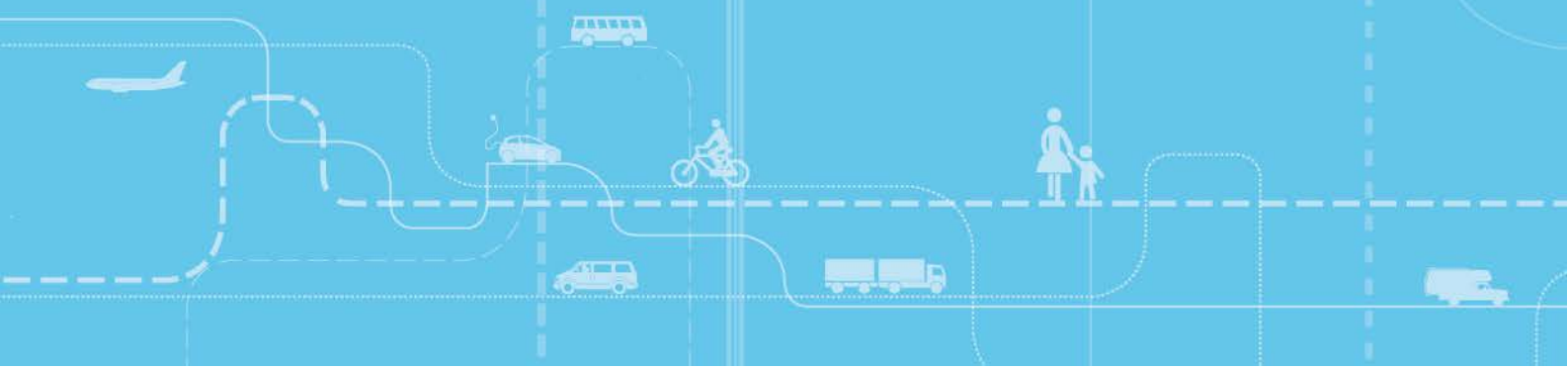


Befolkningsreaksjoner på vindmøllestøy

Vindmølleparken på Lista 2015



Befolkningsreaksjoner på vindmøllestøy

Vindmølleparken på Lista 2015

Hanne Beate Sundfør

Ronny Klæboe

Tittel: Befolkningsreaksjoner på vindmøllestøy –
Vindmølleparken på Lista 2015

Forfattere: Hanne Beate Sundfør
Ronny Klæboe

Dato: 12.2015

TØI rapport: 1452/2015

Sider 60

ISBN Elektronisk: 978-82-480-1679-3

ISSN 0808-1190

Finansieringskilde: Fred Olsen Renewables AS

Prosjekt: 4195 - Helsekonsekvensutredning for
beboere og hytteiere på Lista

Prosjektleder:

Kvalitetsansvarlig: Astrid Helene Amundsen

Emneord: Befolkningsreaksjoner
Støy
Vindmølle

Title: Community reactions to windmill noise – Lista Windmill
Park 2015

Author(s): Hanne Beate Sundfør
Ronny Klæboe

Date: 12.2015

TØI report: 1452/2015

Pages 60

ISBN Electronic: 978-82-480-1679-3

ISSN 0808-1190

Financed by: Fred Olsen Renewables AS

Project: 4195 - Helsekonsekvensutredning for
beboere og hytteiere på Lista

Project manager:

Quality manager: Astrid Helene Amundsen

Key words: Community reactions
Noise
Windmill

Sammendrag:

Det er gjennomført en befolkningsundersøkelse på Lista etter at beboerne har klaget på støy fra vindmølleparken. Konfliktsituasjonen og at det er få respondenter påvirker resultatene og overførbarheten. Enkle analyser viser at befolkningen på Lista er langt mer plaget enn støynivået alene skulle tilsi, og at de reagerer langt sterkere enn det internasjonale undersøkelser indikerer. Det er spesielt pulserende svisjelyder fra rotorbladene, og lav motordur beboerne reagerer på. Ca. 60 prosent av de som svarte mener vindmøllene på Lista er visuelt skjemmende. Dette synes å bety så vidt mye for deres plagereaksjoner at plagenormene overstiges fra laveste desibel. Virkningskurver for støyplage utenfor bolig tilsier at støy fra vindmøller oppfattes som 17-18 dBA verre enn støy fra vegtrafikk, og at vindmøllene bør legges minst ca. 1 kilometer unna nærmeste bolig. For personer som er uenig i at vindmøller generelt er skjemmende, og for dem som er mer positive mot vindmøller som en fornybar energikilde, synes reaksjonene på støynivåene å være mer likt det vi finner internasjonalt.

Summary:

An environmental health impact assessment was undertaken around Lista windmill farm located near the coastal area at the very South of Norway. The survey results are influenced by local opposition and a small sample size. Simple exposure effect-relationships, indicate that the local population reacts stronger to windmills and windmill noise than shown internationally. Pulsating swishing sounds and turbine engine hum are the main causes of annoyance. About 60 percent of those who participated in the survey thought windmills degraded the landscape aesthetically. Windmill noise is perceived by local residents as 17-18 dBA worse than road traffic noise. Wind mills should be located at least 1 km distant if survey results are taken at face value. Reactions from respondents who did not regard the windmills aesthetically displeasing, and those more favourable towards wind mills as a renewable source of energy seem to be more in line with what has been shown internationally.

Language of report: Norwegian

Rapporten utgis kun i elektronisk utgave.

This report is available only in electronic version.

Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no

Forord

Bomiljøundersøkelsen rundt Lista er gjennomført som en uavhengig undersøkelse av miljøutfordringer i Lista kommune med spesiell vekt på belastningene vindmølleparken kan medføre med hensyn på trivsel og helse. Undersøkelsen er gjennomført på samme måte som andre bomiljøundersøkelser der miljøbetinget helse og trivsel har stått i sentrum.

Undersøkelsen har kommet i stand etter en underskriftsaksjon fra beboere, og et påfølgende pålegg fra kommuneoverlegen om en helseundersøkelse. Oppdragsgiver er Fred Olsen Renewables A/S som har opplyst om bakgrunnen for undersøkelsen og har kommentert spørreskjemaet. Kontaktperson har vært Tom Hallan som har vært behjelpelig med gjennomføring av en befaringsavtale av området og eksponeringssituasjonene.

Det er klare utfordringer knyttet til å gjennomføre undersøkelser i områder hvor det er pågående konflikter, og å undersøke eventuelle sammenhenger mellom eksponering og effekter i undersøkelser med få respondenter i tynt befolkede områder. I den grad man ønsket å si noe om kausalsammenhenger, hadde det vært ønskelig med en før-etter undersøkelse. Det er som i andre undersøkelser av denne typen, nødvendig å kjenne bakteppet når en tolker resultatene.

Samtidig er utfordringene typiske for situasjoner der aktiviteter som medfører endrete miljøbelastninger legges til områder som er tynt befolket. Rapporten vil gi oppdragsgiver, beboere og myndighetene et rikere materiale å vurdere miljøbelastningene. Resultatene fra Lista sammenlignes med de man finner i internasjonale undersøkelser, og kontrasteres de man finner for andre miljølempere.

Prosjektleder har vært master i folkehelsevitenskap Hanne Beate Sundfør. Rapporten er skrevet av forsker Hanne Beate Sundfør og forskningsleder Ronny Klæboe. Kvalitetssikrer er forsker II Astrid Helene Amundsen.

Oslo, desember 2015
Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
direktør

Michael W J Sørensen
avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning.....	1
1.1	Bakgrunn.....	1
1.2	Støyproblemer et vedvarende problem.....	2
1.3	Områdetilpassede grenseverdier	2
1.4	Krav ved etablering av vindmøller.....	3
1.5	Undersøkelser av vindmøllestøy	3
1.6	Internasjonale undersøkelser av vindmøllestøy	4
2	Opplegg og metode.....	6
2.1	Utvalg	6
2.2	Frafall	6
2.3	Variasjon i eksponering	7
2.4	Sammenligning med tidligere undersøkelser	7
2.5	Spørreskjema.....	8
2.6	Undersøkelsesopplegg	8
2.7	Selvrapportert helse.....	8
2.8	Avstandsberegninger.....	9
2.9	Støyberegninger	9
2.10	Statistiske analyser	10
3	Lokale reaksjoner på vindmøller.....	11
3.1	Befolkning og utvalg	11
3.2	Bomiljø og plager	12
3.3	Helsetilstand	15
3.3.1	Subjektive helseplager.....	17
3.3.2	Søvn.....	19
3.4	Plage fra vindmøller	21
3.4.1	Støyplage.....	21
3.5	Holdninger.....	24
4	Virkningskurver.....	27
4.1	Virkningskurver etter støynivå	27
4.1.1	Støysensitivitet	29
4.1.2	Plage i bolig	31
4.1.3	Sammenligning med utenlandske virkningskurver.....	31
4.1.4	Usikkerheten i beregningene.....	32
4.1.5	Visuelle faktorer.....	33
4.1.6	Holdninger har stor betydning	34
4.2	Virkningskurver etter avstand til nærmeste vindmølle	36
5	Referanser.....	38

