oppdatert 26.8.2019
- Utredning om friluftsliv fra MTA oppdatert 26.8.2019

1.4 Definisjon av helse

Sosial- og helsedepartementet har gitt ut en veileder om helse og trivsel i konsekvensutredninger (Ståvi & et.al., 2001). Her er det redegjort for ulike tilnærminger til hva som skal legges i begrepet helse.

Det fins ingen entydig definisjon av begrepet helse. De definisjonene som fins i litteraturen, spriker først og fremst med hensyn til hvor vidt man velger å tolke og i hvilket perspektiv man ønsker å vurdere helsebegrepet. Helse er et relativt begrep som vanskelig kan måles på en entydig og dekkende måte. Det er både et verdiladet og et flerdimensjonalt begrep. Hvilke sider den enkelte legger til grunn for sin helsedefinisjon, vil i betydelig grad avhenge av eget ståsted og egne verdier. Først og fremst er helsedefinisjonen avhengig av de til enhver tid gjeldende verdier i samfunnet, som igjen er avhengig av økonomi, kultur, politikk, mediafokusering, etc.

WHO har utformet følgende helsedefinisjon: "Health is a state of complete physical, mental and social well-being, and not merely the absence of disease or infirmity". Oversatt til norsk blir dette noe slikt som: «Helse er ikke bare fravær av sykdom og svakhet, men en tilstand av fullstendig fysisk, psykisk og sosialt velvære». Denne definisjonen har møtt sterk kritikk, først og fremst fordi den beskriver en *utopisk* situasjon, hvor streben etter denne i seg selv kan være helseskadelig. Samtidig gir den en *visjon* om lykke og velvære for befolkningen som kan være rettleidende for politiske beslutninger.

Det er gjort flere forsøk på å gi en uttømmende definisjon av begrepet helse, men et endelig og omforent helsebegrep har man hittil ikke kunnet enes om. Blant flere tilnærminger kan nevnes Statens helsetilsyn, som berører helsebegrepet gjennom sin fortolkning av folkehelse, som omfatter «det enkelte individs og grupperes muligheter for ansvar, delaktighet, solidaritet, mestring og kontroll over eget liv og situasjon».

En vanlig brukt tilnærming til helsebegrepet i det samfunnsmedisinske fagmiljø er en todimensjonal modell der grensen mellom dårlig og god helse varierer i spennvidden mellom psykisk velvære og fysisk lyte (Figur 1-1). Et slikt helsebegrep anskueliggjør det tilsynelatende paradoks at et menneske kan ha en god objektiv helse, men allikevel oppleve dårlig livskvalitet eller mistrivsel. Posisjonen av linjeskillet mellom god og dårlig helse vil i denne modellen være avhengig av både samfunnsmessige forhold som fysiske og psykiske miljøfaktorer, økonomi, sysselsetting, og personlige forhold som religiøs og kulturell tilhørighet.



Figur 1-1: Den todimensjonale helsedefinisjonsmodellen

Noe som kompliserer bruken av helse- og trivselsdefinisjoner, er det faktum at det som virker helse- og trivselsfremmende for noen, kan ha motsatt effekt på andre. Aldersmessige og kulturelle forskjeller kan være grunnlag for interessekonflikter som kan påvirke helse og trivsel i motsatte retninger. Eksempelvis kan en ensidig tilrettelegging av samfunnsgoder for barn og unge kunne oppleves å være til fortrenghet for den eldre del av befolkningen, og således virke trivselshemmende på disse.

Ingen av de ovennevnte helsedefinisjonene er alene dekkende for å ivareta befolkningens helse og trivsel i forbindelse med vurdering av konsekvenser av større tiltak. Trivselsbegrepet er en utvidelse av vår tradisjonelle forståelse av helsebegrepet. Derfor bør man legge en bred helsedefinisjon til grunn i helsemessige konsekvensutredninger.

1.5 Avgrensning av helsebegrepet i denne utredningen

Som det fremgår av foregående avsnitt, er helsebegrepet vidtfaende og til dels vanskelig å konkretisere. *For denne utredningen er problemstillingen avgrenset til helsekonsekvenser forårsaket av støy, skyggekast, lysforurensing fra lysmarkering på turbinene, tap av friluftsområder og synergieffekter av disse ved Gismarvik vindkraftverk i driftsfasen.*

Denne rapporten vil redegjøre for kjente studier som omhandler temaet, og på det grunnlag gjøre noen betraktninger rundt faktorer som kan antas å kunne påvirke lokal helse, og om det kan sannsynliggjøres at slike helseeffekter kan oppstå.

2 Potensiale for helsekonsekvenser av støy fra vindturbiner

2.1 Innledning

Støy defineres som uønsket lyd. Vedlegg A inneholder forklaringer og utfyllende informasjon om lyd. Det viktigste begrepet for sammenligning med gjeldende norske anbefalte grenseverdier er årsmidlet døgnnivå for lydtrykk. Dette blir kalt L_{den} , og er nærmere forklart i Vedlegg A. Det er viktig å være klar over at L_{den} er en indikator som «straffer» støyutslipp om kveldene og nettene i forhold til støyutslipp på dagtid, dette for å gjøre indikatoren bedre for å vurdere bl.a. støyplage.

I vanlig forekommende avstander (ved boliger, ved fritidsboliger, like ved vindturbinene, osv.) vil lydtrykket fra turbinene ikke være så høyt at det gir fare for akutte hørselskader. Referanser til arbeidsmiljøstøygrenser og arbeidsmiljøstøyspesifikke tema er derfor ikke relevante i helsekonsekvensutredninger for samfunnet som sådan eller enkeltpersoner uten et arbeidsforhold til vindkraftverket. Merknad: Miljøfaktorer, bl.a. støy, i arbeidsforhold og for arbeidere er regulert i Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv. (Arbeidsmiljøloven).

2.2 Utfyllende om støyretningslinja T-1442

I støyretningslinja T-1442 (Klima og Miljødepartementet, 2021) er bebyggelse med støyfølsomt bruksformål definert til å være boliger (faste boliger og fritidsboliger), sykehus, pleieinstitusjoner, skoler og barnehager. For bebyggelse med støyfølsomt bruksformål er det anbefalt en grenseverdi for vindturbinestøy på $L_{den} = 45$ dB. Det er også satt en grenseverdi for grønne soner på $L_{den} = 40$ dB, hvor grønne soner er områder som kommunene har definert som stille områder som er viktige for natur- og fritidsinteresser. Etter 2014 er det ikke lengre gjort forskjell på om bebyggelse ligger i vindskygge eller ikke, anbefalt grenseverdi er nå på $L_{den} = 45$ dB i begge tilfeller. Dette tilsvarer tidligere nivå for bebyggelse i vindskygge. Retningslinja sier at utbygger skal lage støykart som viser gule og røde soner hvor støyverdiene er over henholdsvis $L_{den} = 45$ dB og $L_{den} = 55$ dB. Undersøkelser gjort av Miljødirektoratet i 2011 viste at gjeldende anbefalt støygrense utendørs på $L_{den} = 45$ dB også sikrer at lavfrekvent støy ikke overskrider $L_{p,A,ekv.} = 20$ dB innendørs. Sistnevnte er grensen for lavfrekvent støy innendørs i Danmark (Sissel B. Jakobsen, 2018). Finland har også grenser for lavfrekvent støy innendørs. For tiden mangler Norge grenseverdier for lavfrekvent støy innendørs. T-1442 ble sist revidert i juni i år, det er ingen endringer i de anbefalte grenseverdiene.

2.3 Litt om støy fra vindturbiner sammenliknet med støy fra andre utendørskilder

Støy fra samferdsel utgjør det største samfunnsmessige støyproblemet. Disse støykildene (vegtrafikkstøy, luftfartsstøy, jernbanestøy, m.fl.) og plagene fra dem er undersøkt grundigere enn f.eks. støy fra vindturbiner. Gjeldende grenseverdier for årsmidlete døgnnivåer i L_{den} fra disse kildene er også høyere enn for vindturbinestøy. Videre er kunnskapsgrunnlaget for forholdet mellom eksponering og respons/plage mer kjent. Dette har bl.a. muliggjort grafer/framstillinger av respons/plage som funksjon av årsmidlete døgnnivåer i L_{den} . Gjeldende grenseverdier for støy fra disse kildene er resultat av samfunnsmessige kompromisser, som bl.a. innebærer at en del eksponerte personer vil være støyplaget selv ved oppfylling av disse grenseverdiene. Siden grenseverdiene og antallet eksponerte personer er høye gir det gode muligheter til å lage pålitelig statistikk og dermed sikrere kunnskap.

De fleste som er eksponerte for vindturbinestøy er derimot utsatte for betydelig lavere årsmidlete døgnnivåer enn tilfellet er for f.eks. personer plaget av vegtrafikkstøy. Dette, sammen med at færre personer er eksponerte for vindturbinestøy gjør det vanskelig å tallfeste helsekonsekvenser av vindturbinestøy. Dette kan på fagspråk skildres som at studier av eventuelle helsekonsekvenser er vanskelige å gjøre statistisk signifikante. Det vil si at datagrunnlaget er for svakt for å gi en sikker konklusjon.

Som bl.a. Verdens helseorganisasjon påpeker (se avsnitt 2.5) er mange studier av helseeffekter av vindturbinestøy dårlige, dette gjelder spesielt eldre studier. De fleste mangler sikker informasjon om eksponeringsnivåene, slik at sammenlikninger mellom de ulike studiene blir vanskelig/umulig. Noen, som TØI sin rapport (Sundfør & et.al., 2015), bruker prognoserte/beregnete nivåer som eksponering, se også omtale i målerapport (Nord & et.al., 2014). De tar dermed ikke hensyn til at slike prognoserte/beregnete

nivåer skal utgjøre konservative (dvs. ikke for lave) nivåer. Virkelige årsmidlet døgnnivåer skal ligge noe under disse konservativt beregnete nivåene så langt metoden i veilederen M-128 til støyretningslinjen T-1442 er fulgt. I denne typen undersøkelser av eventuelle virkninger inngår dermed en høyere eksponering enn den sannsynlige eksponeringen. I andre studier er det bare skilt mellom personer som bor nær vindkraftverk og personer som ikke gjør det – altså igjen uten at eksponeringsnivåene for vindturbinstøyen er kjente.

Som nevnt er typiske årsmidlete døgnnivåer ved boliger av lydtrykk fra vindturbiner lave sammenliknet med lydtrykk fra typiske kilder i samferdselssektoren. I beregning av støyutbredelse i omgivelsene er det alltid slik at beregningsusikkerheten øker svært mye med økende avstand fra kilden. Det er ikke uvanlig at lydtrykket fra vindturbiner ved f.eks. et bolighus er like lavt eller lavere enn andre lyder laget av vinden (vindsus i trær, vindsus i terrengformasjoner, bølgeslag mot land, osv.).

I retningslinja T-1442 er det lagt til grunn at en viss andel av befolkningen vil føle seg støyplaget ved et lydtrykk på grenseverdien ved de ulike støykildetyperne. Dette er et samfunnsmessig kompromiss der støyplage *fra* og nytte *av* den aktuelle støykilden er veiet opp mot hverandre. Man kan regne med at 10-15 % av befolkningen regner seg som mer støyfølsomme enn gjennomsnittet i befolkningen. Like ens vil personer som hører bedre enn gjennomsnittet kunne oppleve større støyplager enn andre. Høreterskelen (dvs. den svakeste enkelttonelyden man hører) har et standardavvik på 5-6 dB (over alle frekvenser, inkludert infralyd) i en befolkningsgruppe (Kurakata & Mizunami, 2008). Variasjoner i hørsel kan kanskje forklare noe av variasjon i støyplage.

Utsatte grupper som nevnt ovenfor vil da ikke få et like sterkt samfunnsvern mot støy. Personer med søvnmønster som avviker fra hovedparten av den voksne befolkningen (f.eks. barn og skiftarbeidere) vil heller ikke få et like sterkt samfunnsvern mot støy. Inndelingen av «støy-døgnet» i tre perioder (dag (kl. 07-19), kveld (kl. 19-23) og natt (kl. 23-07)) med påfølgende «straffetillegg» for støy produsert om kvelden og natta er også tilpasset personer med vanlig søvnmønster.

Som kjent, bl.a. fra opplevelser i hverdagene våre, varierer lydutbredelsen mye, både innenfor korte og lange tidsintervaller. For et typisk vindkraftverk er nok det store bildet at det er *vindretningen* og i en viss grad *vindstyrken* som avgjør hvordan lydutbredelsen fra de enkelte vindturbinene til det aktuelle bolighuset vært i et gitt tidspunkt. Dette fordi vinden og egenskapene til vinden er sterkere drivkrefter i denne prosessen enn det som vertikale temperaturforskjeller er. Når vinden er svak, kan derimot slike temperaturforskjeller ha en større innvirkning. Det er vanskelig å slå fast for hvilken vindhastighet og vindretning denne gradvise overgangen starter. Dette fordi luftstrømmer og andre egenskaper til atmosfæren er grunnleggende stokastiske («kaotiske»), spesielt i de lavere luftlagene som for eksempel fra toppen av rotorbladene og ned til bakken. Disse egenskapene er innenfor praktisk og fornuftig vis ikke mulig å måle innenfor et større område (som for eksempel innenfor støysoner til et vindkraftverk). Sett over året vil luftstrømmene og de andre egenskapene til luftlagene bare være «enkle» en svært liten del av timene i året. I disse timene kan det kanskje være mulig å regne ut lydutbredelsen med lav usikkerhet. I de resterende timene i året vil lufta oppføre seg mer «kaotisk», og lydutbredelsen lar seg ikke beregne like nøyaktig. Dette er en av grunnene til at *støy fra vindkraftverk nesten alltid blir beregnet for en situasjon med medvind fra vindturbin til mottakerpunkt*, for eksempel et bolighus. Slike *medvindsberegninger* utgjør verste-tilfelle i lydutbredelse, altså at lydtrykket ved det aktuelle bolighuset ikke skal bli høyere enn det som medvindsberegningen viser. Slik situasjon er valgt for å minske sjansen for at beregningsmetoden underestimerer lydtrykket i mottakerpunkt, dette som et «føre-var»-prinsipp fordi man f.eks. i støykartlegging ønsker å «ta godt i» (Jakobsen, Bølling, & Bjerkestrand, 2018). Dette betyr videre at i mange av årets timer vil lydtrykket ved f.eks. bolighus være *lavere* enn beregningene i støyrapporter viser. Først etter at lokale vindforhold er dokumenterte åpner offentlige myndigheter for at slik langtidsinformasjon om vindforhold kan brukes, sitat: *«kun som tilleggsinformasjon til bruk ved skjønnsvurdering av enkeltsaker.»*

Merk: Her er bare *utbredelsen* av lyden drøfta. *Lydeffekten* fra vindturbinene er altså *ikke* drøfta, men er selvsagt avgjørende for støynivået ved for eksempel et bolighus.

Avstandsdemping av lyd som funksjon av temperaturen er tallfestet her:
<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19670007333.pdf>

Formel, osv., fins her: <https://www.nde-ed.org/EducationResources/HighSchool/Sound/tempandspeed.htm>

2.4 Nabovirkningsrapport fra NVE

I forbindelse med nasjonal ramme for vindkraft har NVE utgitt en nabovirkningsrapport (Jakobsen, Bølling, & Bjerkestrand, 2018). Nabovirkninger omfavner her virkninger for naboer til vindkraftverk med tanke på støy, skyggekast og synlighet, og hvordan dette kan påvirke folkehelse, eiendomspriser, osv. NVE sin rapport tar for seg både virkninger for faste boliger og fritidsboliger. Det legges vekt på at selv om beboere i faste boliger nær vindkraftverk har større andel av året med påvirkning, så kan det knyttes større forventninger til ro, utsikt og urørt natur, m.m. i området for fritidsboliger. Det legges også vekt på at synlighet og lydstyrke er objektive størrelser, men i den grad de utgjør en plage er i stor grad subjektivt betinget. De subjektive faktorene er ikke inkludert i rapportens gjennomgang av nabovirkninger, som heller fokuserer på eksponering fremfor respons.

Det er bare studier som er publisert frem til 2015 som er inkludert i WHO sine retningslinjer, se nedenfor. Derfor er det inkludert i nabovirkningsrapporten (Sissel B. Jakobsen, 2018) et kapittel skrevet av Folkehelseinstituttet (FHI) hvor det er tatt for seg studier publisert mellom 2015 og 2018 som kan ha betydning for vurderingen av helsevirkninger på grunn av støy fra vindturbiner.

2.5 Verdens helseorganisasjon, WHO

Verdens helseorganisasjon (WHO) utarbeidet nye retningslinjer for miljøstøy i 2018 gjennom en systematisk kunnskapsvurdering (World Health Organization, 2018). Kunnskapsvurderingen er basert på publikasjoner opp til år 2014. Målet med WHO sine retningslinjer er å beskytte helsen til mennesker mot virkninger fra miljøstøy fra ulike støykilder. WHO anbefaler å holde støynivåene fra vindturbiner utendørs ved boliger på nivåer under $L_{den} = 45$ dB, som tilsvarer grenseverdiene anbefalt i den norske retningslinjen T-1442. Rapporten legger vekt på at det er manglende bevis eller at studiene om temaet helsevirkninger av vindturbinestøy er av dårlig kvalitet, og de peker på at effekten av holdningene som finnes mot vindkraft er vanskelige å skille fra virkningene fra støyen. WHO anbefaler derfor å se videre på dette temaet.

Den danske Sundhedsstyrelsen publiserte i 2018/2019 resultater av langtidsundersøkelser av helseeffekter grunnet vindturbinestøy hvor det undersøkes mulige sammenhenger mellom ulike registrerte helseeffekter i perioden 1982 til 2013 med støynivåene utenfor og inne i boligene til deltakerne i en avstand på 6 km fra vindturbiner (Sundhedsstyrelsen i Danmark, 2019). Det utgjør 720 000 personer eller mer i undersøkelsen. Undersøkelsene og resultatene er gitt i seks delundersøkelser. I Danmark er det andre støygrenser som brukes enn i Norge. Vindturbinestøy skal ikke overskride $L_{Aeq} = 44$ dB (tilsvarer $L_{den} = 50,4$) ved vindhastigheter på 8 m/s, eller $L_{Aeq} = 42$ dB ved 6 m/s i en avstand på 15 m fra et bygg (Sissel B. Jakobsen, 2018). I områder som regnes som sensitive, som rekreasjonsområder, skal ikke vindturbinestøyen overskride $L_{Aeq} = 39$ dB ved vindhastighet på 8 m/s, eller $L_{Aeq} = 37$ dB ved 6 m/s. Dette tilsvarer $L_{den} = 45,4$ dB og $L_{den} = 43,4$ dB.

I Danmark er det altså også en grense for innendørs lavfrekvent lydtryknivå fra vindturbiner på $L_{Aeq} = 20$ dB.

Resultater og konklusjoner fra alle de nevnte kildene er oppsummert i videre delkapitler nedenfor.

2.6 Vindturbinestøy som faktor for ulike sykdommer eller plager

2.6.1 Vindturbinestøy og hjerte-kar-sykdom

Det var tre studier som ble vurdert i WHO sin rapport (World Health Organization, 2018), hvor alle tre studiene til sammen hadde 1830 deltakere. Alle studiene fant en positiv sammenheng mellom høye støynivåer fra vindturbiner og utbredelse av høyt blodtrykk, men ingen av dem viste til økning på mer enn 5 % relativ risiko, og er dermed ikke vurdert som en statistisk signifikant økning. Alle studiene ble vurdert til å være av dårlig kvalitet. De samme studiene så også på mulig sammenheng mellom vindturbinestøy og selvrapportering av hjerte- og karsykdommer, men ingen av dem fant noen sammenheng.

FHI konkluderer at det er liten støtte i forskningslitteraturen som er gjennomgått for at vindturbinestøy gir en økt risiko for hjerte-kar-sykdommer (Sissel B. Jakobsen, 2018), men at det er få studier med god kvalitet på dette feltet.

Undersøkelsene til Sundhedsstyrelsen i Danmark konkluderer med at det ikke er avgjørende bevis for en sammenheng mellom vindturbinestøy og utløsning av blodpropp i hjertet eller slag (Sunnhedsstyrelsen, 2019). Støynivåene som er inkludert i undersøkelsen er over $L_{Aeq} = 30$ dB. Undersøkelsen viser at innendørs lavfrekvent vindturbinestøy, over den danske grensen, på natten kan muligens være en utløsende faktor for hjerte-kar-sykdommer, men at det stort sett ikke er noen påvirkning fra utendørs vindturbinestøy om natten. Disse konklusjonene er basert på ganske få tilfeller, så det anbefales ytterligere undersøkelser på feltet. Det ble også gjort en delundersøkelse på mulig sammenheng mellom nattlig vindturbinestøy og førstegangs bruk av resept på medisin for høyt blodtrykk. De kunne ikke finne noen *generell* sammenheng, men det var *svake indikasjoner* for en sammenheng for personer over 65 år. De sier at dette burde utforskes videre.

2.6.2 Vindturbinestøy og diabetes

Den danske langtidsundersøkelsen så på mulig sammenheng mellom vindturbinestøy og forekomst av diabetes, men de konkluderte med at man ikke kan se en slik sammenheng ut fra undersøkelsen deres (Sunnhedsstyrelsen, 2019).

Rapportene fra WHO og FHI omtaler ikke sammenhenger mellom vindturbinestøy og diabetes.

2.6.3 Vindturbinestøy og teratogen effekt / fødselsutfall

Både WHO og Sundhedsstyrelsen i Danmark har sett på mulige sammenhenger mellom vindturbinestøy og teratogen effekt / fødselsutfall, men WHO fant ingen godkjente studier som omtalte dette, og den danske undersøkelsen fant ingen sammenheng. Den danske studien peker på at det var kun noen få tilfeller i studien hvor kvinnene var utsatt for støyerverdier over grensene under graviditeten, og at konklusjonene derfor er usikre.

2.6.4 Vindturbinestøy og søvnforstyrrelser

I WHO sin rapport (World Health Organization, 2018) ble det undersøkt virkningen av støy fra vindturbiner på søvn. De vurderte seks studier som ble godkjent for å tas med i kunnskapsgrunnlaget, men som omtales som studier av lav kvalitet og stor fare for bias i resultatene som følge av at søvnproblemene var selvrapportert. Studiene viste ingen konsistente resultater for hvordan støy fra vindturbiner påvirker søvn, og det ble derfor ikke laget noen ytterligere retningslinjer for vindturbinestøy med tanke på søvnforstyrrelser om natten annet enn den anbefalte grenseverdien på $L_{den} = 45$ dB.

Oppsummeringen av nye studier gjort av FHI viser ingen sammenheng mellom vindturbinestøy og rapportert søvnkvalitet (Sissel B. Jakobsen, 2018). Dette er mye basert på den til nå største studien på dette feltet som er gjennomført i Canada hvor 1 238 personer innenfor en radius på ca 10 km fra vindkraftverk er inkludert. Studien vurderte både resultater fra standard søvnspørreskjema og objektive målinger av søvn med aktigraf. Støynivåene i studien var opp til $L_{Aeq} = 46$ dB utendørs (tilsvarende $L_{den} = 52,4$ dB), altså over den norske grensen på $L_{den} = 45$ dB. En annen kanadisk studie som blir fremhevet er en studie som tok for seg søvn før og etter oppstart av et vindkraftverk med respondenter innen 2 km fra vindkraftverket. Spørreskjemaet avslørte at søvnkvaliteten ble rapportert som dårligere etter oppstarten av vindkraftverket, men det var ingen sammenheng mellom avstand til vindturbinene eller støynivå og søvnkvaliteten, men heller en sammenheng mellom søvnkvaliteten og holdningene til vindkraft og synlighet av vindturbinene. Det ble gjort fysiologiske målinger av søvn med polysomnografi i samme studie, og det ble ikke påvist noen forskjeller i søvn før og etter vindkraftverket ble satt i drift. FHI konkluderer i nabovirkningsrapporten at det per i dag er få holdepunkter for at vindturbinestøy opptil $L_{Aeq} = 45$ dB virker direkte på søvn.

For å se på virkningene av vindturbinestøy og søvnproblemer ser den danske studien på sammenhengen mellom støynivåer over $L_{Aeq} = 42$ dB og antall personer som løser inn resept på sovemedisin for første gang. For de som var utsatt for nattlige støynivåer utendørs over $L_{Aeq} = 42$ dB var det indikasjoner på en sammenheng mellom økt risiko for innløsning av resept på sovemedisin og antidepressiva sammenlignet

med de som var utsatt for støynivåer under $L_{Aeq} = 42$ dB for personer over 65 år. De fant ingen sammenheng for innendørs lavfrekvent vindturbinestøy. De påpeker at dette er den første undersøkelsen av sitt slag og at det derfor etterspørres flere undersøkelser.

2.6.5 Vindturbinestøy, livskvalitet og mental helse

To oversiktsartikler fra 2014 og 2015 som inkluderer flere studier samt tilleggssøk frem til 2018 er undersøkt av FHI i forbindelse med virkninger av vindturbinestøy og mental helse og livskvalitet. Enkelte studier viste en forskjell i livskvalitet som funksjon av avstand fra vindkraftverk (Sissel B. Jakobsen, 2018). Noen studier viser til sammenheng mellom redusert livskvalitet samt mental helse og vindturbinestøy, og da særlig hos befolkning som rapporterte negative holdninger til vindkraft, bekymringer for reduserte eiendomspriser eller rapporterte visuell plage fra vindturbinene. Andre studier viser ingen sammenheng mellom støynivå under $L_{Aeq} = 45$ dB (tilsvarende $L_{den} = 51,4$ dB) og reduksjon av livskvalitet og mental helse. Det påpekes at de fleste studiene ikke har tilstrekkelig kontroll over andre faktorer som kan påvirke mental helse og dermed påvirke sammenhengen mellom mental helse og vindturbinestøy, og studiene gir heller ikke konsistente funn. Det konkluderes med at det er utilstrekkelig støtte i forskningslitteraturen for en årsakssammenheng mellom vindturbinestøy, redusert livskvalitet og mental helse.

2.6.6 Vindturbinestøy og støyplage

Støyplage omhandler både aktivitetsforstyrrelser og negative vurderinger eller følelsesmessige reaksjoner. Støyplager som følge av vindturbinestøy ble vurdert i WHO sin rapport (World Health Organization, 2018) gjennom fire studier hvor målinger av støynivåer ble gjort i nærområdene til turbinene. Støynivåene som er målt i de fire studiene varierer fra L_{den} 20 dB til 56 dB. WHO har satt et krav i rapporten sin til at det er en merkbar sammenheng mellom vindturbinestøy og støyplager når det er en økning på over 10 % i populasjonen som anser seg som sterkt plaget («highly annoyed»). Dette kriteriet nås ved støynivåer rundt $L_{den} = 45$ dB, men det rapporteres plager ved støynivå også under L_{den} 40 dB. De fire studiene viser store variasjoner i prosentvis andel av befolkningen som rapporterer at de er sterkt plaget av vindturbinestøyen, og studiene er vurdert av WHO til å være av lav kvalitet. Manglene går gjerne på at studiene er usystematiske, har få deltakere, usikre faktiske støynivå, osv.)

FHI påpeker at forventningen til stillhet i mindre urbane strøk generelt er stor, og at forskjellen fra denne forventningen anses å være en av grunnene til at støy fra vindturbiner oppleves mer plagsomt ved lavere støynivåer enn for eksempel vegtrafikkstøy (Sissel B. Jakobsen, 2018). Støy i anlegg- og byggefasen av vindkraftverk kan også være høyere enn støyen som oppstår når vindkraftverket er ferdig etablert og i drift, og denne økte støyen i starten av endringen kan gi forventninger om høyere støynivåer fra vindturbinene blir en tilleggsplage som er vist å vedvare over tid. Kunnskapen om virkninger av vindturbinestøy er relativt ny, og FHI påpeker at det mangler kunnskap om eventuell tilvenning og i hvilken grad støyplagene skyldes endringen i støybildet eller den vedvarende lydilden.

Undersøkelsene utført av Sundhedsstyrelsen i Danmark bruker registerdata i sine undersøkelser, og det er derfor ikke omtalt noen undersøkelser knyttet til støyplage som følge av vindturbinestøy.

2.7 Litt om rytmiske variasjoner i lyder fra vindturbiner og vindkraftverk (AM-effekter)

Ofte gir vindturbiner pulserende lyd. Pulseringen stammer fra rotorbladenes passering av tårn. Moderne vindturbiner har alltid tre rotorblad, slik at frekvensen til pulseringen blir tre ganger rotasjonshastigheten til vindturbinrotoren. Denne pulseringen blir ofte omtalt som en «svisje»-lyd. Selv om lyden fra vindturbiner er bredspektret og uten svært tydelige toner eller andre oppmerksomhetstiltrekkende karaktertrekk, har disse rytmiske variasjonene i lydtrykket større potensiale for å gi plager enn en tilsvarende lyd uten disse rytmiske variasjonene. Variasjonene blir vanligvis kalt amplitudemodulasjon (AM). For mer info, se f.eks.:

<https://hayesmckenzie.co.uk/news/amplitude-modulation-in-wind-farm-noise>

Når flere vindturbiner i et vindkraftverk er hørbare ved en bestemt bolig vil de rytmiske variasjonene delvis overlappe hverandre, siden vindturbinene ikke roterer i takt med hverandre. De rytmiske variasjonene får dermed en annen karakter, som kan være mer eller mindre plagsom enn variasjoner fra enkeltturbiner alene.

2.8 Litt om lavfrekvent lyd og infralyd fra vindturbiner

For noen titalls år siden var det vanlig med vindturbiner der rotoren stod nedstrøms tårnet. På den måten roterte opphenget til rotoren seg av seg selv til en god stilling for utnyttelser av vinden. Dette skjedde uten servomotorer eller andre mekaniske hjelpemidler. Disse tidlige vindturbinertypene gav mye lavfrekvent lyd og infralyd, som stammet fra rotorens vekselvirkninger med de turbulente luftvirvlene nedstrøms tårnet. Mange eldre studier av lavfrekvent lyd og infralyd fra vindturbiner er for denne utdaterte vindturbinertypen.

Moderne vindturbiner har derimot servomotorer som *tvinger rotoren opp mot vinden*, dvs. på oppstrømsida av tårnet. Rotoren vil dermed arbeide i luft med vesentlig mindre turbulens siden den ikke roterer i luftvirvlene nedstrøms tårnet. Slike vindturbiner lager følgelig vesentlig mindre lavfrekvent lyd og infralyd. En prinsippskisse av disse forskjellene er vist i Figur 2-1.

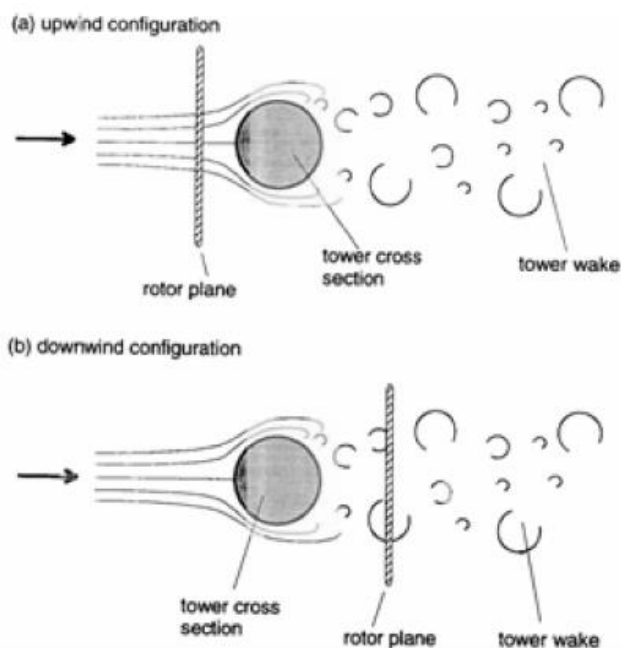


Figure 1 The disturbed flow behind the tower results in highly unsteady aerodynamic blade forces which in the final end is the main cause of low frequency noise (illustration from Wagner⁴).

Figur 2-1: Oversatt figurtekst: Når strømmingen forstyrres av tårnet fører dette til svært ustabile aerodynamiske krefter på bladene, som er hovedårsaken til lavfrekvent lyd.

Selv med rotoren oppstrøms tårnet lager moderne vindturbiner lavfrekvent lyd og infralyd. Det er gjort studier av mulig plage fra disse delene av lydspekteret. I fagene biologi og medisin er det pekt på at mennesket er lite følsomt for infralyd, det gjelder både sansing og direkte skadepotensiale. Som nevnt i vedlegg har lyd svært liten effekt (altså den effekten en regner i watt), og dermed vil det være overraskende om slik lyd skulle skade vev eller hele organer. Menneskets øre er følsomt for lyd i frekvensområdet fra ca. 20 Hz til ca. 16 kHz, men svært lite følsomt for lyder med frekvenser langt under og langt over det området.