Vedlegg 1: Brev og spørreskjema.....	41
Introduksjonsbrev	41
Spørreskjema	42
Vedlegg 2: framgangsmåte ved sammenligning av virkningskurver.	50
Analogibetraktning ut fra norm for vegtrafikk	50
Sammenligning med utenlandske studier.....	51
Analogibetraktninger på basis av A_{40} og HA_{60}	53
Estimert andel mye og middels plaget etter Miedema	54
Vedlegg 3: Usikkerhet og beregninger	55
Tabeller – usikkerhetsintervall	55
Virkningskurver – usikkerhetsberegninger	57
Vedlegg 4: Parameterestimer.....	58

Sammendrag:

Befolkningsreaksjoner på vindmøllestøy – Vindmølleparken på Lista 2015

TØI rapport 1452/2015
Forfattere: Hanne Beate Sundfør og Ronny Klæboe
Oslo 2015 60 sider

Det er gjennomført en befolkningsundersøkelse på Lista etter at beboerne har klaget på støy fra vindmølleparken. Konfliktsituasjonen og at det er få respondenter påvirker resultatene og overførbarheten. Enkle analyser viser at befolkningen på Lista er langt mer plaget enn støynivået alene skulle tilsi, og at de reagerer langt sterkere enn det internasjonale undersøkelse indikerer. Det er spesielt pulserende svishelyder fra rotorbladene, og lav motordur beboerne reagerer på. Ca. 60 prosent av de som svarte mener vindmøllene på Lista er visuelt skjemmende. Dette synes å bety så vidt mye for deres plagereaksjoner at plagenormene overstiges fra laveste desibel. Virkningskurver for støyplage utenfor bolig tilsier at støy fra vindmøller oppfattes som 17-18 dBA verre enn støy fra vegtrafikk, og at vindmøllene bør legges minst ca. 1 kilometer unna nærmeste bolig. For personer som er uenig i at vindmøller generelt er skjemmende, og for dem som er mer positive mot vindmøller som en fornybar energikilde, synes reaksjonene på støynivåene å være mer likt det vi finner internasjonalt.

Bakgrunn for bomiljøundersøkelsen

Det er kjent fra internasjonale undersøkelser at vindmøllestøy oppleves som mer plagsomt enn eksempelvis støy fra vegtrafikken. Myndighetene retningslinje for vindmøllestøy angir derfor en grense for kvelds- og nattvektet ekvivalentstøy (L_{den}) på 45 dBA som talmessig er 10 dBA strengere enn for vegtrafikkstøy.

Vindmølleparken på Lista er oppført i henhold til dette regelverket, og vindmøllene er plassert i et spredtbygd område med få boenheter og mange deltidsboliger for å minimalisere negative støyvirkninger. Ordfører i Farsund kommune og et flertall i kommunen støttet etableringen. Området hvor vindmølleparken skulle anlegges ble av Fylkesmannens miljøavdeling oppfattet som verdifullt, på grensen til et landskapsvernområde, og Fylkesmannen reiste innsigelse mot etableringen. Innsigelsen ble ikke tatt til følge av Olje- og energidepartementet.

Etter at parken ble satt i drift i 2012 har beboerne klaget på støyforholdene og har til kommuneoverlegen anført at de ble overrasket over hvor vedvarende og plagsom støyen var. Lista Vindkraftverk A/S fikk pålegg fra kommuneoverlegen om å gjennomføre en helsekonsekvensutredning i henhold til den nye folkehelselovens §11 (Folkehelseloven, 2012).

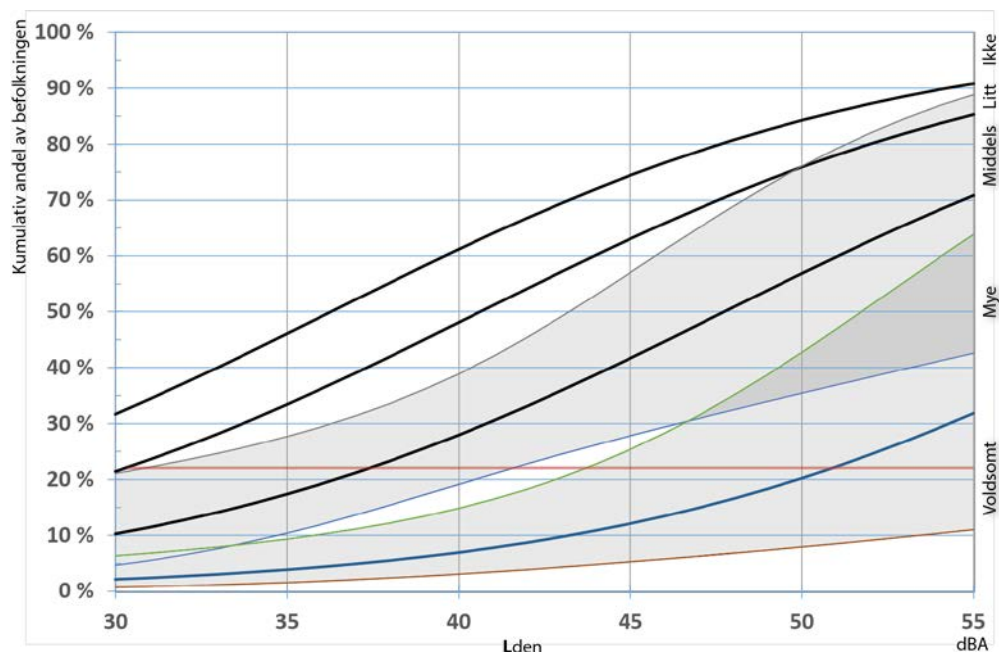
Det er ikke unaturlig at helsemyndigheter stiller krav til undersøkelser når lokalbefolkningen rapporterer mer plager enn forventet fra en ny støykilde. Sosioakustiske undersøkelser i kun et enkelt utbyggingsområde, uten førundersøkelse, rett etter større endringer i eksponering, samt i kjølvannet av befolkningsaksjoner, bryter imidlertid med fundamentale normer for gode helsekonsekvensutredninger og godt forskningsdesign. Over halvparten av respondentene oppgir at det har vært mye negativt om vindmøllene i nyhetsbildet.

Resultatene må tolkes med dette som bakgrunn. Nasjonale myndigheter burde etter vår oppfatning gjøre egne konsekvensutredninger som oppfyller normale krav til forskningsmetodikk, dekker flere utbyggingsområder, og registrerer endring i trivsel og plager, støysensitivitet, og holdninger over tid. Både utbyggere, lokale myndigheter og befolkningen som blir berørt vil ha fordel av en bredere tilnærming enn det det har vært mulig i denne undersøkelsen.

Dette ville ikke minst redusert usikkerheten knyttet til i hvilken retning resultater skal tolkes. Det vil også gjøre det enklere å vite hva som er felles og hva som er spesielle trekk ved reaksjonsmønstrene i hvert av de aktuelle vindmølleparkområdene.

Befolkningen på Lista mer plaget enn forutsatt

Virkningskurver brukes for å vise beregnede sammenhenger mellom støyplager og beregnete dag, kvelds- og natteveid ekvivalent støynivå (L_{den}) i dBA jfr. figur S-1



Figur S-1 Virkningskurver¹ for andelen som er hhv voldsomt, mye, middels og litt plaget av vindmøllestøy etter beregnet støynivå L_{den} . Det er tegnet inn konfidensintervall for andelen i befolkningen som anser seg voldsomt, samt voldsomt+mye plaget. $N=87$.

I alt 21 prosent av befolkningen på Lista er mye plaget ved 37-38 dBA. Dette er et plagenivå som også framkommer for vegtrafikkstøy på 55 dBA (gul sonengrense) og kan oppfattes som en slags norm for hvilket plagenivå som ikke bør overskrides.