En god artikkel som tar for seg infralyd på tverrfaglig måte kan lastes ned her:

<https://acousticstoday.org/concerns-about-infrasound-from-wind-turbines-geoff-leventhall/>

2.9 Nyere studier av helseeffekter, med vekt på søvn

2.9.1.1 Søvn-studie under kontrollerte forhold

Helt nylig er det publisert en godt dokumentert søvnstudie der forsøkspersoner ble utsatte for lyder med kontrollert styrke og lydspekter fra vindturbiner (Smith & et.al., 2020). I denne studien blir det hevdet at den er den første i sitt slag. Gjort på den rette måten har denne typen studier et stort potensial for å få fram ny kunnskap fordi eksponeringen er kjent, og responsen kan tallfestes straks etter eksponeringen. Dette er ekstra viktig ved så lave støynivåer som vanligvis forekommer i vindkraftsaker.

Studien viser at innsovning kan ta lenger tid når forsøkspersonen ble utsatt for vindturbinestøy. Det ble også sett noe mindre REM-søvn. Andre objektive mål viste ingen endringer. Selvrappert søvnkvalitet avtok noe. I studien deltok 50 personer, som sov tre netter hver i et søvnlaboratorium.

Lydnivået ble variert noe, for å simulere endringer i vindturbinestøyen i et typisk soverom. Vindusåpning ble også variert noe, for å studere effekten av endret lydspekter som følge av variasjoner i lydisolasjonen i reelle vindu/vegg-flater. Lydtryknivået ble holdt fast på $L_{P,A,ekv.natt} = 32$ dB, i en posisjon 150 mm over senter til hodeputa.

Lydfilene som ble brukt kan lastes ned herfra: <https://snd.gu.se/en/catalogue/study/snd1118>

Det er kanskje ikke helt urimelig å anta at rytmiske variasjoner i vindturbinlyden (AM, se avsnitt 2.7) kan bidra til forsinket innsovning, uten at det hittil er vist vitenskapelig belegg for det.

2.9.1.2 Studie initiert av finske VN TEAS om eksponering for infralyd fra vindturbiner

Det er gjort flere studier av infralyd fra vindkraftverk. Dette er beskrevet tidligere. På oppdrag fra statsministerens kontor i Finland er det gjort en detaljert studie av infralyd fra vindturbiner (Mijala & et.al., 2020). I studien er det sett etter mulige helserelevante effekter av infralyd fra vindturbiner ved å eksponere et antall personer for vindturbinlyder, med og uten innhold av infralyd. Studien tyder på at det er ingen helserelevante effekter av slik infralyd. Dette samsvarer godt med kunnskap vist til ovenfor.

2.10 Kunnskap om støy fra vindturbiner – hvor står vi?

2.10.1 **Regelmessige internasjonale vitenskapelige konferanser**

Annethvert år arrangerer INCE-Europe en internasjonal vitenskapelig konferanse om støy fra vindturbiner. Disse konferansene fanger opp mye / det meste av forskningen innen dette fagfeltet, og har blitt arrangert siden 2005. Konferansene tar for seg alle aspekt ved vindturbinestøy, fra selve støy-produksjonen til sansing/helseeffekter, via lydforplantning og målemetoder, m.v. Den foreløpig siste konferansen ble arrangert 18. – 21. mai i 2021 (INCE Europe, 2021). Den delen av konferansen som omhandlet sansing og helse er oppsummert slik i arrangøren sine egne ord:

«**Perception and Health**

The formal session on perception and health had four papers covering a number of the issues involved. There was an excellent wide ranging discussion, some of which was centred round whether it was reasonable to have a criterion that was based on 10% of people being highly annoyed – or whether annoyance should be the measure anyway. How much noise should be considered on its own when it is known that other factors strongly play a part in annoyance. Should distance be used as a criterion? There was also significant discussion about sleep disturbance and further testing needs. In addition we had other parts of the conference where the perception of wind farm noise was dealt with including a conversation between Frits van den Berg and two wind farm neighbours who explained their subjective perception of the noise. Frits also had a conversation on the day before with two members of RWE who explained how they were attempting to get wind farm neighbours involved at the planning stage of a wind farm. There were two examples of apps being used to try to monitor wind farm neighbours experiences in real time.»

Som del av litteraturstudium for denne helsekonsekvensutredningen har vi kjøpt samlingen med foredrag fra denne konferansen («conference proceedings») (INCE Europe, 2021). Overordnet: Vi vurderer det slik at konferansen ikke avdekket noen hittil lite kjente forhold som er direkte relevante for denne helsekonsekvensutredningen. Merknad: Slike «conference proceedings» kan neppe regnes som å være fagfelleverderte publikasjoner, selv om de kanskje kan regnes som å utgjøre en slags konsensus fra den aktuelle konferansen.

2.11 Eventuelle effekter ved lavere støy enn den anbefalte grenseverdien

Etter flere titalls år med omfattende internasjonal forskning på støy fra vindturbiner og helseeffektene av å bo nær vindkraftverk står en igjen med at støy ikke kan sees på isolert fra andre aspekt ved vindkraftverk. Det er likevel unntak fra dette: I tilfeller med høyt lydtrykknivå, gjerne $L_{den} > 56$ dB vil mange plages.

Ved den gjeldende anbefalte grenseverdien $L_{den} = 45$ dB i lydtrykknivå vil trolig svært få være plaget av støyen alene. Under denne grenseverdien vil enda færre være plaget av støyen alene. Det er svært vanskelig å påvise eventuelle plager ved så lave verdier av vindturbinestøy, også fordi naturlig forekommende lyder fra skog, terreng, osv. gjerne er like høye eller høyere enn vindturbinestøyen i disse tilfellene.

2.12 Annen kjent nyere litteratur

I tillegg til den nevnte konferanserekka blir det publisert vitenskapelige artikler i andre tidsskrift og holdt foredrag på andre møter/konferanser om temaet støyplage og andre plager fra vindturbiner. Som del av arbeidet bak denne helsekonsekvensutredningen er det derfor gjort supplerende litteratursøk. I en konferanse-presentasjon fra 2019 (Nguyen & et.al., 2019) ble 14 forsøkspersoner utsatt for ulike realistiske vindturbinlyder, inkludert infralyd. Gruppen ble delt i mer støyfølsomme enn normalt og normalt støyfølsomme, som egenrapporterte egenskaper. Personene i den førstnevnte gruppa kunne tilsynelatende merke infralyd bedre:

«CONCLUSIONS

This study used a “Yes”- “No” listening test to investigate detection of infrasound and AM in the presence of infrasound for 14 participants. We found that self-reported noise sensitive individuals can detect the presence of low-level infrasound (48 ± 2 dB(G)) above chance. Furthermore, infrasound did not influence AM perception such that the detection of AM was no better or worse in the presence of infrasound. Overall these preliminary results suggest that WF noise complaints could potentially be governed to some degree by the presence of infrasound. These are pilot test results from a small sample. Consequently, further data from a larger sample size is clearly warranted to clarify the potential significance of these results.»

Forfatterne understreker altså at dette er en pilotstudie med få deltakere, og at det må større undersøkelser til for å fastslå om infralyd i vindturbinestøy kan merkes. Presentasjonen kan ikke regnes for å være fagfellevurdert.

2.13 Oppsummering og vurdering av støyplage fra Gismarvik vindkraftverk

Støyen fra driften av Gismarvik vindkraftverk er beregnet og rapportert, også i den valgte utbyggingsløsningen med tre store vindturbiner i stedet for fem mindre turbiner som opprinnelig konsesjonssøkt til NVE. Rapporten er datert 9.6.2019 og utarbeidet av Kjeller Vindteknikk AS (nå en del av Norconsult AS). Det går fram av arbeidet at ingen bygninger eller areal med støyfølsomt bruksformål får overskridelse av den aktuelle støygrensa for årsmidlet døgnnivå, $L_{den} = 45$ dB. Støyberegningene som ligger til grunn for rapporten er opplyst å være gjort i tråd med metoden skildret i kapittel 11.5 «Metode for å beregne støy fra vindturbiner» i den da gjeldende veileder M-128 til støyretningslinja T-1442. Usikkerheten til metoden er ikke skildret i den veilederen og er heller ikke kjent fra andre steder. Innenfor rammene av dette oppdraget kan vi dermed ikke uttale oss om usikkerheten i støyberegningene og støykartet for Gismarvik vindkraftverk.

I litteraturen er det ikke funnet forhold som vi vurderer å tilføre avgjørende nye momenter for denne helsekonsekvensutredningen. Vi legger til at om infralyd i vindturbinestøy i aktuelle avstander i det hele tatt

kan sanses, vil det være av et fåtalls personer som er mer støyfølsomme enn gjennomsnittsbefolkningen – sjansen for at det bor mange slike personer i et influensområde for vindturbinestøy er liten. Videre er det viktig å være klar over at det er forskjell på å *sanse/høre* en (infra)lyd og å *være plaget av* (infra)lyden. Vi vurderer det derfor slik at infralyd ikke kan utgjøre en fare for helseskade eller helsemessig ulempe ved Gismarvik vindkraftverk i form av støyplage fra infralyd.

Så langt de ikke har tekniske feil vil moderne vindturbiner støye jevnt, med støyutslipp som varierer relativt sakte med vindstyrke, innstillinger på turbinen, osv. De lager således *ikke* maksimalstøytopper, som betyr bl.a. at de vanlige måle- og beregningsindikatorerne for *tidsmidlet lydtrykk* (L_{den} , $L_{A,ekv}$, L_{night} , m.fl.) vil være egnet for å vurdere plagegrad for vindturbinestøy. Som nevnt er støy om kveldene og nettene vektet mer enn støy om dagene i indikatoren L_{den} , slik at også døgnvariasjonene i menneskets følsomhet for støy skal være greit ivare tatt i det norske regelverket og den norske grenseverdifastsettingen.

Ved eventuelle tekniske feil, slik som skade på f.eks. generator, eventuelle girkasser, osv., kan det forekomme unormale lyder (turbinene i Gismarvik Vindkraftverk er girløse). Vi forutsetter at slike feil rettes eller at aktuelle turbiner stanses inntil slikt er rettet.

2.14 Andre støykilder i området

2.14.1 Industri og industritilknyttet vegtrafikk

Via oppdragsgiveren Gismarvik Vindkraft AS har Tysvær kommune gitt opplysninger om og støyrapporter for disse støykildene i området:

1. Reguleringsplan med konsekvensutredning for Haugaland næringspark, fra 2011.
2. Støyrapport i forbindelse med regulering av utvidelse av produksjonsområdet til Ølen betong i Haugaland næringspark. Utarbeidet av COWI AS og datert 24. mai 2017.
3. Anlegg for behandling av returtrevirke på kaien ved Nordre Dyrnesvågen / GMC Gismarvik base, tilhørende Ragn-Sells AS. Utarbeidet av Rømbøll og datert 21. oktober 2016.
4. Ved kaien drives også et asfaltverk.

Disse kildene kommenteres enkeltvis nedenfor.

I reguleringsplanen med KU for Haugaland næringspark er støy fra flere mulige typer kilder i næringsparken beregnet og vurdert. Så vidt kjent er det stort sett bare Ølen betong AS som hittil har etablert seg i sentrale/østlige deler av næringsparkområdet. I støyretningslinja T-1442 er det slått fast at ved etablering av all ny støyende virksomhet må virksomheten tilpasse seg bl.a. føringer for støy til bygninger og areal med støyfølsomt bruksformål. Videre gjelder til en viss grad «først til mølla»-prinsippet, slik at støyende virksomheter som etablerer seg seinere må tilpasse seg eksisterende støysituasjon. Ved etablering av flere virksomheter i en næringspark som her, og gjerne over en lang tidsperiode, vil det likevel være fornuftig å samordne føringer for støy i tid og rom – dette er godt og praktisk drøftet i reguleringsplanen med KU for næringsparken. Reguleringsplanen med KU inneholder også støysonekart for vegtrafikkstøy i næringsparken, det gjelder både støy fra den eksisterende Havnavegen og den planlagte «ringvegen» nordøst i området.

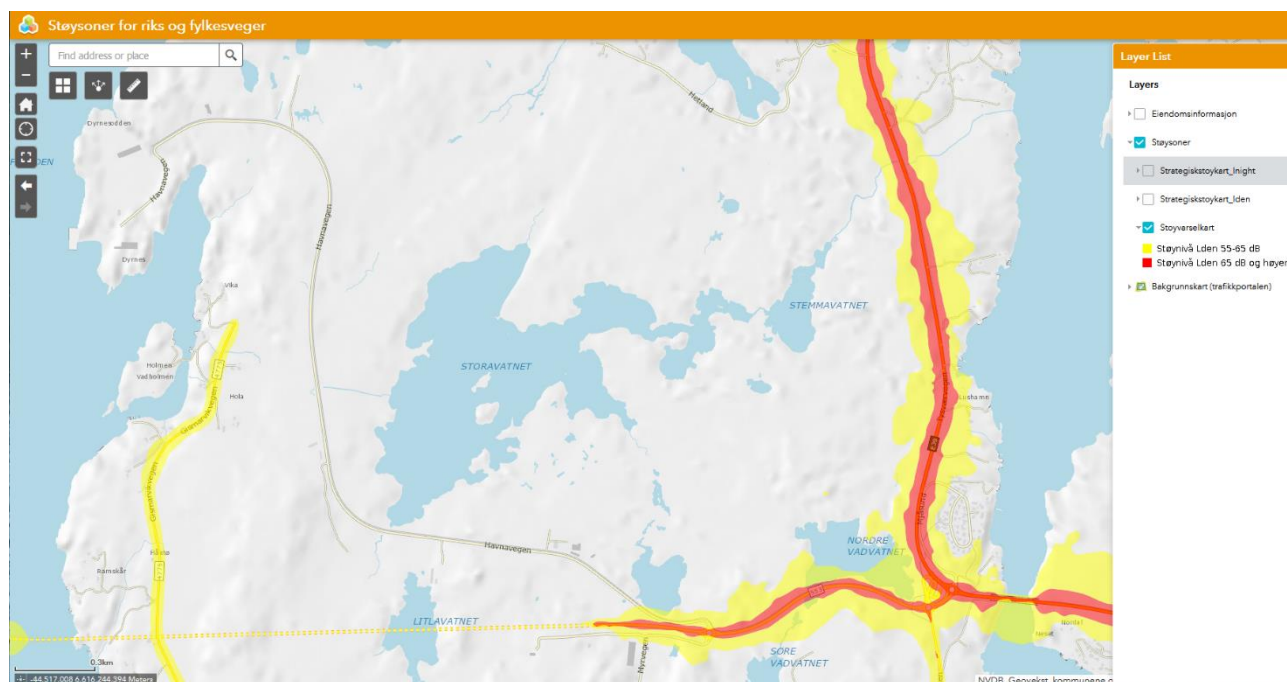
I støyrapporten for Ølen betong AS er det vist at etableringen/utvidelsen ikke medfører overskridelse av aktuelle støygrenser for bygninger eller areal med støyfølsomt bruksformål. Videre er det forutsatt i støyrapporten at den støyende driften kan pågå en time inn i kvelden (dvs. fram til kl. 20 mandager – torsdager), i tillegg til noe lite støyende arbeid på lørdager.

Ifølge støyrapporten for behandling av returtrevirke i regi av Ragn-Sells AS vil ikke den driften som er forutsatt føre til overskridelser av aktuelle støygrenser for bygninger eller areal med støyfølsomt bruksformål.

Så vidt opplyst har ikke Velde produksjon AS (asfaltverket) dokumentert støyutbredelsen fra virksomheten sin. I skriv fra Fylkesmannen i Rogaland av 11. september 2018 står det, sitat: «*Fylkesmannen vurderer det derfor som lite trolig at utslipp av støy fra asfaltproduksjonen eller tuntrafikk til og fra asfaltverket vil være sjenerende for nærmeste naboer*».

2.14.2 Vegtrafikk

En kraftig støykilde i området er veiene, da spesielt E39 og Fv553 (tidligere navngitt Fv47). Statens vegvesen har publisert støyvarselkart for årsmidlet døgnnivå av vegtrafikkstøyen fra disse hovedvegene. Kartet er laget etter føringer i støyretningslinja T-1442 for et framtidig prognoseår. En skjermdump av kartet for denne delen av Gismarvik er vist i figuren nedenfor.



Figur 2-2: Utsnitt for området kring deler av Gismarvik av støyvarselkartet for vegtrafikkstøy. Årsmidlet døgnnivå, L_{den} . Kilde: Skjermdump fra Statens vegvesen sin internettløsning for presentasjon av støysoner.

2.15 Samlet støybelastning og vurderinger av denne

2.15.1 Føringer i støyretningslinja

I visse situasjoner pålegger støyretningslinja T-1442 at samlet støybelastning vurderes/beregnes. Dette er formulert slik i den siste utgaven (juni 2021) av retningslinja:

«2.5 Samlet støybelastning

I et område hvor gul eller rød sone for flere kilder overlapper, vil den totale støybelastningen være større enn støybidraget fra den enkelte kilde.

Når planområdet er utsatt for støy fra flere kilder hvorav minst én i gul sone, skal derfor samlet støybelastning vurderes, og ved behov beregnes.

Samlet støybelastning kan beregnes etter metode beskrevet i veiledning til T-1442. Metoden tar hensyn til de ulike støykildenes karakter og sammenstiller støybidraget fra de ulike støykildene. Metoden tar ikke hensyn til støyhendelser på natt og maksnivåer. Dette bør derfor vurderes i tillegg dersom det er relevant.»

2.15.2 Vurderinger av samlet støybelastning etter støyretningslinja

Nord for Nordre Vadvatnet og sør for aksene Skiftestjørna-Nordre Vadvatnet overlapper gul støysone fra Gismarvik vindkraftverk støysonene fra vegtrafikken. Overlappingsområdet har, så vidt vi vet, ikke areal eller bygg med støyfølsomt bruksformål, med et mulig unntak av 3-4 boliger på oppsida av E39 i Baståsvika.

På og rundt Skiftestjørna har gul støysone fra Gismarvik vindkraftverk dyp overlapping med gul støysone for enkelte situasjoner/driftsformer ved Ølen betong sitt anlegg sør for tjernet. Det ser ut til at ingen bygg eller areal med støyfølsomt bruksformål havner innenfor støysoneoverlappingen.

Med disse unntakene overlapper ikke vindkraftverk-støysonene støysoner fra andre kjente/opplyste/eksisterende støykilder i området.

2.15.3 Føringer i pålegget om helsekonsekvensutredning

Pålegg om utarbeidelse av helhetlig helsekonsekvensutredning for Gismarvik vindkraftverk er gitt i brev form fra Tysvær kommune, med referanse (arkivsakID): 20/2120, og datert 4.3.2021. Det vises til brevet for utfyllende føringer. Kort oppsummert pålegges en dypere vurdering enn det som støyretningslinja pålegger, dvs. at det skal søkes etter mindre tydelige/beskrevne helsekonsekvenser enn ved vurderinger etter støyretningslinja.

2.15.4 Vurderinger av samlet støybelastning i tråd med pålegget om helsekonsekvensutredning

Tross i at støysonekartlegging for de vanligste utendørs støykildene er pålagt etter Plan- og bygningsloven / støyretningslinja betyr det *ikke* at støy og støysoner fra ulike kilder uten videre kan sammenliknes eller «summeres». *Dels kan støykildene ha ulike fordeling over døgnet (f.eks. vegtrafikk som stilner av utover kvelden vs. ventilasjonsstøy med jevn døgn drift) og dels kan karakteren i støyen/lyden fra de ulike kildene gjøre at støyplagen kan forverres eller mildnes i forhold til en situasjon med støy fra færre kilder eller kildetyper.* I noen sammenhenger kan støy maskeres: F.eks. kan lyder fra mennesker i et kontorlandskap oppleves mindre brysomme dersom kontorlandskapet har en svak ventilasjonsstøy i tillegg. Et annet eksempel er treningsstudio der musikk ofte brukes for å maskere lyder fra kraftig-pustende personer.

E39 i området har en årsdøgntrafikk ÅDT = 4.430 kjøretøy/døgn, avlest i www.vegkart.no 5.11. 2021. Ved så høy trafikk vil de fleste oppleve vegtrafikkstøyen som jevn og høy, i alle fall i liten avstand og på dagtid. Veggen har relativt høy del tunge kjøretøy (16 %, avlest fra samme kilde). Fartsgrensen i området er 80 km/t. Tunge enkeltkjøretøy vil tre fram i støybildet fra veggen. På dagtid vil støyen fra E39 trolig overdøve eventuell hørbar støy fra Gismarvik vindkraftverk. Etter hvert som vegtrafikken stilner av utover kvelden vil lyder fra enkeltkjøretøy tre mer fram, og støyen fra den døgn- og årskontinuerlige drifta av vindturbinene har potensiale til å være mer *hørbar*. Vi vurderer det slik at lydtrykket fra turbinene ved aktuelle boliger vil være for lavt til at støy er *plagsom*.

Fv553 (tidligere navngitt Fv47) mot Karmøytunnelen har også høy trafikk, ÅDT = 4.000 kjøretøy/døgn og høy tungtrafikkdel (14 %), som opplyst på www.vegkart.no. Fartsgrensa er også her opplyst å være 80 km/t. Det er ikke funnet bygg eller areal med støyfølsomt bruksformål nær Fv553, og eventuelle sumeffekter med støy fra Gismarvik vindkraftverk vurderes som å ikke kunne gi helsekonsekvenser.

Om støyen fra vindkraftverket kan føre til støyplager i f.eks. innsovningsfasen vil være avhengig av plassering og orientering av soverom i aktuelle boliger, i tillegg til avstanden og lydubredelsen fra en eller flere turbiner i vindkraftverket. For soverom som ikke har vindu eller yttervegg som vender mot vindkraftverket og som samtidig ligger utenfor yttergrensa for støysonen fra vindkraftverket vurderes sannsynligheten for helsekonsekvens i form av støyplage til å være svært liten for beboerne. Lyd fra vindkraftverk kan forplante seg i bærende elementer i bygninger til rom på motsatt side av bygningen, og avstråle nok lyd der, f.eks. i soverom til at man føler seg støyplaget. Med lydtryknivå fra vindkraftverket til aktuelle boliger som i denne saken, vurderes sannsynligheten også for denne helsekonsekvensen som svært liten for beboerne.

3 Potensiale for helsekonsekvenser av skyggekast og lysforurensing fra vindkraftverk

3.1 Skyggekast

Skyggekast er ikke nevnt spesifikt i WHO-oppsummeringene av helsevirkninger. Det er funnet svært få vitenskapelige studier av sammenheng mellom skyggekast spesielt og helsevirkninger. Dette delkapittelet om potensiale for helsekonsekvenser som følge av skyggekast er derfor hovedsakelig basert på temarapport 72 fra NVE om nabovirkninger fra 2018 (Jakobsen, Bølling, & Bjerkestrand, 2018).

En bekymring har vært om skyggekast og lysblink kan utløse anfall hos personer med fotosensitiv (lysfølsom) epilepsi. En oversiktsartikkel fra 2014 (Knopper, et al., 2014) konkluderer med at skyggekast fra moderne vindturbiner ikke utgjør noen risiko for å utløse anfall, fordi omdreiningshastigheten (11,1 rpm for turbinene på Gismarvik) er langt lavere enn det som er vist å kunne gi risiko (60 rpm for en turbin med 3 blader). I tillegg er risikoen vist å være svært marginal selv ved langt høyere omdreiningshastigheter.

Virkningene man har funnet av skyggekast er på samme måte som for støy i første rekke plagereaksjoner. En relativt fersk studie fra Canada fant en eksponerings – responsammenheng mellom beregnede nivåer av skyggekast og andel svært plaget av skyggekast (Michaud, et al., 2016). På samme måte som for støypilg, var graden av skyggekastplage også influert av andre eksponeringsfaktorer, så vel som støysensitivitet hos mottakeren.

Funnene viser hvordan støyen og visuelle aspekter ved vindturbinene både kan betraktes som separate eksponeringer, med hver sine eksponerings – responsammenhenger, men som samtidig spiller sammen og bidrar til å forsterke hverandre. Denne mekanismen er også illustrert i en svensk studie (ikke av 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).

Det er i de fleste europeiske land satt belastningsgrenser for skyggekasteksponering. Flertallet av grenseverdiene har tatt utgangspunkt i tyske retningslinjer. Grenseverdiene i de tyske retningslinjene er utredet i to forskningsprosjekter:

Ved Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität i Kiel ble det gjennomført to forskningsprosjekter. Det sentrale spørsmålet i den ene rapporten "Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen" (Pohl & et.al., Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, 1999), var å finne ut om grensene 30 minutter per dag eller 30 timer per år (worst case) er et bra grunnlag for når man skal kreve avbøtende tiltak. Dette for å unngå betydelig og uønsket belastning fra skyggekast. Studien viste at de som utsattes for mer skyggekast enn 15 timer per år følte seg sterkt belastet og vurderte sin livskvalitet som merkbart forringet.

Den andre forskningsrapporten er "Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen, Laborpilotstudie" (Pohl, Faul, & Mausfeld, Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen Laborpilotstudie, 2000). Her er det sentrale spørsmålet om skyggekast overskridende 30 minutter gir stresseffekter. Rapporten dro ikke noen enhetlige konklusjoner på dette. Samlet sett ga ikke studien grunnlag for at belastningen blir for stor, men at den kumulative effekten på lengre sikt kan gi betydelig belastning. I rapporten gir man forslag til oppfølgende eksperimentelle undersøkelser der man tar med flere parametere rundt skyggekast (tilfeldig, diskontinuerlig og uforutsigbart skyggekast). Man mente også at man burde ta med støy i kombinasjon med skyggekast som en parameter.

Påvirkningen av skyggekast avtar med avstand mellom turbin og betrakter. Det er to typer forstyrrende effekter av skyggekast: «flikker» over solskiven, og projisert roterende skygge. Man har vurdert det slik at flikkereffekten ikke er merkbart når mindre enn 3% av solskiven er dekket. Tilsvarende viskes kontrasten og konturene av skygge på omgivelsene ut med økt avstand. Det er derfor i norske retningslinjer fastsatt en maksimal grense for skyggekastpåvirkning på 1500 meter mellom turbin og skyggemottaker (NVE, 2014).

Overskridelse av grenseverdier for skyggekast skal i tråd med konsesjonsvilkårene forhindres ved avbøtingstiltak. Siden skyggekast bare forekommer når solen skinner på en mer eller mindre klar himmel, settes det vilkår om at det monteres avstengningsmekanismer på turbinene i de tidsintervaller der skyggekast over grenseverdiene ellers kunne overskrides. Skyggekast forventes på dette grunnlaget ikke i seg selv å gi målbare helseplager. Eventuelle helseplager må ses i sammenheng med andre faktorer som kan påvirke helse og trivsel, som redegjort for i andre avsnitt.

I et forprosjekt til en større studie rundt lokale virkninger av vindkraft initiert av NVE har Menon Senter for Miljø- og Ressursøkonomi i samarbeid med Norsk institutt for Naturforskning (NINA) skrevet en rapport om hva disse virkningene betyr for folks velferd (Menon Senter for Miljø- og Ressursøkonomi og Norsk institutt for naturforskning, 2020). Her er vindkraftverket på Lista vurdert som et eksempel, og det beskrives at gjennom intervjuer og befaring er det tydelige at enkelte påvirkes av skyggekast fra turbinene deler av døgnet og deler av året. Det beskrives at de 96 beboerne og 65 fritidsboligene innenfor en avstand på 1,5 km fra turbinene potensielt kan påvirkes av skyggekast, men at det antageligvis er en del lavere tall på påvirkede naboer. Ellers er det ikke funnet dokumentasjon på erfaringer og eventuelt plageomfang fra eksisterende vindparker i Norge i denne begrensede litteraturstudien, men det er tydelig i antall klager som omhandler skyggekast til ulike konsesjoner at dette er et tema naboer til vindparker er bekymret for.

3.1.1 Skyggekast fra Gismarvik vindkraftverk

Skyggekastberegninger er utført av Kjeller Vindteknikk i januar 2019 (del av Norconsult siden september 2019) for bebyggelse innenfor 1,5 km fra vindkraftverket, og er gitt i vedlegg 6 av MTA rapporten til Gismarvik vindkraftverk (Solvind, 2019). Grenseverdiene gitt av skyggekastveilederen er 8 timer per år for faktisk skyggekast og 30 timer per år eller 30 minutter per dag for teoretisk skyggekast (NVE, 2014). Det er beregnet teoretisk skyggekast i over 30 timer per år ved 34 bygninger nær vindkraftverket, og forventet skyggekast i over 8 timer per år ved 29 bygninger. For å begrense tid med skyggekast er vindturbinene utstyrt med en automatisk stans når grensene for tid med skyggekast er nådd. Dermed vil tid med skyggekast utover 8 timer per år begrenses og dermed være i tråd med retningslinjene for skyggekast.

3.2 Lysforurensing

En studie gjort i USA fant en sammenheng mellom store mengder kunstig utendørs lys om natten og utvikling av overvekt (definert som BMA større eller lik 30) hos middelaldrende og eldre amerikanere (Zhang, et al., 2020). Mengde kunstig lys om natten ble vurdert for områder ved bruk av satellittbilder, og så sammenlignet med oppgitt vekt over tid til befolkning i de samme områdene. Beboere i områder med kunstig lys utendørs om kvelden på nivåer man typisk finner i mer urbane områder har større sjanse for å utvikle overvekt enn beboere i områder hvor det er lite utendørslys om natten. En av forklaringene på dette er at lys undertrykker produksjonen av melatonin som er et hormon som har stor betydning for vår oppfatning av døgnrytme (Haugen, 2020). Lys om kvelden kan forstyrre døgnrytmen vår og føre til søvnproblemer, men også påvirke metabolismen og dermed føre til overvekt.

Et dansk forskningsprosjekt på innføring av radarstyring på hinderlys har blant annet undersøkt effekten på lokale beboere rundt et testsenter der ulike typer hindervarslingsystemer har vært utprøvd. Dette er gjort gjennom spørreundersøkelser og intervjuer, både før og etter innføringen av systemet (Rudolph, Kirkegaard, Lyhne, Clausen, & Kørnøv, 2017). Testsenteret ligger i et område som beskrives å være «kjent for sitt mørke», og hinderlysene som er benyttet har blinkende hvitt lys. Spørreundersøkelsene forsøkte å skille mellom faktisk opplevd plage fra hinderlysene, og holdninger generelt til testsenteret for å undersøke hvordan og når folk følte seg plaget. Mikrotopografi, terrengforholdene lokalt rundt hvert hus, viste seg å ha mye å si. Dersom det er et tre som står mellom lysene og vinduet slik at lyset skjermes fra å komme inn er man gjerne mindre plaget, mens dersom det er et vann utenfor huset som reflekterer lyset inn i huset er man gjerne mer plaget. Dette viste seg å være mye viktigere enn avstand mellom hus og lys. Den største indikatoren på plagegrad fra hinderlysene viste seg likevel å være folks oppfatning av planleggingsprosessen, om de følte seg inkludert og hørt eller ikke.