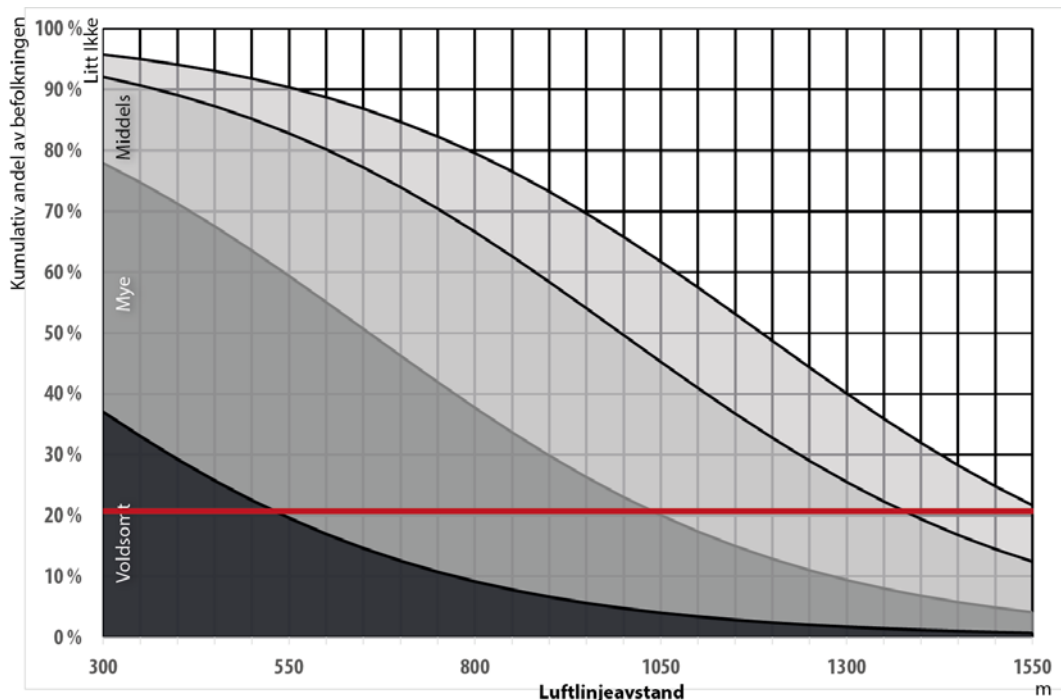
Vindmøllestøy på Lista oppleves følgelig som en støykilde med malus (negativ bonus) på 17-18 dBA i forhold til vegtrafikkstøy og betydelig over retningslinjens (T-1442) 10 dBA (Regjeringen, 2012). Plagenivået på Lista i denne undersøkelsen ligger også godt over det som i gjennomsnitt er rapportert fra internasjonale undersøkelser (9 dB).

¹ Virkningskurvene er ikke linjediagram. Kurvene angir delelinjene mellom de stabile (kumulative) plagekategoriene. Ved 45 dBA er 12 prosent voldsomt plaget, og 42 prosent mye eller voldsomt plaget, 63 prosent middels, mye og voldsomt plaget, og 73 prosent litt, middels, mye og voldsomt plaget.

Flere støysensitive ved høyere støynivå og større frafall der støynivået er lavt vil høyne plagenivåene

Vi finner noen flere støysensitive i utvalget som er bosatt i områder med høyere støynivåer, noe som påvirker svarene noe. Fra en oversikt over respondentene etter støybelastning, finner vi at noen flere i utvalget kommer fra de mest støybelastede områdene, og at det er en viss selvseleksjon – med andre ord at de som opplever seg plaget kan ha vært mer interessert i å svare. Dette har mest å si for rene tabell-oversikter der det kan gi overrapportering av plager og eventuelle symptomer. For virkningskurver der vi kontrollerer for støynivå og avstand, tas det hensyn til eksponeringsdelen av effekten.

Virkningskurver etter avstand angir støyplage utenfor bolig etter en rettlinjert avstand fra bolig til nærmeste vindmølle. Avstand og antall vindmøller man kan se fra boligen har betydning for hvor lett det er å identifisere støykilden og har betydning for utsikt og visuelle forstyrrelser.



Figur S-2 Virkningskurver for støyplage utenfor bolig etter beregnet avstand. N=90.

Kurven for voldsomt og mye plaget (figur S-2) krysser 21 prosent linjen ved ca. 1 kilometer (ca. 975 eller 1 030 meter) fra nærmeste turbin, avhengig av om vi kontrollerer for støy-sensitivitet eller ikke.

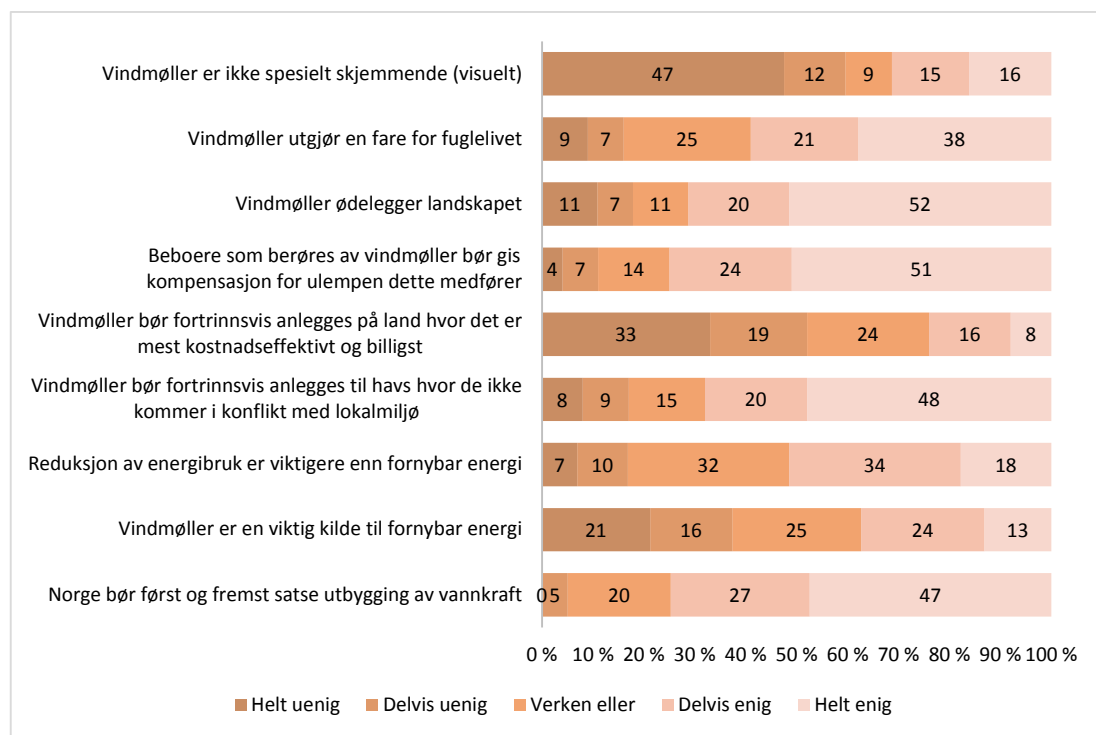
I følge Verdens helseorganisasjons (WHO) definisjon er trivselsvirkningene å oppfatte som helsemessige konsekvenser. Det er imidlertid også spurt om mer snevert definerte symptomer og helsevirkninger. Det er ikke rimelig å tro at man i en så liten undersøkelse kan si noe om helsetilstanden for befolkningen på Lista avviker fra det en kunne forvente. Uten før-undersøkelse er det umulig å si noe om en eventuell opphopning av helsesyntomer kan ha sammenheng med vindmøllestøy.

Resultatene indikerer at helsetilstanden ikke avviker signifikant fra det som gjelder generelt i den norske befolkningen.

Holdningsspørsmål betyr mye

Vi finner i vårt materiale ingen signifikant effekt på plageomfanget om personer har mottatt eller mottar økonomisk kompensasjon for etablering av vindmøller i nærhet til boligen². Tre fjerdedeler av respondentene er imidlertid enig i at slik kompensasjon bør gis. Det kan derfor være et spørsmål om kompensasjonsordningene kunne vært romsligere eller utformet på en måte som bedre kunne bidra til å redusere plagen.

Holdningsspørsmål (jfr. figur S-3) synes å ha stor betydning. En kan derfor stille spørsmål om vi snakker om rene støyreaksjoner, eller motstand mot etableringen av vindmølleparken på et mer generelt grunnlag. Personer som er uenig i at det først og fremst bør satses på utbygging av vannkraftverk, er betydelig mindre plaget av vindmøllestøy. Reaksjonene til denne gruppen er på linje med de vi finner i internasjonale undersøkelser. En skal imidlertid være varsom med å trekke også dette resultatet for langt. Vi snakker om få personer, og tilfeldigheter kan bety mye.



Figur S-3 Holdninger til fornybare kilder. Prosent. N=90.

Visuelle faktorer har betydning

Vi legger ofte stor vekt på betydningen av positive visuelle faktorer som trær og grønne elementer for å redusere støyplage. Det har ikke vært like stort fokus på om og hvordan man skal håndtere skjemmende elementer. Disse faktorene varierer langs andre dimensjoner enn støynivå og krever andre skalaer og vurderingskriterier.

² Eierinteresser/aksjer gir tilsynelatende en sterk plagereduserende effekt men på grunn av at ordningen omfatter ytterst få personer er denne ikke signifikant.