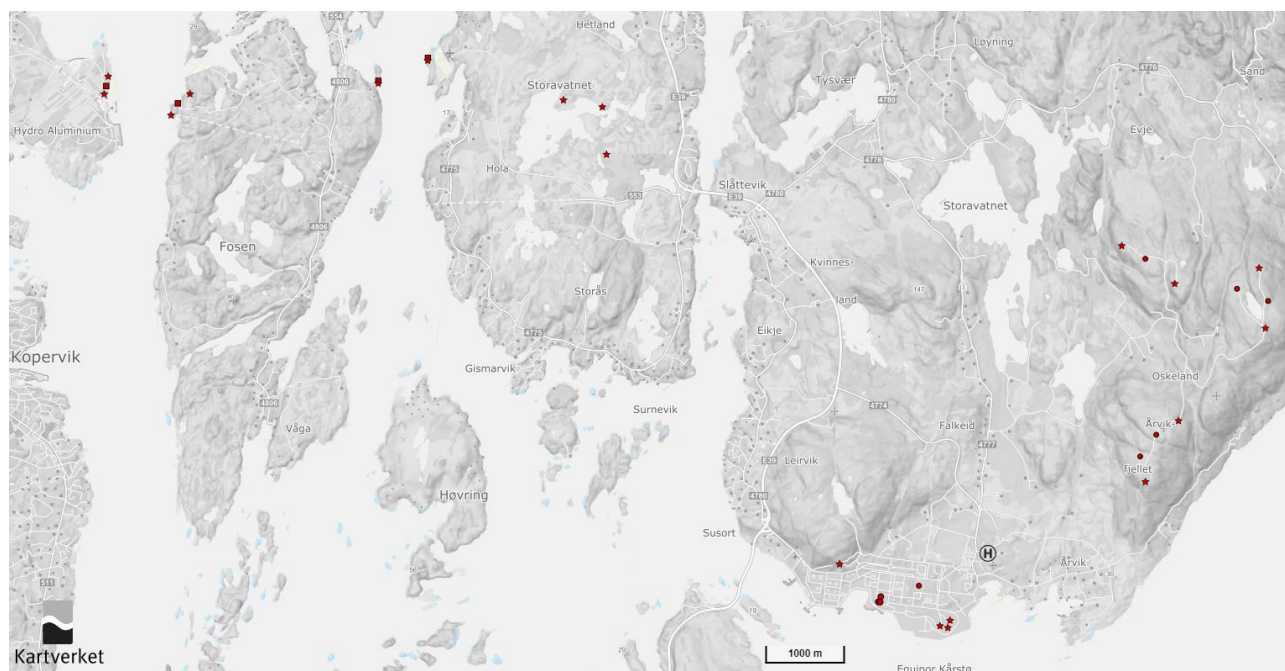
Ved sammenligning av spørreundersøkelsen utført før og etter radarstyringssystemet kom på plass er det tydelig at naboer var plaget av hinderlysene under utbyggingen av testsenteret, mens ved den senere

spørreundersøkelsen er folk blitt vant til lysene og plages mindre. Studien viser ingen tegn til at hinderlysene førte til negative helseeffekter i form av stressinduserte sykdommer. Naboene har større negativ oppfatning av hinderlysene på kveldstid når det er mørkt og når mange har fritid, enn på dagtid når det er lyst og arbeidstid, på tross av at hinderlysene lyser betraktelig sterkere på dagtid enn på kveldstid. Rapporten konkluderer med at innføringen av radarstyrte hinderlys reduserte både bevisstheten og plagene fra lyset hos beboerne, så lenge radarstyringen fungerer som den skal.

Vindkraftverket Raskiftet i Trysil kommune er utstyrt med radarstyring på høyintensitets hinderlys på 20 av 31 vindturbiner. Lysene tennes på aktuelle turbiner når fly passerer innenfor en avstand på 1500 m, og lyser da med hvitt blinkende lys. Resten av tiden er lysene tent med infrarødt lys som ikke er synlig for det blotte øye. På Austri vind sine nettsider beskrives det erfaringer med at lysene kan tennes selv om det ikke er flytrafikk i nærheten dersom en turbin kobles fra strømmettet eller det er feil med radarsystemet, og dette er for ekstra sikkerhet. Det kan også oppstå situasjoner hvor lysene tennes ved spesielle værphenomener (beskrives ikke hvilke fenomen). (Austri Vind, 2019).

3.2.1 Lysforurensing fra og ved Gismarvik vindkraftverk

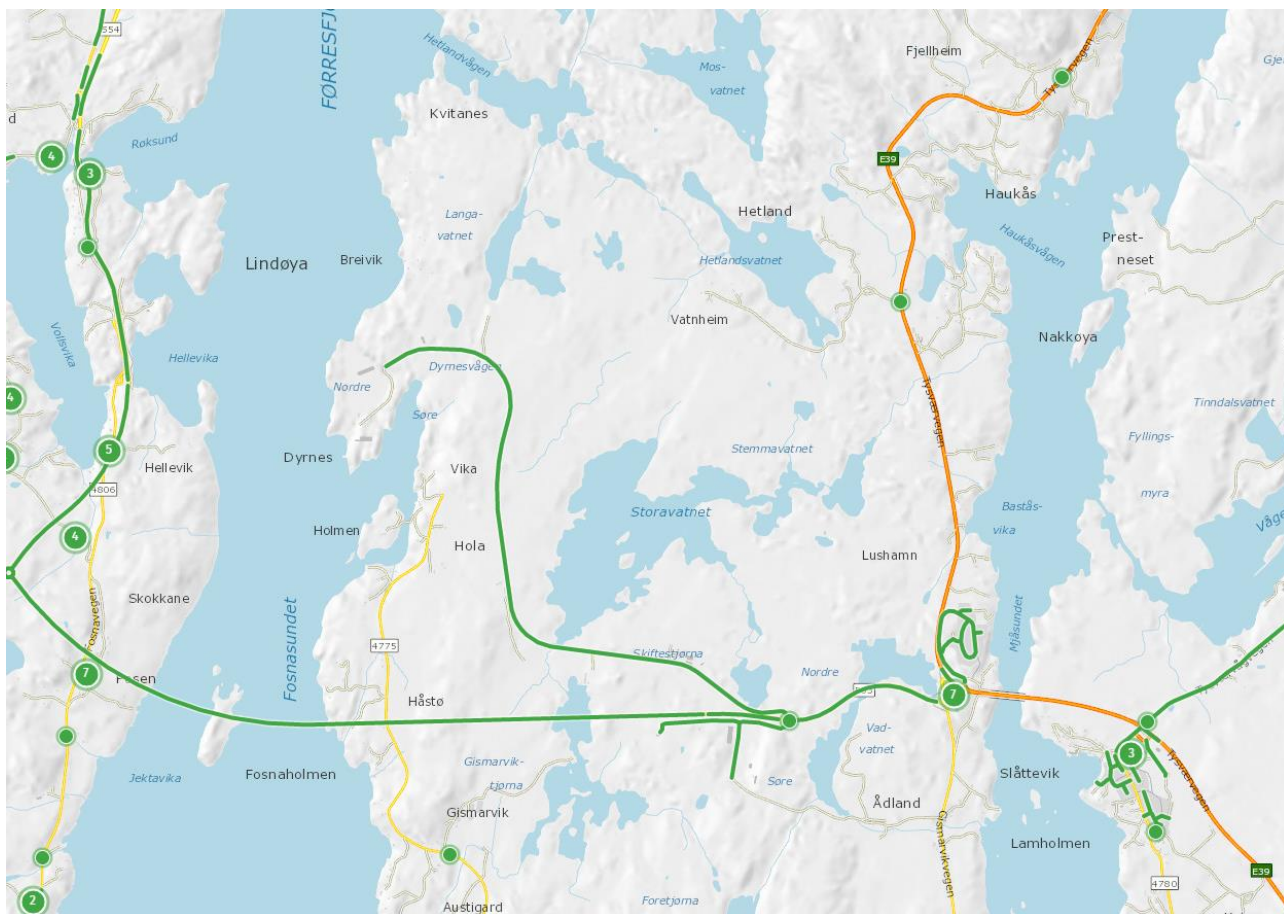
Om natten viskes omgivelsenes konturer og kontraster ut av mørket. Betrakterhorisonten snevres inn, og man skjelner i liten grad mellom detaljer. Området i direkte nærhet av Gismarvik vindkraftverk er et relativt mørkt område, men området rundt har allerede eksisterende lyskilder som vil være synlige om natten. Kraftledningen som går over Førresfjorden nordvest for vindkraftverket har fire master som er markert som luftfartshindre hvor to av dem er markert med lys. Enda lengre vest, ved Hydro Aluminium er det også kraftledninger hvor det er fire av seks master som er markert med lys. Sørvest for vindkraftverket er det hinderlys på både Tysvær vindpark og ved Equinor sitt anlegg på Kårstø, i tillegg til telemast på Boknafjellet som er utstyrt med høyintensitetslys. Disse lyskildene vil bidra ulikt til lysforurensingen i området og terrengets formasjon har mye å si for hvor mye lys området vil ha. Se kart i figur 3-1 for oversikt over hinderlys i området.



Figur 3-1: Luftfartshindre med høyder over 60 m i området rundt Gismarvik, hentet fra Norgeskart.no. Markører med stjerne er hindre med lysmarkering, mens firkantet markør er uten lys. Her er alle tre vindturbinene markert som hinderlys. Telemasten på Boknafjellet ligger utenfor kartet, lengre sør.

Det er også undersøkt belysning ved veinettet i området, hvor Statens vegvesen sin tjeneste Vegkart er benyttet for å se på belysningspunkt og belysningsstrekninger langs veiene. Havnavegen som går på sørsiden og vestsiden av vindkraftverket er oppgitt å være belyst på ene siden av veien. E39 på østsiden av

vindkraftverket er hovedsakelig ikke belyst for dette området, med unntak av området rundt rundkjøringen hvor Tysværvegen og Gismarvikvegen møtes, samt et kort strekke med 2 lys nordøst for området hvor veien Hetland kommer inn på E39. Veistrekket fra rundkjøringen mot Karmøytunnelen samt tettstedet Mjåsund er også lyssatt. Se utklipp fra referert kart i webtjenesten Vegkart i figur 3-2.

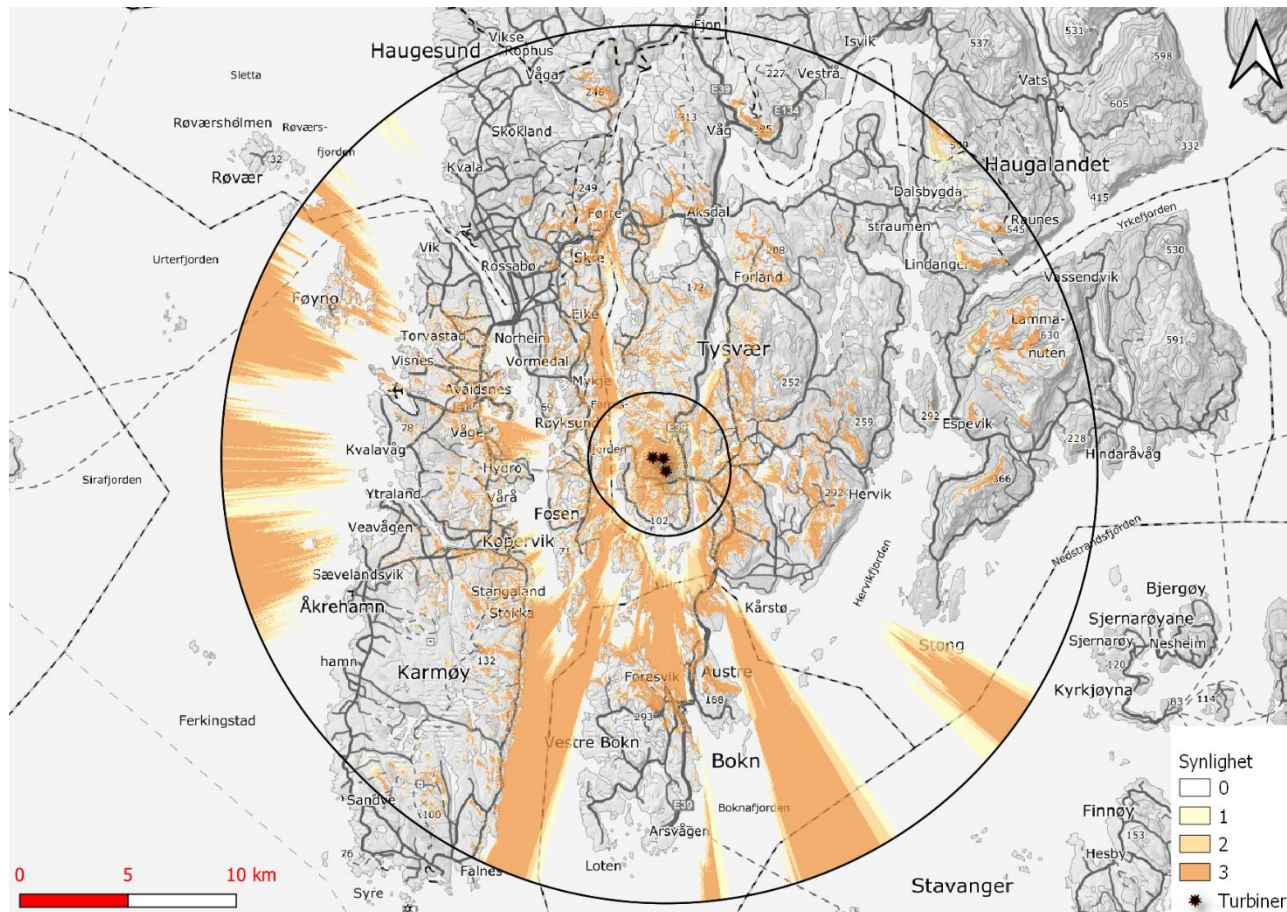


Figur 3-2: Utklipp fra Vegkart fra Statens vegvesen. Grønne linjer og punkter viser belyningsstrekning definert som «belysning veg/gate, belyningspunkt en side av veg».

Vindturbiner defineres som luftfartshindre og må derfor markeres med lys. Blinkende, sterkt lysende markører på vindturbiner kan være et veldig forstyrrende element, og lysene kan gjøre vindkraftverket synlig og visuelt forstyrrende over betraktelig større avstander enn om dagen. Hindre med høyde over 150 m skal markeres med høyintensitetslys som har blinkende hvitt lys med blinkfrekvens mellom 40 og 60 ganger per minutt. Lysintensiteten til blinkene skal ikke være mindre enn 100 000 candela (cd) hvitt lys i dagslys, og ikke mindre enn 2000 cd om kvelden i hvitt eller rødt lys. Ved skumring og dagryr kan lysintensiteten senkes til 20 000 cd om nødvendig. Lysintensiteten på høyintensitetslys er den samme som for mellomintensitetslys (hindre med høyde opp til 150 m) om natten, men høyintensitetslys har hvitt lys mens mellomintensitetslys kan ha rødt lys. Lysene skal være synlig ned mot bakken i en vinkel på $1,5^\circ$ under horisontalplanet til lyset. Dersom det er flere blinkende lys, skal de blinke samtidig. (Luftfartstilsynet, 2002).

Siden hinderlysene blinker er det bekymringer rundt om dette kan utløse epileptiske anfall. Det er enighet blant eksperter om en øvre grense på 3 blink per sekund som grense for akseptabel risiko for å utløse epileptiske anfall (Harding, Wilkins, Erba, Barkley, & Fisher, 2005). Ved flere blink i sekundet enn dette øker risikoen hurtig. Høyintensitetslysene på vindturbinene på Gismarvik er oppgitt å ha en blinkfrekvens på 40 til 60 blink per minutt som tilsvarer opp til 1 blink per sekund. Dette er da under grensen for anbefalt maksimal blinkfrekvens, og det anses som liten risiko for at hinderlysene vil utløse epileptiske anfall.

Figur 3-3 viser et synlighetskart for Gismarvik vindkraftverk. Turbinene er synlig i store områder på østsiden av Førresfjorden ved Fosen og Røyksund, og på langs Førlandsfjorden ved Slåttevik og Leirvik. I store deler av områdene hvor turbinene er synlig er alle tre turbinene synlig samtidig. Det skal monteres hinderlys på alle tre turbiner. Dersom det er lavt skydekke eller tåke vil lysene kunne observeres selv om man kommer under 1,5° vinkel, altså for et større område.



Figur 3-3: Synlighetskart for hinderlys på turbinene i Gismarvik vindkraftverk, mottatt av Gismarvik Vindkraft AS. Innerste sirkel markerer avstand på 3 km fra vindturbinene, og ytre sirkel markerer avstand på 20 km fra vindturbinene.

3.3 Visuell påvirkning

Det er få eller ingen kjente studier som har kunnet påvise direkte helseeffekter av visuell påvirkning fra vindkraftverk. Det gjelder parametere som hjerte-kar-sykdommer, diabetes og fødselsutfall. Søvnplager og støyplager er faktorer som i praksis er irrelevante når det gjelder visuelle påvirkning og helse.

Negativ påvirkning på eiendomspriser som skyldes visuell påvirkning fra vindkraftverk kan potensielt gi bekymringer, redusert trivsel og derved helseplager. Som rapporten til Holmelin et.al. (Holmelin, 2017) påviser, er det for spinkelt statistisk grunnlag for å kunne vurderes om og hvordan utbygde norske vindkraftverk påvirker eiendomspriser. Man må derfor støtte seg på studier fra andre land.

Studiene viser at visuelle effekter har lengre rekkevidde og gir en statistisk signifikant negativ virkning på boligprisene ut mot 4 km for enkeltturbiner og små vindparker og betydelig lengre for store vindparker. Effekten er målt til over 6 % innenfor 1 km fra vindkraftverket, og kanskje mer ved ekstrem visuell belastning for boligen. Effekten avtar med økende avstand, og er målt til mellom 1,4 % og 6 % i en avstand av 2 km fra vindturbiner. Resultatene varierer dermed betydelig mellom de ulike studiene.

Noen av resultatene fra undersøkelsene ovenfor kan også være relevante for norske forhold, selv om de norske vindkraftverkene er lokalisert i grisgrendte strøk, ikke nær tettbebyggelse. En har klart å påvise at det er en negativ sammenheng mellom synlighet av vindturbiner og salgsprisen på nærliggende boliger. Det gjelder sannsynligvis også i Norge. Undersøkelsene har videre påvist at denne negative effekten på boligprisene avtar med økende avstand til synlige vindturbiner og er klart størst innenfor en avstand på 2 km fra nærmeste vindturbin. Lenger unna avtar effekten raskt, særlig for enkeltturbiner.

Helse og trivsel synes ut fra studier som foreligger å være særlig relatert til holdninger og forventninger. Holdninger til vindkraft har derved stor betydning for hvordan betrakteren både forventer og opplever de visuelle virkningene.

De som har et positivt grunnsyn på vindkraft som en ren, fornybar energikilde vil være mer villig til å akseptere bygging av et nytt vindkraftverk enn de som har et negativt eller likegyldig forhold til vindkraft. Noen mener på prinsipielt grunnlag at landbaserte vindkraftanlegg, uavhengig av plassering, er rasering av norsk natur. Andre mener at Norge med sine vindkraftressurser må være en viktig bidragsyter til å fremskaffe fornybar energi, og kan være villige til å akseptere det meste. Så finnes det alle slags mellomposisjoner mellom disse ytterlighetene.

NIMBY-effekter er velkjent fra konsesjonsbehandling av vindkraftsaker: Utbygging av vindkraft er OK, men «Not In My Back Yard». I tillegg kan det ha stor betydning hva slags holdning lokale opinionsdannere har til vindkraftprosjekter. I de mange små kommunene vi har i Norge, med gjennomslitt sosiale relasjoner, kan det være tøft å gå mot strømmen, både den ene og den andre veien. En ytterligere kompliserende faktor kan være underliggende naboskapskonflikter som kommer til overflaten når et vindkraftprosjekt introduseres for lokalsamfunnet.

Økonomiske interesser har gjerne også stor betydning for lokal holdning til vindkraftprosjekter. Grunneiere som kan tjene penger på å stille arealer til rådighet, og kommunepolitikere som ser potensielle arbeidsplasser og skatteinntekter, vil gjerne ha en positiv holdning til vindkraften. Dette kan særlig gjøre seg gjeldende hvis det ikke finnes alternative inntektsmuligheter hvor de aktuelle arealene og ressursene kan utnyttes. Andre inntekter kan for eksempel være andre utmarksnæringer slik som jaktutleie og turisme. Hvis vurderingene trekker i motsatt retning - at mulige økonomiske gevinster ikke står i forhold til ulempene som vindkraftverkene medfører i form av inngrep i viktige urørte friluftsområder, forventet negativ innvirkning på næringsliv og innbyggere osv. – kan holdningene bli de motsatte.

En gjennomgående erfaring er at negative holdninger til vindkraft i nærområdene avtar etter at vindkraftanlegget er bygget. Dette har sammenheng med generelle effekter som er studert innenfor kognitiv psykologi: litt forenklet sagt dreier det seg om frykten for det ukjente. Man tenderer mot å tro at ting blir verre enn de faktisk blir (affective forecasting), man overdriver hvor mye tid, krefter og følelser man kommer til å ofre på det som kommer til å skje (impact bias), man legger uforholdsmessig stor vekt på hva denne ene tingen vil bety i den fremtidige hverdagen (focalism), og vi har større problemer med å takle usikkerhet enn å takle kjente forhold, selv om disse sistnevnte oppfattes som negative (immune neglect). Disse faktorene er oppsummert og drøftet i en artikkel om visuell patina (Berg, 2012).

Over tid glir selv store inngrep som vindparker inn i det som oppfattes som de lokale omgivelsene, og man tenker mindre og mindre på anleggets tilstedeværelse. Dette er en på mange måter nødvendig psykologisk mekanisme, da det i lengden blir for utmattende å opprettholde hat og bitterhet mot noe som til syvende og sist ble et uavvendelig faktum. Det dukker gjerne opp nye ting som dreier fokus vekk fra vindkraftverket og inngrepene knyttet til den.

En del erfaringer tyder også på at det sjelden er stor motstand mot utvidelse og fornyelse/«repowering» av eksisterende vindparker. Man synes å ha slått seg til ro med at vindkraftverket har blitt en del av ens daglige omgivelser.

Det er likevel viktig å være klar over at det likevel er grenser for hva slags naboskapsbelastninger man bør påføre lokalsamfunnet. Den samme forskningen innenfor kognitiv psykologi viser nemlig også at det går grenser for hva som aksepteres, og hvis man trækker over denne kan negative holdninger til inngrepene faktisk øke over tid.

Oppfattelsen av det nære landskapet kan være en slik faktor som kan danne en akseptgrense. Hvis et vindkraftverk plasseres i eller visuelt nær inn mot et landskap som allment oppfattes som spesielt uberørt, vakkert eller unikt, kan dette antakelig utløse en vedvarende negativ holdning også over tid. I den motsatte enden kan det også tippe over hvis allerede belastede omgivelser blir ytterligere negativt påvirket fordi man tenker at nye inngrep på slike steder ikke kan spille så stor rolle, siden stedet allerede er så sterkt preget av det som er der fra før. I slike tilfeller kan man risikere forslummingseffekter, fraflytting osv.

4 Potensiale for helsekonsekvenser av tap av nærrområder for friluftsliv, samt stress og psykiske påkjenninger

I dette kapittelet beskrives helsekonsekvenser for tap av nærrområder for friluftsliv, samt stress og psykiske påkjenninger ved Gismarvik vindkraftverk. Konsekvenser av den planlagte og delvis utviklede næringsparken er ikke medtatt her.

4.1 Helsekonsekvenser for tap av nærrområde for friluftsliv

4.1.1 Hvorfor er nærrområder for friluftsliv viktig?

Tilgjengelighet til grøntområder og friluftsliv er viktig for folkehelsen. Nasjonal strategi for et aktivt friluftsliv (2014-2020) har strategier for et friluftsliv i hverdagen. Friluftsliv har stor helsefremmende betydning, og det å bidra til at enda flere utøver friluftsliv jevnlig er et viktig tiltak for å bedre folkehelsen. Særlig viktig er det at barn og unge oppdager gleden ved friluftsliv og gis ferdigheter til å utøve friluftsliv.

Friluftsliv gir gode opplevelser og bedre folkehelse. Personer som deltar aktivt i friluftsliv får gjerne også et engasjement for å ta vare på natur og miljø. Myndighetene ønsker å få flere mennesker til å delta i friluftsliv på jevnlig og varig basis. Et viktig virkemiddel for å få til dette er å legge til rette for friluftsliv i nærmiljøet.

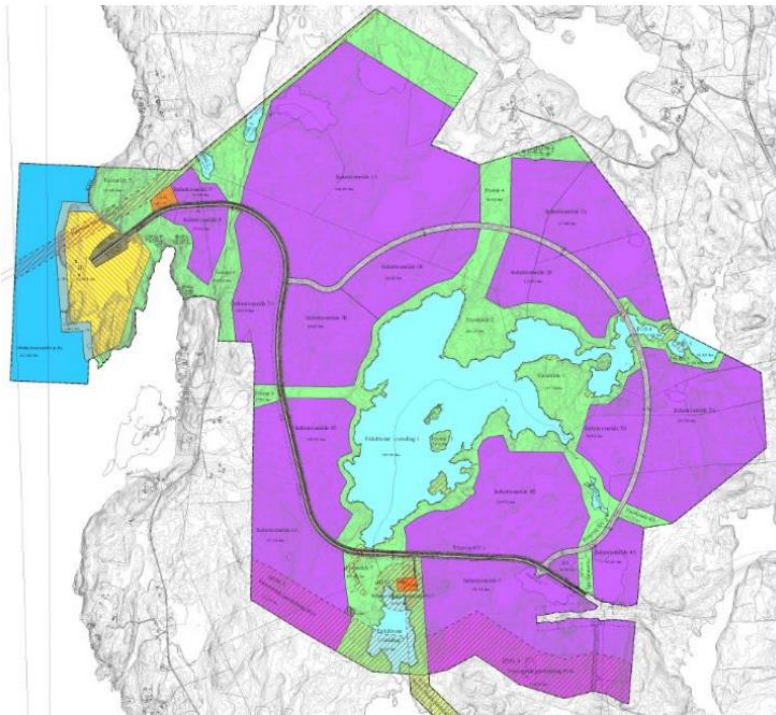
Undersøkelser om «den gode turopplevelsen» tyder på at nærturer og langturer utfyller hverandre. Det å få nærturer og nærnaturen «i blodet», særlig fra barnsben av, er for mange en viktig drivkraft for å oppsøke naturen senere i livet (Miljøverndepartementet, 2013). Samtidig er det sannsynlig at friluftsliv ved kysten og i skog og fjellområder som nytes i helger og ferier, er viktige for å motivere til aktivitet i hverdagen. Det er derfor svært viktig å også ivareta arealene og kvalitetene knyttet til større naturområder som er lite aktuelle for hverdagsfriluftslivet.

Skal nærfriluftsområder brukes viser dokumentasjon at områdene må finnes innenfor en avstand på 50-1000 m fra der folk bor, avhengig av aldersgruppe. Dersom avstanden øker utover dette, synker bruken av områdene. For eksempel har småbarn en grense på 50 m, eldre 300 m, voksne i følge med barn 400 m og ungdom 1000 m. Barns aksjonsradius er dermed begrenset. De fleste 5-6-åringene oppholder seg mindre enn 100 m fra egen inngangsdør. Helt opp til 8-årsalderen er barns «aksjonsradius» i hovedsak mindre enn 200 m. Mer enn halvparten av 13-16-åringene oppholder seg under 300 m fra boligen når de er ute i boligområdet. Eldres aktivitet er også sterkt knyttet til nærmiljøet. (Miljøverndepartementet, 2013).

Gang-, sykkel- og turveisystemet må sees i sammenheng med den helhetlige steds- og nærmiljøutviklingen. En viktig forutsetning for bruk av friluftsområder, turveier og parker er godt vedlikehold og estetikk. God belysning gir for eksempel større trygghet. Dette er særlig viktig for innvandrere, kvinner og barn som ofte oppgir utrygghet som grunn for ikke å være ute.

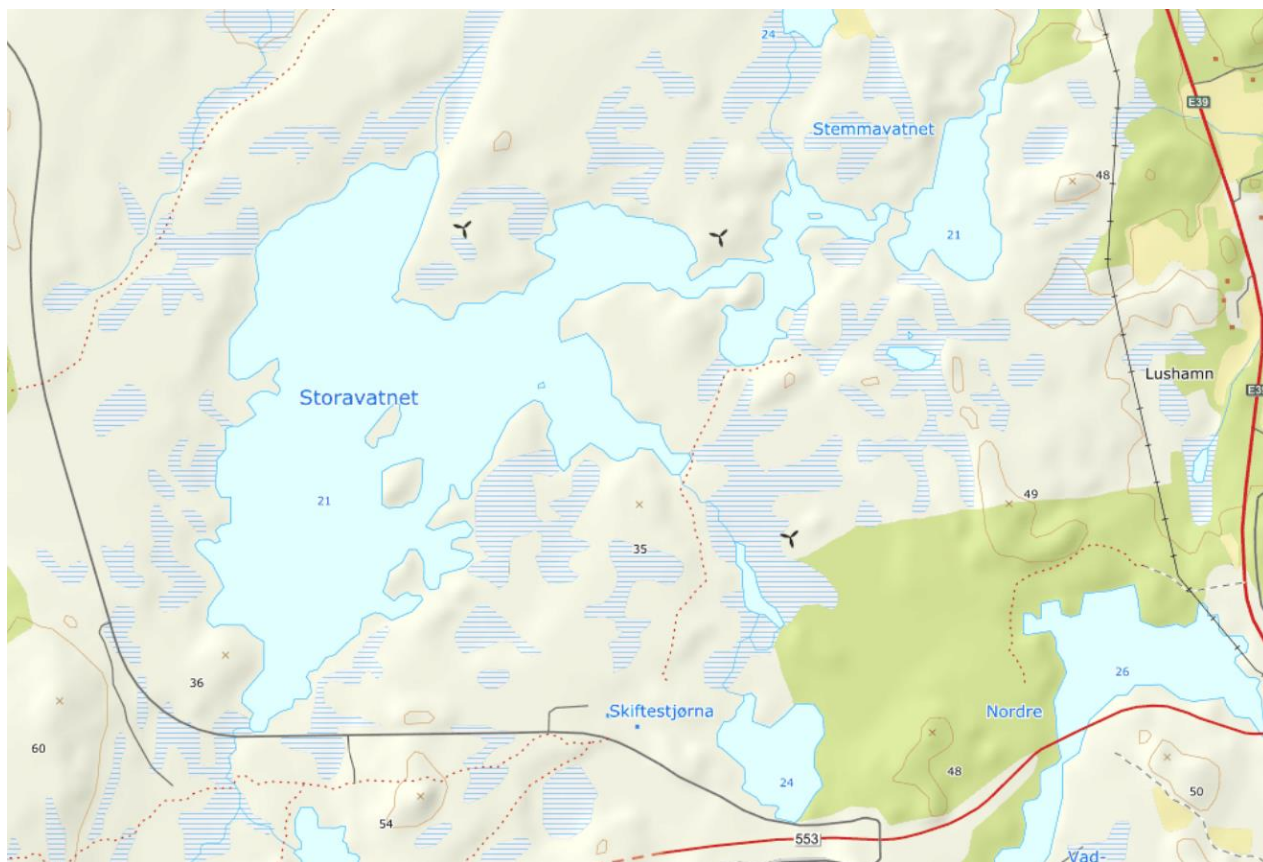
4.2 Aktuelt område og bruken i dag

Gismarvik vindkraftverk ligger i et planområde for en næringspark som ennå ikke er ferdig utviklet. Plankart fra MTA-planen (Solvind, 2019) over området er vist i figur 4-1.



Figur 4-1: Plankart over næringsparken (Solvind, 2019). Lilla områder viser arealer til fremtidig næringspark.

Før oppstart av etablering av vindkraftverket besto området av relativt urørt naturområde. Turistforeningens kartside ut.no viser ingen anviste turer i området, men noen stier er markert. Se figur 4-2.



Figur 4-2: Kart fra UT.no. Stier er markert med røde prikker.

Virkningen av vindkraftverket kommer i tillegg til den allerede vedtatte næringsparken. Denne vurderingen tar kun for seg vindkraftverkets helsemessige virkning. Men bruken av området til friluftsliv vil uansett måtte endre seg i og med at næringsparken er vedtatt. Markerte stier er fortsatt i grøntområde på plankart fra 2019.

I forbindelse med konsesjonssøknaden til vindkraftverket er det skrevet at siden deler av tiltaket legges i grøntområde foreslår tiltakshaver sammen med grunneier (næringsparken) å omdisponere en del industriareal til grøntområde (vist på kart, figur 4-3).



Figur 4-3: Kartet viser oversikt som viser omdisponert areal i Haugaland Næringspark (Målestokk 1:7500), (Solvind, 2019).