Internasjonalt har det vært rapportert at vindmøllene som er synbare fra bolig eller ei har stor betydning for grad av støyplage. Flere undersøkelser indikerer at visuelle faktorer har betydning. Vi har undersøkt om respondentene synes vindmøller generelt er visuelt skjemmende. Dersom vi ser på gruppen som ser vindmøller og som mener vindmøller er generelt skjemmede, er mer enn 21 prosent voldsomt eller mye plaget allerede fra laveste støy nivå (i motsetning til 10 prosent for hele utvalget, figur S-1)

Støyretningslinjer og flerdimensjonale plagereaksjoner

Støyretningslinjene tar sikte på å redusere støyinduserte helseplager. Disse bygger på omfattende forskning som tilsier at plager og forstyrrelser og en kronisk aktivisering av kroppen over lang tid samt manglende muligheter for å hente seg inn igjen, er uheldig. De er ikke like godt egnet til å håndtere problemstillinger knyttet til plagereaksjoner grunnet konstruksjoner som oppfattes visuelt skjemmende, holdninger til om Norge bør satse på vindmøller eller ei, og om lokalsamfunnet unødig er påført lokale miljøulemper.

Plagereaksjoner er imidlertid ikke «objektive». De er et uttrykk ikke bare for støyen, men også individuelle faktorer, andre eksponeringer, holdninger og oppfatninger. Dette er en svakhet, men også en styrke ved plagebegrepet. Uten før-undersøkelse, bedre grep på holdningene mer generelt i befolkninger, og med et så lite utvalg er det imidlertid umulig å vite hvilken veg sammenhengene går og hva som er eller ikke er uttrykk for spuriøse³ sammenhenger.

En sitter igjen etter undersøkelsen med flere spørsmål enn svar. Det er behov for et undersøkelsesopplegg med bedre design, fortrinnsvis i nasjonalt regi, med tilstrekkelig antall respondenter og undersøkelsesområder til å strekke analysene over tid og langs flere dimensjoner enn hva som her har vært mulig.

³ sammenheng som framstår som et årsak–virkning-forhold, men ikke er det. Ved en spuriøs sammenheng er det en bakenforliggende variabel er årsaken til sammenhengen.

Summary:

Community reactions to windmill noise – Lista Windmill Park 2015

TØI Report 1452/2015

Authors: Hanne Beate Sundfør and Ronny Klæboe
Oslo 2015, 60 pages Norwegian language

An environmental health impact assessment was undertaken around Lista windmill farm located near the coastal area at the very south of Norway. The socio-acoustic study was required by the local health authority to look into possible causes for local noise complaints. The survey results are influenced by the local conflict situation and a small sample size. Simple exposure effect-relationships, indicate that the local population reacts stronger to windmills and windmill noise than shown internationally. Pulsating swishing sounds and turbine engine hum are the main causes of annoyance. About 60 per cent of those who participated in the survey thought windmills degraded the landscape aesthetically. Exposure effect relationships for Lista suggest that windmill noise is perceived by local residents as 17-18 dBA worse than road traffic noise, and that wind mills should be located at least 1 km distant. Reactions from respondents who did not regard the windmills aesthetically displeasing or degrading the visual landscape and those more favourable towards wind mills as a renewable source of energy, are more in line with what has been shown internationally.

It is known from international studies that wind mill noise is perceived as more annoying than noise from road traffic. Norwegian land areas zoning restrictions are imposed on areas exposed to an evening and night time equivalent noise level of 45 dBA, 10 dBA stricter than for road traffic noise.

The wind farm at Lista at the South Coast of Norway has been established in accordance with these regulations, and is located in a sparsely populated area with few housing units and many part-time dwellings to minimize adverse noise impacts. After the wind farm was put into operation in 2012, the residents complained about noise and that they were surprised by how persistent and bothersome the noise turned out to be. The socio-acoustic study was required by the local health authority to look into possible causes for local complaints.

The population of Lista more annoyed than anticipated

Different noise sources, generate different levels of annoyance. To establish noise zones that give equal protection, an adjustment factor, bonus or malus, is added to the noise level so that zones along roads or railway lines, air ports, industry sites or windmills provide the same protection. For road traffic noise the proportion of the population that is highly annoyed at the zonal limit of 55 dBA is approximately 21 per cent (according to a 5-point scale).

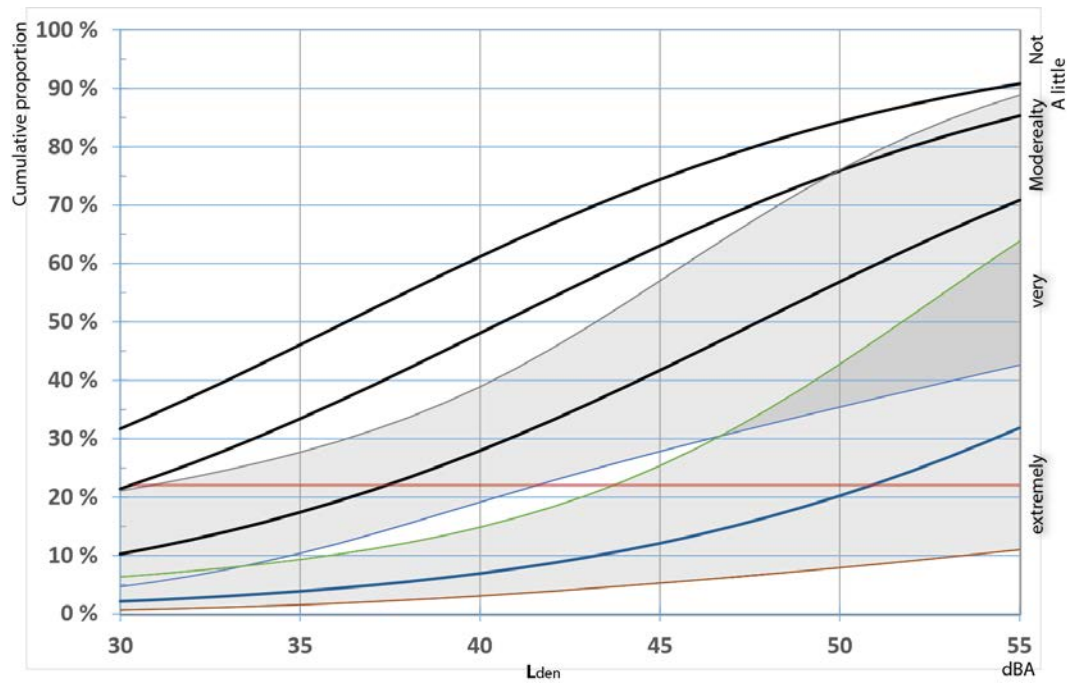


Figure S-1 Exposure-effect relationships for annoyance right outside the dwelling from windmill noise as a function of evening and night weighted equivalent noise levels (L_{den}). $N=87$. 95- per cent confidence bands for extremely and extremely +very annoyed are shown.

We find that the cumulative proportion of respondents who are predicted to be extremely or very annoyed crosses the 21 per cent norm at 37-38 dBA (figure S.1.)

Noise from will mills is thus considered 17-18 dBA worse than road traffic noise - if we take the results at face value and disregard the large impact on annoyance from non-acoustic factors.

We have also plotted the annoyance reactions as a function of distance (straight line taking vertical distance, but not intervening obstacles into account).

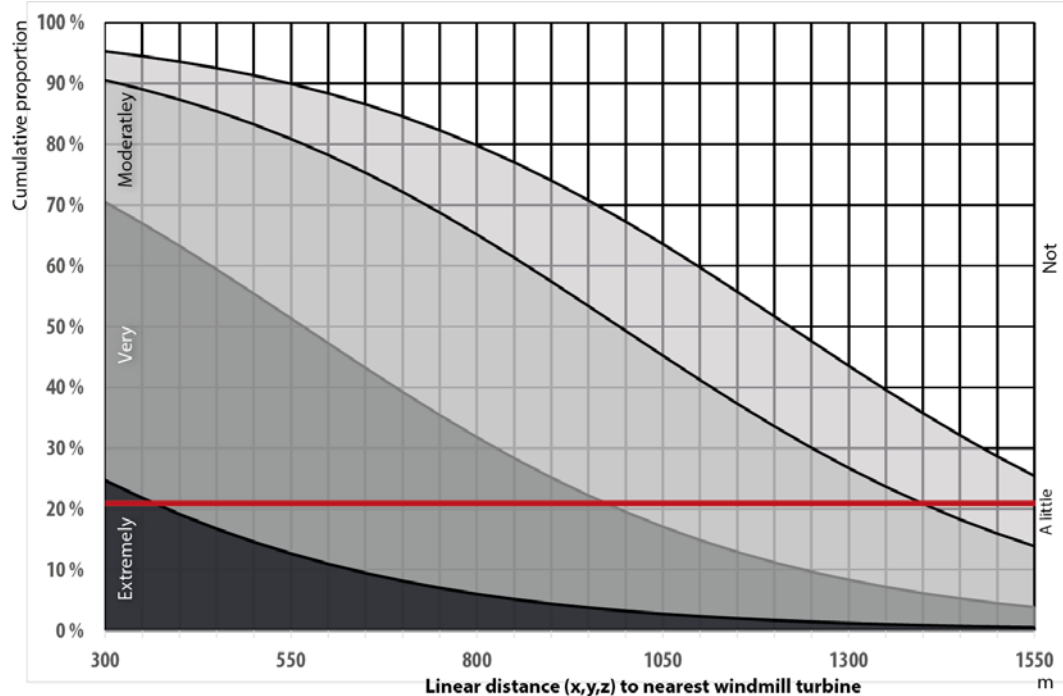


Figure S-2 Exposure-effect relationships for annoyance right outside the dwelling from windmill noise as a function of linear distance. $N=87$.