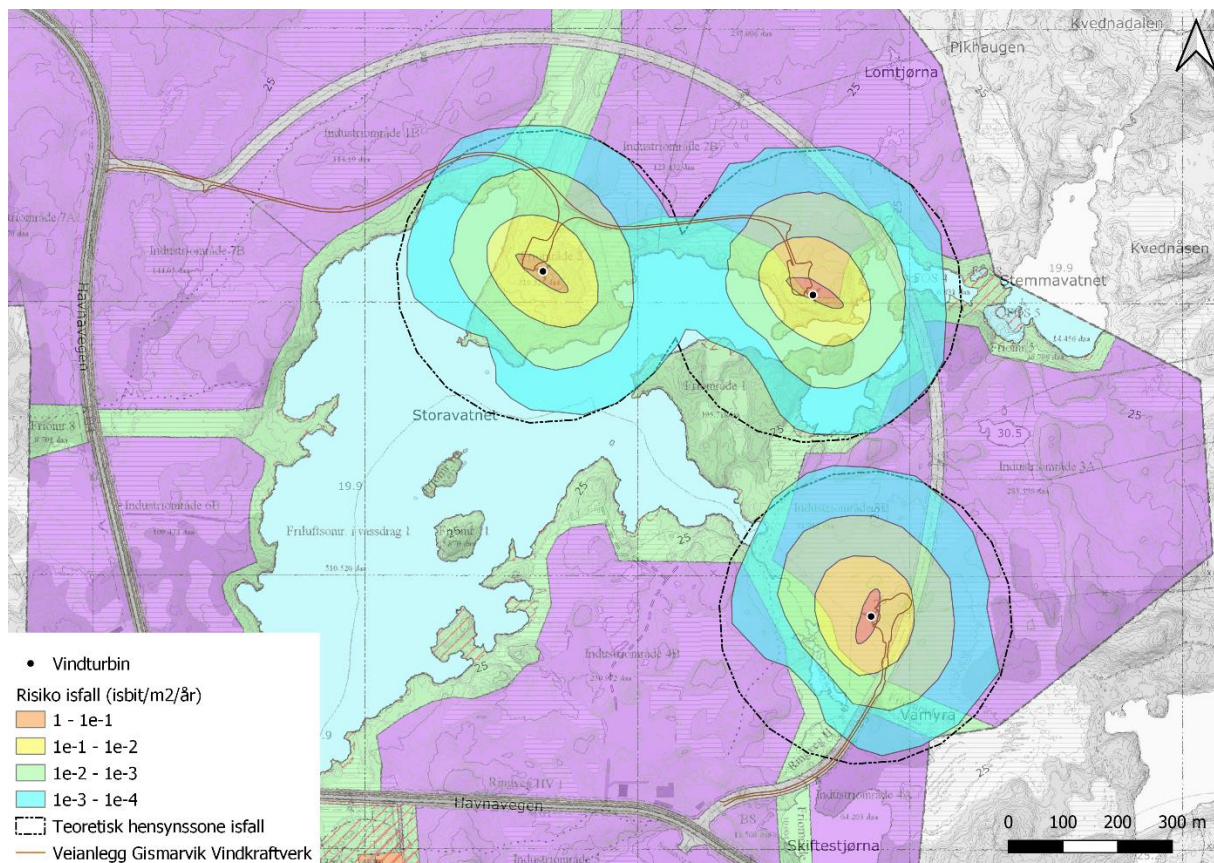
Vindkraftverket er bygget og i drift. Veinettet opp til og mellom turbinene brukes allerede hyppig av naboer til tur og sykkel. Det benyttes også bil, noe som skal hindres pga. sikkerhetstilsyn ved å sette opp bom til området.

4.3 Fremtidig situasjon

Når veien er utbygd i full bredde ønsker Gismarvik Vindkraft AS å lage parkeringsplass på oppstillingsplassen til nærmeste turbin for turgåere som kommer med bil til området og at veinett og grøntområder kan benyttes for tur og syklist.

Gismarvik Vindkraft AS ønsker også å ha omvisning i parken jevnlig, men dette har vært satt på vent grunnet Covid19-pandemien.

Inne på området rett ved turbinene vil det være fare for iskast ved turbinene. Det er utarbeidet et hensynssonekart i MTA-planen (Solvind, 2019) som viser hensynssoner rundt vindturbinene, se figur 4-4.



Figur 4-4: Kart over området med hensynssone for iskast. (Solvind, 2019).

Det vil bli satt opp skilt ved adkomstveiene for å informere om faren for ising ved klimatiske forhold hvor faren er størst. Tiltakshaver vurderer montering av tilleggsutstyr for detektering og tilhørende varsling i samråd med turbinleverandør, Haugaland næringspark. Dette kan gi mulighet for automatisk varsling, f.eks. per SMS dersom det er fare for ising i på vindturbinene.

4.4 Helsemessig konsekvens av tap av rekreasjonsområder

Det vil være noe negativ helsemessig konsekvens for naboer og aktive brukere av området som rekreasjonsområde. Støy, skyggekast og risiko for iskast/isfall vil redusere opplevelsen av rekreasjon i området.

Den mest vesentlige reduksjonen av arealer for rekreasjon i området vil være forårsaket av etableringen av næringsparken. Dette er ikke tatt med i denne vurderingen, men næringsparken alene vil ha stor effekt på friluftsområdet som helhet.

En positiv konsekvens for nærområdet som rekreasjonsområde er at turområdet rundt Storavatnet blir mer tilgjengelig, spesielt for bevegelsehemmede, med veier opp til og imellom vindturbinene. Det vil gi muligheter til å skape opplevelser og aktivitet for flere og spesielt sårbare grupper.

Det er en rekke muligheter til å utvikle område for mer bruk til tur og sykkel, samt å dele kunnskap om bærekraftige energiløsninger og natur.

Forslag til mulige avbøtende og helsefremmende tiltak er:

- Varsling om iskast og orientering om anbefalt sikkerhetsavstand på alle naturlige innfartsveier til vindturbinene grunnet risikoen for iskast. Anbefalt sikkerhetsavstand er 269 m. Unngå benker innen sikkerhetsavstanden. Oppsett av benker og rasteplass utenfor iskastsonen kan hindre at folk raster for nær vindturbinene.

- Skilting av turområder.
- Belysning av turveier.
- Bruk av kunnskap om naturen og dyrelivet i informasjonsplakater eller QR-kode i området.
- Infotavler med oppdatert informasjon, f.eks. aktuell el.-produksjon, vindforhold, osv.
- Tilbud om bruk av nettside og/eller mobil-app for rapportering av plage (støy, skyggekast, lysforurensning, nedfall av is, osv.)
- Etablering av turstier rundt Storavatnet (kutte kratt og legge ut planker der det blir vått).
- F. eks. etablering av gapahuk og/eller grillplass ved Storavatnet, fortrinnsvis utenfor faresonene for iskast og isfall.
- Arrangementer spesielt for barn og unge som bidrar til økt fysisk aktivitet og kjennskap til naturen.

Hvordan tiltakene utvikles bør Gismarvik Vindkraft AS, kommunen, grunneier og naboer bli enige om gjennom lokale prosesser. Her er medvirkning viktig.

5 Synergieffekter av samtlige eksponeringer

Dette kapittelet skal belyse samspillet mellom flere faktorer som forsterker hverandre slik at den kombinerte effekten blir større enn summen av de enkelte faktorenes bidrag.

Samspillseffekter er særlig studert for veitrafikk, og tyder på at det å være plaget av støy øker sannsynligheten for å være plaget av luftforurensning ved et gitt veitrafikkstøynivå, og omvendt. I tillegg er det holdepunkter for at både støy og lysforurensning øker risiko for hjerte-karsykdom. (Aasvang & Hjertager Krog, 2004).

I kapittel 3.1 om skyggekast vises det til studier der støy og visuelle aspekter spiller sammen og bidrar til å forsterke hverandre i plagegrad. Det er i første rekke plagereaksjoner og ikke reelt helsefarlige nivåer fra vindkraftverk. Denne mekanismen er også illustrert i en svensk studie (ikke av vindturbiner), der de 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).

I kapittel 3.3 om visuell påvirkning vises det til at det er få eller ingen kjente studier som har kunnet vise til direkte helseeffekter av visuell påvirkning fra vindkraftverk. Negativ påvirkning på eiendomspriser som skyldes visuell påvirkning fra vindkraftverk kan potensielt gi bekymringer, redusert trivsel og derved helseplager, men studier viser at effekten på eiendomsprisene ikke er stor. Helse og trivsel synes ut fra studier som foreligger å være særlig relatert til holdninger og forventninger. Holdninger til vindkraft har derved stor betydning for hvordan betrakteren både forventer og opplever de visuelle virkningene. Etablering av vindkraftverk kan utløse spenning og sosiale konflikter i lokalsamfunn dersom anlegget er omstridt.

Det er også vist at plagegraden øker med irritasjon over en opplevelse av urettferdighet og mangel på medvirkning i forhold til tillatelse fra myndighetene til vindkraftverk. Det viser at medvirkningsprosesser med lokalbefolkning og naboer er veldig viktig i planleggingsprosessen av vindkraftverk. Mer kunnskap og medvirkning vil virke positivt på lokalbefolkningen og kunne redusere irritasjon og plage-grad.

Driftsfasen til vindkraftanlegget kan og bør brukes til å ta grep som demper motsetninger og mistriivsel i lokalsamfunnet ved å i fellesskap med naboene og kommunen utvikle tiltak som oppleves som inkluderende og positive. Med mer kjennskap og kunnskap om parken kan holdningene endres. Sosiale og aktivitetsfremmende arrangement og sammenkomster på anlegget i en driftsfase kan gi positive opplevelser i parken som igjen vil kunne redusere frykt og stress som plager fra parken kan gi. Generelt er det grunn til å tro at jo mer disse tiltakene springer ut av lokalsamfunnets egne forslag og bidrag, dess bedre vil de bli forankret og positivt møtt hos den berørte befolkningen.

5.1 Stress og psykiske påkjenninger for naboer av anlegget

Hva er stress?

Stress betyr påkjenning eller belastning og er et medisinsk og psykologisk begrep introdusert av kanadiere (Selye, 1936). Stress er et meget vidt begrep, og refererer dels til et vidt spekter av krevende fysiologiske og psykologiske påvirkninger (stressorer), dels til organismens totale reaksjon på slike (ressursmobilisering).

Stress kan - avhengig av type, styrke og varighet - både ha positive og negative virkninger på organismen. Mildere former for stress kan virke fysisk og psykisk stimulerende, som for eksempel fysisk trening, utfordrende arbeid. Langvarig stress vil kunne ha negative følger og disponere for funksjonelle organplager, blant annet muskelspenninger, fordøyelsesbesvær, hjerteinfarkt og høyt blodtrykk.

Støy og stress

Som beskrevet i kapittelet om vindturbinestøy og støyplage påpeker FHI at forventningen til stillhet i mindre urbane strøk og spesielt rekreasjonsområder, kan anses å være en av grunnene til at støy fra vindturbiner oppleves som plagsomt.

De akutte effektene av høy støy på helse og trivsel, som forstyrrelser av aktiviteter, hvile og søvn, er godt dokumentert. Hva lavere nivå av støy kan bety for helsa på lang sikt er derimot mer usikkert. Langvarig

irritasjon over støy kan gi en vedlikeholdt stress- eller aktiveringsreaksjon, som kan påvirke utvikling av og forverring av sykdom. Støy er en uspesifikk stressfaktor og har derfor tilsvarende virkningsmekanisme som andre stressfaktorer. Dette gjør det vanskelig å trekke slutninger fra epidemiologiske studier av støy og helse (Aasvang & Hjertager Krog, 2004)

Hos personer som vurderer seg selv som sensitive for støy, vurderes støy mer plagsom enn hos de som ikke vurderer seg selv som så støysensitive. (Aasvang, Ihlebæk, Ursin, & Engdahl, 1993).

Søvn og stress

Oppsummeringen av studier gjort av FHI i 2018 viser ingen sammenheng mellom vindturbinstøy og rapportert søvnkvalitet (Jakobsen, Bølling, & Bjerkestrand, 2018). Det antas at rapporterte søvnproblemer knyttet til vindturbinstøy i stor grad går via støyplage/irritasjon.

I forhold til lysforurensning er det gjort studie i USA der man fant en sammenheng mellom store mengder utendørs lys om natten og utvikling av overvekt. Lys om kvelden kan forstyrre døgnrytmen vår og føre til søvnproblemer.

Skyggekast og stress

Virkningene man har funnet av skyggekast er på samme måte som for støy i første rekke plagereaksjoner. En relativt fersk studie fra Canada fant en eksponerings – responsammenheng mellom beregnede nivåer av skyggekast og andel svært plaget av skyggekast (Michaud, et al., 2016). På samme måte som for støyplage, var graden av skyggekastplage også influert av andre eksponeringsfaktorer, så vel som støysensitivitet hos mottakeren.

Visuelle forstyrrelser, holdninger og sensitivitet mot støy

Resultater fra fagfelleverderte studier utgitt i vitenskapelige tidsskrift er annerledes enn allment tilgjengelig litteratur (Knopper & Ollson, Health effects and wind turbines: A review of the literature, 2011). I fagfelleverdert litteratur finner en at ubehag fra vindturbiner er sterkest relatert til visuell forstyrrelse, holdninger mot turbinene og sensitivitet mot støy mer enn objektivt sett støy eller lysplager. Fra allmenn litteratur, litteratur som ikke er utgitt gjennom et vitenskapelig tidsskrift, hevdes det at infralyd gir helserelaterte plager selv om lydnivået knapt kan måles. (Knopper & Ollson, Health effects and wind turbines: A review of the literature, 2011). Konklusjonen fra denne artikkelen viser at en viss del av befolkningen vil ha plager relatert til vindkraftverk og at det blir opp til politikere å sette akseptnivået ved å veie det opp mot fordelene av vindkraft lokalt.

5.1.1 Helsemessig konsekvens

Ingen fagfelleverderte artikler kan vise en direkte sammenheng mellom folk som bor i nærheten av moderne vindturbiner, støyen turbinene produserer og fysiske helseeffekter.

Studier viser imidlertid at folks holdninger til vindkraftverk, bekymringer rundt estetiske forandringer i landskapet og oppfattelsen av rettferdighet og medvirkning i prosessen med tillatelse av anlegget har en sterk sammenheng med nivå av irritasjon og plage fra anlegget. Denne irritasjonen er ikke ubetydelig i nærheten til vindkraftverk.

Det er også en mindre del av befolkningen som er spesielt følsomme for støy. Det er spesielt infralyd disse hevder å bli plaget av. Vi har vist at Nocebo-effekten også spiller inn her ved at flere allment tilgjengelige artikler viser til en sammenheng, som igjen blir til en sannhet når den blir gjentatt mange nok ganger. Nocebo-effekten er imidlertid vist å kunne reverseres.

5.1.2 Forslag til avbøtende tiltak:

Det forslås å fokusere på tiltak som kan gi mer kjennskap og kunnskap om vindkraftverket samt positive opplevelser i parken for lokalbefolkningen og naboer. Medvirkning fra naboer til aktiviteter vil også være positivt som helsefremmende tiltak. Noen forslag til aktiviteter/tiltak:

- Omvisning i parken med faktaopplysninger (hvor mye bidrar det i produksjon i ren energi). Med mer kjennskap og kunnskap om parken kan holdningene endres.
- Turløype med scannbare QR-koder som gir mer informasjon om vindkraftanlegget eller andre temaer knyttet til lokalmiljøet rundt anlegget. Temaene kan oppdateres og skiftes ut over tid.
- Sosiale og aktivitetsfremmende arrangement og sammenkomster på anlegget. Positive opplevelser i parken vil kunne redusere frykt og stress.
- Innbyggerinitiativ der lokalbefolkningen inviteres til selv å komme med forslag til tiltak som kan virke trivselsfremmende og helsebringende

6 References

- Austri Vind. (2019, 17). *Blinkede varsellys fra Raskiftet*. Hentet fra Austri vind: <https://austri.no/blinkende-varsellys-fra-raskiftet/>
- Berg, E. (2012). *Patina - the fading of visual impact*. Oporto, Portugal: International Association for Impact Assessment.
- Harding, G., Wilkins, A. J., Erba, G., Barkley, G. L., & Fisher, R. S. (2005). Photic- and Pattern-induced Seizures: Expert Consensus of the Epilepsy Foundation of America Working Group. *Epilepsia*, 46 (9), 1423-1425.
- Haugen, H. N. (2020, 11 24). *Melatonin*. Hentet fra Store medisinske leksikon: https://sml.snl.no/melatonin_-_hormon
- Holmelin, E. e. (2017). *Vindkraftverks påvirkning å eiendomspriser*. Norconsult.
- INCE Europe. (2021). *9th International Conference Wind Turbine Noise*. INCE Europe.
- Jakobsen, S. B., Bølling, J. K., & Bjerkestrand, E. (2018). *Nasjonal ramme for vindkraft - Temarapport om nabovirkninger*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Klima og Miljødepartementet. (2021). *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442/2021)*.
- Knopper, L., & Ollson, C. (2011). *Health effects and wind turbines: A review of the literature*. Environmental Health.
- Knopper, L., Ollson, C., McCallum, L., Whitefield Aslund, M., Berger, R., Souweine, K., & McDaniel, M. (2014). *Wind turbines and human health*. Front Public Health.
- Kurakata, K., & Mizunami, T. (2008). The statistical distribution of normal hearing thresholds for low frequency tones. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control* 27, 97-104.
- Leventhall, G. (2021). If they are noe being ill by infrasound, then what is it? . *9th International Conference on Wind Turbine Noise*.
- Luftfartstilsynet. (2002). *Forskrift om merking av luftfartshinder (BSL E 2-2)*. Lovdata.
- Menon Senter for Miljø- og Ressursøkonomi og Norsk institutt for naturforskning. (2020). *Ekstern rapport nr. 17/2020 Lokale virkninger av vindkraft*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Michaud, D., Feder, K., Keith, S., Voicescu, S., Marro, L., Than, J., . . . van den Berg, F. (2016). Exposure to wind turbine noise: Perceptual responses and reported health effects. *Journal of the Acustical Society of America*, 139(3), 1443-1454.
- Mijala, P., & et.al. (2020). *Infrasound Does Not Explain Symptoms Related to Wind Turbines*. Den finske statsministers kontor .
- Miljødirektoratet. (2021). *M-2061 Veileder om behandling av støy i arealplanlegging*. Miljødirektoratet.
- Miljøverndepartementet. (2013). *Nasjonal strategi for et aktivt friluftsliv. En satsing på friluftsliv i hverdagen; 2014-2020*.
- Nguyen, D., & et.al. (2019). *Wind farm infrasound detectability and its effects on the preception of wind farm noise amplitude modulation*.
- Nord, R., & et.al. (2014). *Lista vindkraftverk i Farsund kommune - Støymålinger*. Sweci Norge AS, rapport 464721.
- NVE. (2014). *Skyggekast fra vindkraftverk*. NVE.