If we take the results at face value the zonal limit stretches out 1 km from each of the windmills (see figure S-2).

It would be wrong to regard noise annoyance as only a result of noise. We find that visual and aesthetic factors play a large role as well as attitudes, and where a significant proportion of the population are in opposition to reigning policies facilitating investments in wind mill parks (see figure S-3).

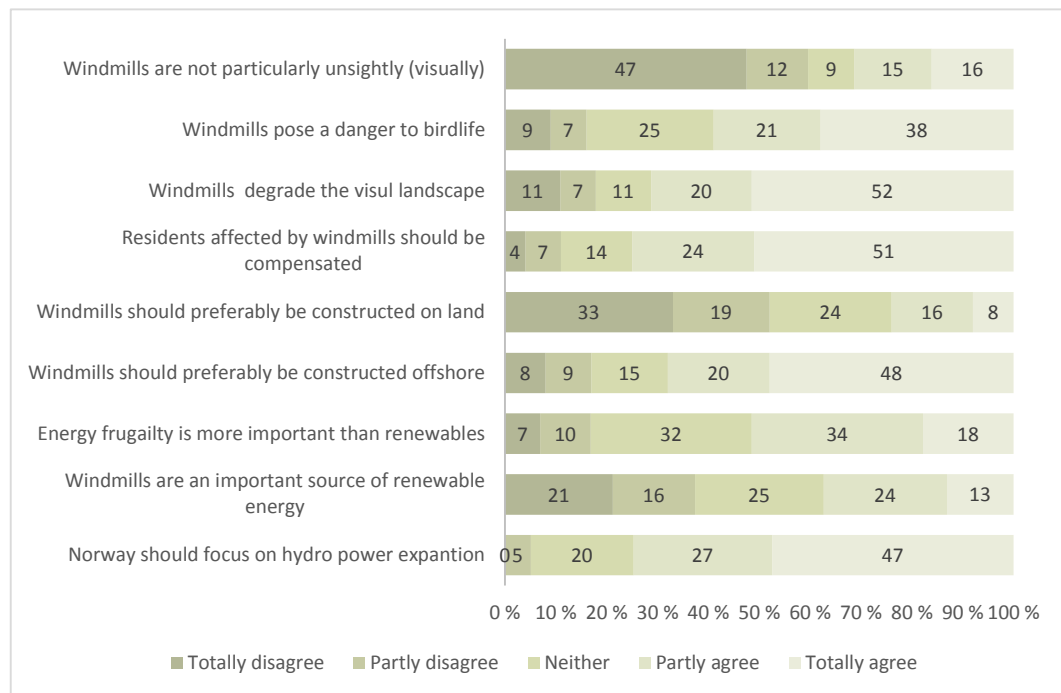


Figure S-3 Respondents who agree or disagree to a set of prepared opinion statements. $N=90$.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Vindmølleparker er en økende kilde til støyreaksjoner. En rekke internasjonale undersøkelser har vist at støy fra vindmøller oppleves som mer plagsomt ved et gitt lydnivå enn støy fra vegtrafikk samt tog- og flystøy. Støy fra vindmøller er en «ny» støykilde som ofte søkes lagt til spredtbygde områder. Til tross for at lydenergien fra møllene er beskjeden i forhold til det befolkningen utsettes for fra transportkilder i storbyområdene, vil en vindmøllepark innebære en betydelig endring i forhold til det vanlige lydnivået i mer landlige omgivelser.

Det vil imidlertid være feil å kun legge vekt på støyemisjonene, ettersom internasjonale undersøkelser viser at visuelle forhold, holdninger, og om en mottar økonomiske kompensasjon eller er medeier i vindmøllene, også har stor betydning for reaksjonene. Generelt har modifierende faktorer større betydning når støynivåene er lave, enn når de er svært høye.

Vindmølleparken på Lista består av 31 vindturbiner, og ble oppført i henhold til myndighetenes retningslinje for vindmøllestøy ([T-1442](#)) (Regjeringen 2012). Ordfører i Farsund kommune, og et flertall i kommunen støttet etableringen. Vindmøllene er plassert i et spredtbygd område med få boenheter og mange deltidsboliger. Området hvor vindmølleparken skulle anlegges ble av Fylkesmannens miljøavdeling oppfattet som verdifullt, på grensen til et landskapsvernområde, og Fylkesmannen reiste innsigelse mot etableringen. Innsigelsen ble ikke tatt til følge av Olje- og energidepartementet.

Etter at parken ble satt i drift i 2012 har beboerne klaget på støyforholdene og har til kommuneoverlegen anført at de ble overrasket over hvor vedvarende og plagsom støyen var. Lista Vindkraftverk AS er av Farsund kommune pålagt, i henhold til [folkehelselovens](#) § 11 (Folkehelseloven 2012), å gjennomføre en kartlegging av helsemessige konsekvenser som Lista vindkraftverk kan ha påført kraftverkets naboer.

I den forbindelse er Transportøkonomisk institutt hentet inn som uavhengig aktør med spesiell kompetanse til å forestå en slik kartlegging.

Fylkesmannen sier i sin uttalelse (Fylkesmannen i Vest-Agder 2015) at det er metodiske utfordringer knyttet til en slik undersøkelse og at dette må kommenteres og tas hensyn til i drøfting av resultatene.

Nasjonale myndigheter burde etter vår oppfatning gjøre egne undersøkelser med mulighet for å oppfylle normale krav til forskningsmetodikk, dekke flere utbyggingsområder, og registrere endring i trivsel og plager, støysensitivitet, og holdninger over tid. Det ville ikke minst redusert usikkerheten knyttet til i hvilken retning resultater skal tolkes. Det vil også gjøre det enklere å vite hva som er generelle og hva som er spesielle trekk ved reaksjons-mønstrene i de aktuelle vindmølleparkområdene. Enova oppgir at det i alt er etablert ca. 19 små og store

vindmølleprosjekter (Enova 2015; NVE 2015) slik at det er mulig å tenke seg en undersøkelse i flere områder.

1.2 Støyproblemer et vedvarende problem

En stor del av den norske befolkningen er utsatt for plagsom støy, og det har vært en nasjonal målsetting om at denne andelen skal reduseres. Samtidig har omfanget av støyproblemene økt. Dette skyldes ikke minst høyere aktivitetsnivå, nye støykilder,, økt trafikk, og en befolkningsøkning i områder nær støyende virksomheter og trafikkarer. På mange andre områder har det til dels vært en kraftig reduksjon av de helsemessige miljøbelastningene, men ikke mhp støy.

Før vi går inn på det aktuelle regelverket ved etablering av vindmøller, kan det nevnes at [grenseverdiforskriften](#) (Grenseverdiforskriften 2002) stiller krav om at ingen skal utsettes for svært høye støynivåer i boligen, og at infrastruktureier derigjennom pålegges å sette inn skjermingstiltak for å redusere de høyeste støynivåene. Støynivåene som grenseverdiene regulerer forekommer først og fremst der det går store trafikkstrømmer, eller der folk bor tett på svært støyende aktiviteter. Dette lovverket og myndighetenes egeninitierte tiltak for å redusere støyproblemene i eksisterende bebyggelse gir imidlertid et langt svakere vern enn plan og bygningsloven som kommer til anvendelsen når det bygges ny infrastruktur, inklusive vindmøller, eller det anlegges nye boliger i støyutsatte områder .

[Plan og bygningsloven](#) (Plan og bygningsloven 2008) med tilhørende forskrifter skal hindre at nye problemer oppstår. Det er oftest enklere og billigere å unngå problemer, enn det er i etterhånd å bøte på disse. Over tid vil en høyere miljøstandard bidra til å redusere totalomfanget av trivsel- og helseplager i befolkningen.

Settes kravene for strengt, kan det ha uønskede effekter i form av store arealbeslag, og at folk nektes å bosette seg eller etablere virksomheter i attraktive områder i randen av støysonene.

Se også veileder til retningslinjen for behandling av støy i arealplanlegging, [M-128](#) (Veileder retningslinje for støy 2012).

1.3 Områdetilpassede grenseverdier

Hvilke lydnivåer som oppleves som sjenerende, avhenger av hvilken type område man befinner seg i, og hvilken bruk av området som er ønskelig.

I storbyområder har det vært argumentert at områder med kun enkeltstående miljøulempen er mindre helseskadelige enn de som er utsatt for mange (Klaeboe et al. 2000). Dette er i samsvar med en vanlig oppfatning innenfor helsepsykologien at det er en ulempe å utsettes for flere typer påkjenninger på en gang. Hver enkelt påkjenning reduserer mestringsnivåen, slik at utsatte personer etter hvert får lite «å gå på».

Det motsatte har også vært hevdet, at en i rurale områder har en forventning om stillhet, og at en dermed ikke aksepterer like høye støynivåer som i byområdene. Det amerikanske EPA stiller krav til støy i rekreasjonsområder der det er en forventning

om at det skal være stille. Det Europeiske støydirektivet (END 2002), som Norge er bundet av, legger vekt på å beskytte «stille» områder.

Myndighetene kan velge å beskytte områder som har klare funksjoner i å gi folk et pusterom i en travel hverdag, områder der det går an å trekke seg tilbake, og områder som egner seg for deler av befolkningen som ønsker eller har behov for et lavere støynivå enn andre. Lydkvaliteten i et område kan også være viktig for kulturelle opplevelser – skulpturparker, spesielle bygninger, museer, gallerier mv. Dette er først og fremst aktuelt i bebygde områder, men kan også gjelde minnesmerker, utkikkspunkter, helleristninger etc.

Listaområdet ble forsøkt beskyttet av kommune og fylkeskommune for å ivareta hensyn til naturområder og dyreliv, og utbyggingen kom først i gang etter langvarige konflikter (Regjeringen 2009). Olje- og energidepartementet fattet avgjørelse mot lokale interessenter og innsigelse fra fylkesmannen.

1.4 Krav ved etablering av vindmøller

Formålet med retningslinjen for behandling av støy i arealplanleggingen [T-1442](#) (Regjeringen 2012) er å forebygge støyplager og ivareta stille og lite støypåvirkede natur- og friluftsområder gjennom å:

- anbefale etablering av støysoner som skal sikre at støyutsatte områder rundt eksisterende støykilder synliggjøres
- gi anbefalinger om hvor bebyggelse med støyfølsom bruksformål ikke bør etableres, og hvor etablering bare kan skje med særlige avbøtende tiltak
- gi anbefalinger for støygrenser ved etablering av nye støykilder, slik at disse lokaliseres og utformes med tanke på å hindre nye støyplager.

I hht gjeldende retningslinjer ([T-1442](#) side 9) (Veileder retningslinje for støy 2012) skal kvelds og nattevektet ekvivalent støynivå (L_{den}) fra vindturbin ligge under 45 dB.

Støyretningslinjene tar dermed hensyn til at lyden fra vindmøller kan oppfattes som mer plagsom enn vegtrafikkstøy ved at kravene til utendørs støynivå har en skjerping på 10 dBA i forhold til det som gjelder for vegtrafikkstøy (55 dBA).

Tillegget er 4 dBA strengere enn straffetillegget som legges på flystøy, men ca. 2 dBA lavere enn det som ofte ilegges skytestøy hvor en antar en malus¹ på 12 dBA.

En generell problemstilling er om de fastsatte grensene gir et tilstrekkelig vern mot at en større andel av befolkningen plages enn forventet.

1.5 Undersøkelser av vindmøllestøy

Det er ønskelig å gjennomføre undersøkelser av vindmøllestøy fra flere vindmølleparker. Det vil gi bedre grunnlag for å skille den generelle effekten av vindmøllestøy og kontekstuelle faktorer knyttet til hver enkelt vindmøllepark. Flere respondenter vil redusere usikkerheten og gjøre undersøkelsen mindre sårbar for spesielle omstendigheter eller spesielle synspunkter i den ene eller annen retning. Når utvalget er lite, skal det ikke så mye til for å vippe svarene den ene eller andre veien.

¹ Negativ bonus

Det er derfor en ulempe at nasjonale myndigheter, når de ønsker å fremme nye energivennlige løsninger, ikke samtidig legger opp en plan for hvordan de skal dokumentere støyplagene denne medfører.

Undersøkelsen har kommet i stand etter en underskriftsaksjon fra beboere, og et påfølgende pålegg fra kommuneoverlegen om en helseundersøkelse.

På generelt grunnlag er det ønskelig å unngå undersøkelser i forbindelse med store endringer i støybelastningen. Det er kjent fra litteraturen (Brown & van Kamp 2009) at en kan få overreaksjoner i endringssituasjoner. En forventer normalt at plageomfanget reduseres etter at det har skjedd en tilpasning til den endrete situasjonen. En vedvarende konfliktsituasjon vil forsinke en slik tilpasning².

Samtidig er utfordringene typiske for situasjoner der aktiviteter som medfører endrete miljøbelastninger søkes lagt til områder som er tynt befolket (Fyhri 2000; Klæboe & Fyhri 1996).

Gjennomføring av undersøkelser på et svært lite utvalg respondenter i et spesifikt begrenset område med pågående konflikt er metodisk utfordrende. Det er vanlig å gjennomføre en før- og etterundersøkelse i situasjoner der en ønsker å spore effekter av endringer i miljøbelastning. Når undersøkelsen gjøres kun i ettertid, utgjør dette en betydelig metodisk svakhet.

Spesielt med hensyn på helseundersøker som har fokus på alvorligere helseplager, er det vanlig å ta utgangspunkt i kohortstudier der en undersøker flere titusen personer over lang tid. Kohortstudiene er analyser av tidsserier – gjentatt målinger eller undersøkelser av helsetilstand, for å se om endringer i helsetilstanden skyldes miljøpåvirkninger. Selv da er det metodisk utfordrende å trekke klare konklusjoner. En regner ofte at det er langvarig kronisk belastning som over tid gir effektene. Belastning fra vindmøllestøy på Lista har vart så vidt kort tid (satt i drift fra 2012) at det ikke, selv med et egnet opplegg for dette, ville være naturlig å etterspore helseeffekter. Det er uansett vanskelig, noen vil si umulig, å påvise slike effekter med basis i en tverrsnittsundersøkelser gjennomført ved et spesifikt tidspunkt.

Mens det er påvist klare årsakssammenhenger mellom støypåvirkning og plage, søvnforstyrrelser og andre trivselsreaksjoner, er dette ikke like enkelt mhp mer snevert definerte helseutfall.

Undersøkelsen av befolkningsreaksjoner på vindmøllestøy på Lista kan følgelig ikke si noe om sammenhenger mellom vindmøllestøy og snevert definerte helsesyntomer. Det den kan rapportere er helsetilstanden til den berørte befolkning, samt gjengi sammenhenger for plager og søvnforstyrrelser.

Som vedlegg følger informasjonsskrivet og spørreskjemaet som ble brukt i undersøkelsen.

1.6 Internasjonale undersøkelser av vindmøllestøy

Personer som har direkte nytte av en støyende aktivitet (mhp flystøy: piloter, flyreisende) kan være mindre plaget enn de som aldri har noen nytte av aktiviteten. Mange har behov for bil, og biltrafikk har vært sett som nødvendig og

² Rundt Heathrow, Schiphol og andre storflyplasser kan en argumentere med at utbyggingen aldri tar slutt så lenge passasjer- og flygodstrafikken er økende, og at endringstilstanden er permanent.

ønskelig. Det er med på å dempe reaksjonene på trafikale kilder. Når det gjelder støy som oppfattes som unødvendig, eller støy som kommer som et resultat av at myndighetene ikke gjør jobben sin, så er reaksjonene sterkere. Vi stiller derfor spørsmål om holdninger til vindkraft.

En angir ofte betydningen av slike faktorer i form av dBA-ekvivalenter – hvor mye må støyen øke eller minke for at en person som er robust med hensyn på den modifierende egenskapen skal reagere like sterkt. En finner ofte at støysensitive reagerer ca 10 dBA sterkere enn andre jfr (Klæboe 2011), eller med andre ord at støyen må øke med 10 dBA før en robust person som ikke er sensitiv reagerer like sterkt. (Det er en forenkling å tenke seg at en bonus eller malus er et fast tall uavhengig av støynivå og andre modifierende faktor, men å regne effekten om til desibel-ekvivalenter gir bedre grep om hvor betydelige ulike modifierende effekter er.)

I undersøkelser av støy og vibrasjoner har man funnet at det er en like stor andel av befolkningen som angir at de er sensitive ved de ulike støynivåene, og en finner normalt ikke større andel av støysensitive ved høye støynivåer. En forklaring kan være at folk sammenligner sine reaksjoner med andre som har samme eksponering slik at vurderingen som ligger til grunn hele tiden er relativ. I teorien kan en tenke seg at en over tid kan bli mer sensitiv til en miljøulempe. En studie av vindmøllestøy rapporterer noen flere støysensitive der man ser vindmøllene (Arezes et al. 2014).