- Ollson, C. (2021). Establishing Sound Limits for Wind Energy: What is the Role of Annoyance? .)th *International Conference on Wind Turbine Noise*. Canada: Ollson Environmental Health Management (OEHM).
- Pedersen, E. (2015). City Dweller Responses to Multiple Stressors Intruding into Their Homes: Noise, Light, Odour and Vibration. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12 (3), 3246-3263.
- Pohl, J., & et.al. (1999). *Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen*. Kiel.
- Pohl, J., Faul, F., & Mausfeld, R. (2000). *Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen Laborpilotstudie*. Kiel.
- Rudolph, D., Kirkegaard, J., Lyhne, I., Clausen, N., & 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 and Social Science* 25.
- Selye, H. (1936). A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature*.
- Sissel B. Jakobsen, J. K. (2018). *Nasjonal ramme for vindkraft - Temarapport om nabovirkninger*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Smith, M., & et.al. (2020). *A laboratory study on the effects of wind turbine noise on sleep: results of the polysomnographic WITNES study*. Oxford University Press.
- Solvind. (2019). *Miljø-, transport, og anleggsplan (MTA) med detaljplan g søknad om konsesjonspliktige endringer for Gismarvik Vindkraftverk*. Solvind.
- Ståvi, J., & et.al. (2001). *Sosial- og hlsedepartementet: helse og trivsel i konsekvensutredninger*. AsplanViak.
- Sundfør, H., & et.al. (2015). *Befolkningsreaksjoner på vindmøllestøy - Vindmølleparken på Lista 2015*. Transportøkonomisk Institutt (TØI).
- Sundhedsstyrelsen i Danmark. (2019). *Vindmøllestøj og helbredseffekter*. Sundhedsstyrelsen i Danmark, sagsnr. 1-2410-553/1.
- Sunnhedsstyrelsen. (2019). *Notat vedr. den danske vindmølleundersøgelse*. Sundheds- og ældreministeriet.
- Turnunen, A., & et.al. (2021). *Self-reported health in the vicinity of five wind power production areas in Finland*. *Environment International* .
- World Health Organization. (2018). *Environmental Noise Guidelines for the European Region*. World Health Organization.
- Zhang, D., Jones, R., Powell-Wiley, T., Jia, P., James, P., & Xian, Q. (2020). *A large prospective investigation of outdoor light at night and obesity in the NIH-AARP Diet and Health Study*. *Environmental Health*.
- Aasvang, G., & Hjertager Krog, N. (2004). Ikke-audiologiske helseeffekter av støy. *Divisjon for miljømedisin, Nasjonalt folkehelseinstitutt*. Oslo, *Norsk Epidemiologi*, 167-175.
- Aasvang, G., Ihlebæk, C., Ursin, H., & Engdahl, B. (1993). *Trafikkmiljø, stress og helse*. Folkehelsa.

Vedlegg A Ord og uttrykk i akustikk

A.1.1 Vekting

Dei fleste lydane som me høyrer er samansette av mange ulike frekvensar. For å kunne skildra nivået til slike lydar kan ein måla lyden og leggja saman lydenergien i alle frekvensane til eitt (uvekta) tal. Høyrsla vår er derimot ikkje like vår for alle frekvensar: Me høyrer best dei frekvensane som er mest brukte i tale. Bass (låg frekvens) og diskant (høg frekvens) ligg utanfor dette talefrekvensområdet og me høyrer slike lydar mindre godt. Difor er det laga ei vekting som tillegg talefrekvensområdet meir vekt enn bass og diskant, for å etterlikna opplevinga vår av lydnivå. Denne vektinga vert kalla A-vekting og eignar seg godt for å skildra opplevinga av «enkle» lydar av svak og middels styrke, men eignar seg mindre for å skildra opplevinga av samansette lydar, sterke lydar eller slaglydar (impulsive lydar). Alle lydnivåa i denne rapporten er A-vekta lydnivå. Det finst også andre vektingar, m.a. C-vekting, brukte m.a. i arbeidsmiljøsamaheng.

Splitting av lyden i ulike frekvensar før vidare analyse som skissert her liknar litt på korleis høyrsla vår fungerer: Øyra er bygt opp slik at frekvensinnhaldet i lydar vert koda inn i nervesignala nokså tidleg, før overføring til høgare funksjonar (tolking, taleforståing, osv.) i hjernen. Høyrsla vår handsamar lydar altså både i *frekvensdomenet* (som spektervariasjonar) og i *tidsdomenet* (som styrkevariasjonar over tid).

A.1.2 Oktavband og frekvens

Innan akustikken er det vanleg å handtera dei ulike frekvensane (svingingar per tidseining, gjevne i eininga hertz og forkorta til Hz) i lydar for seg, samla saman i oktavband. I eit oktavband er den øvste frekvensen det doble av den nedste frekvensen. Midt i oktavbanda ligg senterfrekvensane, som vert brukte til å namngje oktavbanda. Døme på senterfrekvensar i oktavband og dermed oktavbandnamn: 125 Hz, 250 Hz, 1 kHz, 2 kHz, osv.

A.1.3 Desibel

Alle lydnivåa her vert gjevne som tal (i desibel, og forkorta til dB) i forhold til høyreterskelen for eit friskt øyre. I denne rapporten vert omgrepa «lyd» og «støy» brukte om einannan. Støy vert vanlegvis definert som uynskt lyd.

A.1.4 Korttidsmidla lydtrykk

$L_{p,A,ekvT}$ er eit mål på nivået til varierende lyd/støy midla over ei viss tid T , altså eit gjennomsnittleg lyd/støytrykk. Lydtrykket fell med aukande avstand frå kjelda/maskina. Det er vanleg å ta med subskript «p» for «pressure», dvs. trykk. Lydtrykknivå vert gjevne som forholdstal i desibel (forkorta dB) samanlikna med 20 μPa (mikropascal), som svarar om lag til høyreterskelen vår.

$L_{p,A,ekvT}$ kan vera både utandørs og innandørs lydtrykknivå.

Døme 1: $L_{p,A,ekv30\text{min}}$ er det gjennomsnittlege støynivået over 30 minutt.

Døme 2: $L_{p,A,ekv8\text{t}23-07}$ er støynivået midla over ei natt som startar kl. 23 og sluttar kl. 7 neste morgon, dvs. 8 timar.

Døme 2: $L_{p,A,24\text{h}}$ er støynivået midla over eit døger.

A.1.5 Årsmidla lydtrykk

L_{den} er årsmidla A-vekta døggnivå der støybidraga om kveldane (kl. 19-23) er gjevne eit tillegg på 5 dB og støybidraga om nettene (kl. 23-07) er gjevne eit tillegg på 10 dB. Støyproduksjon om kveldane og nettene vert altså vekta meir enn støy på dagtid før samanlikning med grenseverdier. Dette mellom anna for å sikra betre vern mot mellom anna søvnforstyringar.

For nesten alle praktiske føremål er L_{den} ein *utrekna* verdi, altså *ikkje* ein målt verdi. For å *måla* L_{den} trengst det målingar over svært lang tid (månader/år). Slike langtidsmålingar av L_{den} for t.d. eit vindkraftverk er krevjande, m.a. fordi ein må luka bort andre lyd kjelder som kan påverka langtidsmålingane (t.d. lokal biltrafikk, hundeglam, fuglelydar, menneskerøyster, osv.). Det låge støy nivået frå vindkraftverk i typiske avstandar til bustadhus gjer denne utlukinga/analysen ekstra krevjande. For andre støykjelder, t.d. vegtrafikk, vil måling av L_{den} vera enklare, men framleis omfattande/dyrt.

L_{den} er eit innfallande utandørnivå, sjå definisjon nedanfor.

Dersom ei lyd kjelde gjev like sterk lyd gjennom heile døgnet vil kvelds- og nattillegga nemnde ovanfor gjera at L_{den} vert 6,4 dB høgare enn det vanlege døgnmidla lydtryknivået ($L_{p,A,24h}$), sjå ovanfor.

A.1.6 Maksimalt lydtryknivå

L_{AFmax} er eit mål på det A-vekta nivået til ein støytopp, t.d. i enkeltskot frå skytevåpen, enkeltslag i pigging, sleggeslag, osv.

A.1.7 Litt om vanleg førekomande lydtryknivå

180 dB	– Kanonskot, trommehinna sprekk
120–130 dB	– Smerteterskelen
105–125 dB	– Typisk høg rockekonsert
100–110	– Plateverkstad
90–115 dB	– Typisk diskotek
80–100 dB	– Mindre, lågmælt liveband
50–70 dB	– Samtale, ved øyret på lydaren
50–60 dB	– Restaurantstøy, bakgrunnsmusikk
20–30 dB	– Kviskring, ved øyret på lydaren
15–30 dB	– Stille innspelingsstudio, ingen aktivitet

0 dB er vanleg å gje som nedre grense (høyreterskel), gjeld for eit friskt øyre og enkel lyd ved 1 kHz). Ei øvre grense er vanskelegare å gje, men det ligg altså ein såkalla «smerteterskel» ein stad mellom 120 og 130 dB. Lydtryknivå over 80 dB kan vera skadelege over lang tid. Lydtryknivå over 120 dB er skadelege, sjølv ved kort eksponering. Evna til å tola høge lydtryknivå varierer mykje frå person til person, men storleiken til desse forskjellane er fyrst nokså nyleg vortne kjend for vitskapen. I dei siste åra har også medvitte auka om kor skadelege *høge* impulslydar (t.d. våpenstøy og kvasse slag) i *liten* avstand er for hørselen. Det kan vera grunn til å tru at ein del av hørselsskadar som ein før trudde skuldast langvarig eksponering for mellomhøge lydtrykk kanskje skuldast *høge impulslydar i staden for*, t.d. på industriarbeidsplassar. Menneskeøyra har lita evne til å lækja seg sjølv etter langtids nedsett hørsel, så hørselskader vert ofte permanente.

A.1.8 Litt om endring i lydtrykk – og oppleving av endringar

Ei dobling av lydtrykket, t.d. når maskin nr. to startar opp i eit rom som frå før hadde ei maskin (med den same lydeffekten) i drift svarar til ein auke på 3 dB i nivået. På grunn av måten me opplever lyd på vil ein slik auke på 3 dB i nivået oppfattast som tydeleg høyrbar, men *ikkje* som ei dobling. Ein lyt gjerne opp i ein auke på 10 dB i nivået før me oppfatar det som ei dobling. NB! Desse endringane må skje over kort tid for at me skal oppfatta dei som skildra her. Dersom endingane skjer over lang tid (veker, månader, år) vil me ha monaleg større vanskar med å gradera endringane.

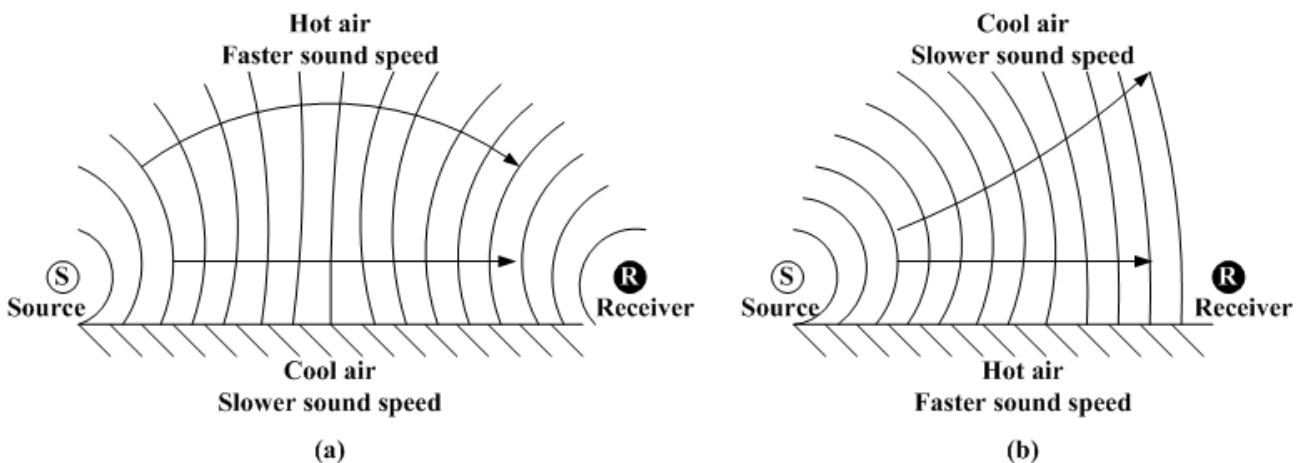
A.1.9 Innfallande lydtrykk

Innfallande utandørs lydtrykk er lydtrykk der berre direktelydnivået er med. Bidrag frå lydrefleksjonar frå fasaden på den aktuelle bygningen skal **ikkje** inkluderast, medan lydrefleksjonar frå andre flater (t.d. meir fjerntliggjande bygningar) skal inkluderast.

A.1.10 Litt om lydutbreiing i ulike vêrtilhøve

Vind mellom ei lyd kjelde og eit immisjonspunkt (mottakar) er svært avgjerande for kor godt lyden ber frå lyd kjelda. Korleis temperaturen varierer oppetter i luft laga tyder også mykje. Desse to effektane gjev ulike kombinasjonar av vilkåra for lydutbreiinga, som kan gå frå «skuggetilhøve» til lyd kanalisering. Ved små avstander tyder desse to effektane lite for lydutbreiinga. Effekten av temperatur er forenkla illustrert i figuren nedanfor. Ved somme tilhøve oppstår lagdeling i atmosfæren. Slik lagdeling kan gje tydelege lydrefleksjonar nedatt til immisjonspunkt nærare bakken. Eit kjent døme på slike lydrefleksjonar finn ein i utbreiinga av lyd frå lyn: Lydar som kjem etter den fyrste lyden stammar frå slike effektar.

Marktilhøve og overflater spelar også inn, både gjennom ulik grad av lydrefleksjon og gjennom måten t.d. vassflater påverkar temperaturtilhøva lokalt. Ved visse vilkår kan lyden verta «fanga» mellom to reflekterande lag (eitt eit stykke opp i atmosfæren og ei reflekterande vass/havflate) og breier seg utover med svært lita demping etterkvart som avstanden aukar.



Figur 6-1: Illustrasjon av korleis lufttemperatur påverkar lydutbreiinga i to ulike situasjonar. Kjelde: wikibooks.org.

A.1.11 Lydeffekt

Maskiner i arbeid strålar ut lyd. For å stråla ut lyd krevst det mekanisk effekt som set lufta i rørsler. Denne mekaniske effekten vert kalla lydeffekt, og er ein eigenskap ved den aktuelle maskina og tilstanden som maskina er i. Lydeffekten er altså *uavhengig av avstand*, og må *ikkje* forvekslast med lydtrykket (sjå ovanfor). Når ein kjenner lydeffekten til maskina kan ein rekna ut lydtrykknivået i alle avstandar frå maskina. Det er vanleg å ta med «W» for «watt» i nemninga for lydeffektnivå, som dermed vert heitande L_{WA} . Alle støyande maskiner som oppfyller EU sitt maskindirektiv (direktiv 2000/14EC) skal ha L_{WA} påstempla eller merkt med skilt, el.l. Lydeffekten er gjeven som *forholdstal* i desibel (forkorta til dB) samanlikna med 1 pW (picowatt). *Lyd har liten effekt*: Som døme kan nemnast at rockekonsertar og motorsager har lydeffekt $\approx 0,1$ W. Kjølaskåp og dempa menneskerøyst har ≈ 100 nW (nanowatt). Det tyder vidare at menneske høyrer lydar svært lett, dvs. at høyrsla er ein god sans!