Å bo i et ruralt miljø, til sammenligning med et sub-urbant miljø, øker risikoen for å oppfatte lyd og være plaget av nærliggende vindturbiner (Pedersen & Waye 2007). Dette kan delvis forklares med at det er ulik grad av bakgrunnsstøy i rurale og urbane steder. Folk tenderer til å velge miljø som harmoniserer med deres selvforståelse og behov, og som tilbyr en form for kontinuitet (Manzo 2003). Ved introduksjon av en ny stressor kan denne forstyrrelsen mellom individet og ens forventninger til bomiljøet være predisponerende for en økt risiko for plage (Tognoli 1987).

Holdningene til vindmøllene kan ha betydning for opplevd plage. Oppfattes vindmøller som fremmedelementer, eller som et ønskelig bidrag til ren energi? (jfr. Arezes et al. 2014).

Holdninger til vindmøller har vist å være forskjellige i ulike lokalområder, og avhenger tilsynelatende mye av hvordan man har håndtert det hele i forbindelse med planlegging og lydhørhet ovenfor naboer som berøres av vindmøllene (Petrova 2016).

Pedersen (2007; 2008) viser at en kombinasjon av akustisk (hørbar) og visuell eksponering fra samme kilde fører til en mer negativ vurdering. Vindmøllene kan gi skyggekast (skygger som beveger over landskapet i takt med rotorbladenes bevegelser) og som oppfattes som visuelt sjenerende (Pedersen & Persson Waye 2004).

Dette speiler erfaringene med positive estetiske faktorer. Støytiltak med estetiske kvaliteter er høyere verdsatt enn de som ikke har det (Veisten et al., 2012). Positivt visuelt miljø bedrer lydopplevelsen (Lee et al. 2013; Nilsson et al. 2014). Støyplagen reduseres når omgivelsene er mer 'behagelige' (Viollon et al. 2002).

Internasjonale sammenfatninger av sammenhenger mellom støy fra vindmøller og helse (utenom støyplager og andre trivselseffekter) konkluderer med at det ikke er påvist noen slik sammenheng (se eksempelvis Knopper & Ollson 2011). Det er dermed ikke sagt at det ikke foreligger noen mulig sammenheng, men at noen slik sammenheng til nå ikke er påvist.

2 Opplegg og metode

2.1 Utvalg

Undersøkelsen er en sosioakustisk studie der en ser svarene en får fra en spørreundersøkelse i forhold til egenskaper ved omgivelsene. Beregnede støynivå og avstand til nærmeste vindturbin er uavhengige variabler.

Undersøkelsespopulasjonen består av alle beboere over 18 år med bosted (helårs- eller delårsbolig) nærmere enn 2 km fra én eller flere vindturbiner tilhørende Lista Vindkraftverk AS. Utvalget av personer er i samsvar med pålegg fra Fylkesmannen i Aust- Agder (Fylkesmannen i Vest-Agder 2015).

Basert på opplysninger i [GAB-registeret](#) (oversikt over alle eiendommer i Norge) ble alle eiendommer i det aktuelle området identifisert. Oversikten over eiendomsnummer (220 stykker) ble så koblet med adresse og navn fra Farsund kommune sin eierliste for eiendommer, slik at man stod igjen med en fullstendig liste av alle navn med tilhørende adresser i studieområdet.

Adresselisten fra Farsund kommune inneholdt totalt 172 eiendommer. For 69 av eiendommene var det oppført to eller flere eiere. Alle oppførte eiere (240 stykker) ble tilskrevet. Det var mulig å svare på undersøkelsen elektronisk (web-skjema) eller per post. Det var også mulig for flere i samme husstand (som ikke stod oppført som eier i registeret) å svare på undersøkelsen. Datainnsamlingen ble gjennomført i september-oktober (uke 39 – 44). I informasjonsskrivet (vedlegg 1) ble det informert om at vi med undersøkelsen ønsket å få mer kunnskap om forhold i bo- og nærmiljøet som kan påvirke folks trivsel og helse.

Deltakelse var frivillig, basert på informert samtykke og undersøkelsen ble på vanlig vis meldt til Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD). Informasjonsskrivet anga at spørsmålene gjaldt boligen på Lista (uavhengig om det var en fritids- eller helårsbolig).

2.2 Frafall

240 personer i det utvalgte området ble kontaktet. Av disse var det 56 (23 prosent) som svarte per post, og ytterligere 34 (15 prosent) som svarte per internett. Svarprosenten er dermed 38 prosent, hvilket var som forventet for denne type undersøkelse. Frafall er først og fremst et problem når gruppen som svarer er annerledes sammensatt enn gruppen som ikke svarer. Spesielt i en situasjon med konflikter er det en fare for at de som oppfatter seg sterkest berørt også er mest engasjerte og mest aktive i å besvare skjemaer. Det framgår av figur 3-1 at utvalget er skjevt, med lavere svarprosent lengst vekk, og dermed høyere svarprosent nærmere vindmøllene.

I motsetning til gallupundersøkelser der en spør en svært liten del av befolkningen som undersøkelsen angår, er det her en ikke ubetydelig andel av målpopulasjonen

som har svart (ca. 38%). Usikkerheten blir dermed noe mindre enn i en ren gallup-undersøkelse jfr. vedlegg 3. Med et så vidt lite antall respondenter, er usikkerheten likevel betydelig.

Det ble i denne undersøkelsen lagt ned inn ekstra innsats for å få tak i nok respondenter. En purrerunde ble gjennomført i uke 42, hvilket resulterte i at svarprosenten økte fra 27 til 38 prosent.

Enkelte tilbakemeldinger kom fra folk som ikke opplevde vindmøllene som plagsomme og derfor ikke så noen grunn til å svare. Disse ble sterkt oppfordret til likevel å svare, da vi ønsket at alle som var i undersøkelsespopulasjonen svarte, og ikke bare de som var plaget.

At vindmølleparken ikke ble kommentert i informasjonsskrivet (se avsnitt 2.6) kan i teorien ha ført til at folk med fast bosted på Lista (utenfor den gitte radiusen av 2 km), og som samtidig eier fritidsbolig som er med i utvalget har svart for boligen utenfor området. Vi tror at de som opplever seg plaget av vindmøllestøy ville velge å svare med utgangspunkt i boligen nærmest vindmøllene og har derfor latt svarene stå.

I det endelige utvalget som svarte var det 8 av respondentene som stod oppført som eier av flere eiendommer. Disse ble kontrollert for å finne i hvilken grad støy- og avstandsberegningene for boligene samsvarte (lå samme sted). Der det forelå tvil om hvilken bolig som var grunnlag for svarene ble disse kontaktet per telefon. I de tilfeller der det ikke var mulig å avgjøre ble respondenten fjernet fra datagrunnlaget for virkningskurvene.

2.3 Variasjon i eksponering

I miljøundersøkelser er det ønskelig å ha god variasjon i eksponeringen. Virkningskurvene, estimerte eksponering-effektsammenhenger, er avhengig av at en får svar fra folk som har ulik belastning. Dette ble oppnådd for det aktuelle eksponeringsnivået fra vindmølleparken på Lista.

Alle som var registrert innenfor en radius av 2 km til nærmeste vindmølle er inkludert. De som bor lengst vekk fra vindmøllene utgjør i praksis en kontrollgruppe.

2.4 Sammenligning med tidligere undersøkelser

I noen av tabellene i kapittel 3 sammenligner vi resultatene fra undersøkelsen med resultater fra tidligere miljøundersøkelser som TØI har gjennomført. Disse resultatene er til en viss grad sammenlignbare, men det må tas forbehold om at måten utvalgene er foretatt kan påvirke resultatene. Undersøkelser av vegomlegginger, endringer i flytrafikk, etableringer av ny virksomhet gjøres ofte i delområder som fungerer som respektive eksperiment- og kontrollområder. Innenfor hvert delområde vil en ofte trekke ut tilfeldig utvalg, - men gjennomsnittstall der det ikke kontrolleres for belastning vil kunne gi et skjevt bilde.

2.5 Spørreskjema

Spørreskjema er utformet etter samme mal som de som er benyttet i tidligere bomiljøundersøkelser. Dette er spørreskjema en har hatt gode erfaringer med og som har vært benyttet i en rekke undersøkelser. Vi har der hatt nytte av tidligere arbeider (Amundsen et al. 2011; Amundsen et al. 2013; Hjorthol et al. 1990; Kolbenstvedt & Fyhri 2004). Utbyggingen av vindmøller er kommet lengre i Danmark, og vi har fått god bistand fra Delta Akustik i utarbeidelsen av spørreskjemaet.

Spørreskjemaet omfattet i alt 46 hovedspørsmål – se vedlegg 1. I tillegg til bakgrunnsdata om intervjupersonen og boligen, hadde skjemaet følgende hovedgrupper av spørsmål:

- Hva en liker/ ikke liker i området
- Subjektivt rapporterte helseproblemer
- Sensitivitet for støy
- Plager og ulemper av støy fra vegtrafikk, vindmøller, naboer, landbruk og skogdrift
- Spesifikke spørsmål om plager fra vindmøller (støy, skyggekast)
- Holdninger til fornybare energikilder
- Kompensasjon/eierandel vindmøller³

2.6 Undersøkelsesopplegg

Det framgår at undersøkelsen er framstilt som en bomiljøundersøkelse, og ikke en undersøkelse som angår vindmøllestøy spesielt, selv om dette er primærformålet.

Dette er ikke gjort for å «kamufilere» hensikten. Det er vel kjent i lokalbefolkningen at det er en pågående konflikt, og at det skal gjennomføres undersøkelser av helse og trivselsproblemer i kommunen. Mange vil ha lest igjennom introduksjonsbrev og spørreskjema før de satte i gang med å svare. Formålet med introduksjonen er å bidra til å gi en ramme for undersøkelsen hvor støy fra vindmøller vurderes relativt i forhold til andre miljøulemper den enkelte er utsatt for, og at rammen er med på å styre svarene. En slik ramme fungerer imidlertid best når det er flere miljøulemper å ta stilling til. Når det er kun ett dominerende problem kan det ikke forhindre at det blir en viss fokuseringseffekt.

2.7 Selvrapportert helse

For de subjektivt rapporterte helseplagene ble det tatt utgangspunkt i SHC (*Subjective Health Complaints Inventory*), et standardisert instrument som måler hele spekteret av subjektive helseplager. SCH er tidligere brukt i en rekke studier der man ønsker en rask kartlegging av subjektive helseplager, og er benyttet i normalbefolkning i Norge og i de andre nordiske land (Eriksen et al. 1999; Ihlebaek et al. 2007)

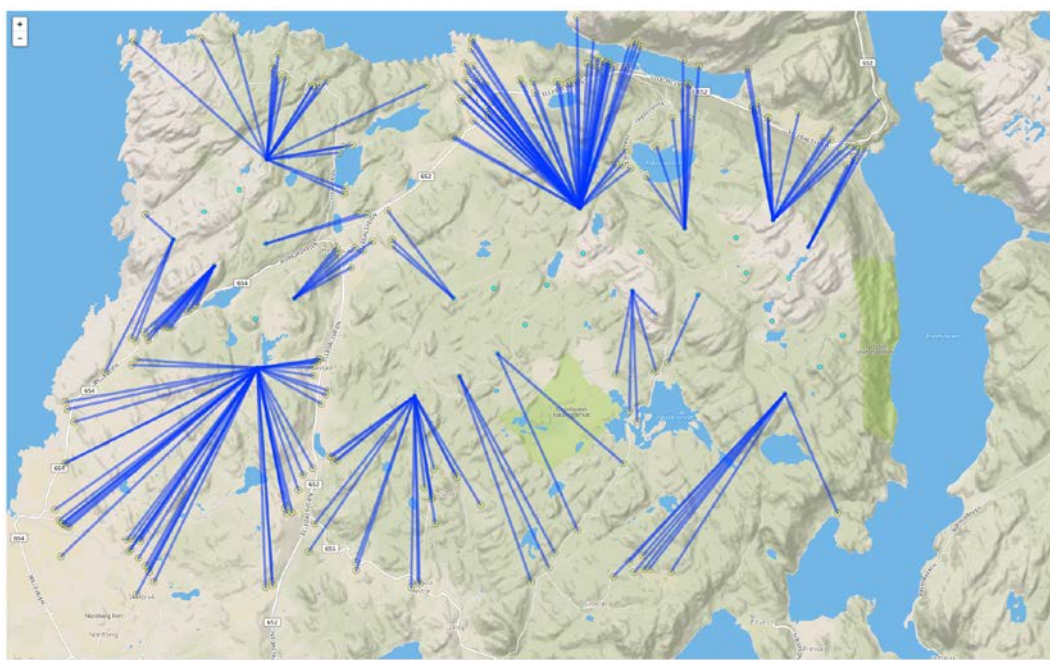
³ I web-skjemaet var det mulig å krysse av for «Ja, utbygging har gitt tilgang til nye beite- og skogsområder». Dette alternativet var ikke kommet med i papirskjemaet. Av de 35 som svarte på web-skjemaet var det et fåtall som krysset av for dette alternativet.

2.8 Avstandsberegninger

Vi har gjort enkle avstandsberegninger for å finne avstanden til nærmeste vindturbin. Den horisontale avstanden mellom turbinene og den enkelte boligen er beregnet med en forenklet formel –jfr (Wikipedia 2015). Koordinatene ble transformert fra lokale koordinater på UTM⁴32 format til WGS84 ved hjelp av et konverteringsprogram (Proj4js 2015).

Vi har i tillegg lagt inn en korreksjon for høydeforskjellen mellom bolig- og mastlokasjon⁵. I enkelte tilfeller ga dette en liten økning, men gjennomgående hadde dette liten betydning for avstandsvurderingen. Når vi beregner matematisk rettlinjert avstand, tas det ikke hensyn til om det er hindringer i veien.

Beregningene er illustrert på kartet over Lista hvor avstand til nærmeste turbin er tegnet inn. Nøyaktigheten skulle være tilfredsstillende for våre analyseformål.



Figur 2-1 Avstandslinjer fra nærmeste Turbin til alle boliger innenfor 2 km fra nærmeste turbin. Befolkningsreaksjoner på vindmøllestøy – Lista 2015.

Her har vi latt avstandslinjene gå helt ut til boliger 2 km fra nærmest vindmølle. Det omfatter også det som må oppfattes som kontrollområder.

2.9 Støyberegninger

For sammenhenger mellom folks reaksjoner og støyeksponeringen, har vi lagt beregnede støyverdier fra konsesjonsbehandlingen til grunn. Det er vanlig i miljøundersøkelser å benytte beregnede heller enn målte verdier. Generelt oppfattes

⁴ [Universal Transverse Mercator](#)

⁵ Enkel bruk av Pythagoras setning for å finne lengden på skrålinjen

beregninger av akustikere som mer tilforlatelige (til å stole på) ⁶ enn målinger. Dette bryter med gjengs oppfatning blant legfolk om at målinger generelt er mer presise enn beregningene.

Sweco A/S gjennomførte i 2013 kontrollmålinger av støy fra vindmøller ved Lista Vindkraftverk (Nord & Szilvay 2014). Sweco er et anerkjent konsulentselskap, og målingene er kvalitetssikret av en av Norges mest erfarne akustikere mhp. miljøbelastninger. For noen få boliger kunne måleresultatene tilsi en mulig justering opp eller ned på 1 dBA. Dette er innenfor den usikkerheten en normalt regner med, og er en så vidt ubetydelig forskjell at vi for vårt formål velger å legge de beregnede verdier til grunn for alle respondentene. Det gir den mest enhetlige behandlingen av eksponeringsdataene.

Utbredelsen av støy over lang avstand er avhengig av meteorologiske forhold og er vanskelig å beregne korrekt. Med stor innsats kan en ytterligere forbedre støyberegningene som ligger til grunn for virkningskurvene. Sett i forhold til den store betydningen generelle holdninger til vindmøller og energipolitiske spørsmål har (jfr. Kapittel 4) kan det stilles spørsmål hvor mye slike finjusteringer kan bety for bedømmelse av situasjonen på Lista. I Sverige settes i gang rimelig godt finansierte forskningsprosjekt som tar for seg beregninger av støyutbredelse over ulikt landskap med varierende meteorologi.

2.10 Statistiske analyser

Enkle tabeller i kapittel 3 gir beskrivelse av helse og trivsel for respondentene i undersøkelsen. Vi ser andelene som har valgt ulike alternativ og hvordan disse fordeler seg i forhold til plassering, og beregnet støybelastning.

Viktige modifierende faktorer er støysensitivitet, visuelle faktorer, økonomisk kompensasjon og holdninger til vindmøller og fornybare energikilder.

Vi bruker virkningskurver for å beskrive sammenhenger mellom støynivå og befolkningsreaksjoner. Virkningskurvene jfr. Vedlegg 4 framkommer ved å estimere en enkel proporsjonal logit-modell (McKelvey & Zavoina 1975; Winship & Mare 1984).

En svakhet er at disse som nevnt bygger på svar fra kun et undersøkelsesområde og under ugunstige betingelser for en slik undersøkelse med kun 90 respondenter.

Dette er ikke til hinder for å se svarene fra Lista i forhold til det en ville forvente fra utenlandske eksponering-effekt sammenhenger. Vi har i første omgang valgt å se resultatene i forhold til sammenhengene beskrevet i en sammenstilling av nederlandske og svenske undersøkelser (Janssen et al. 2011).

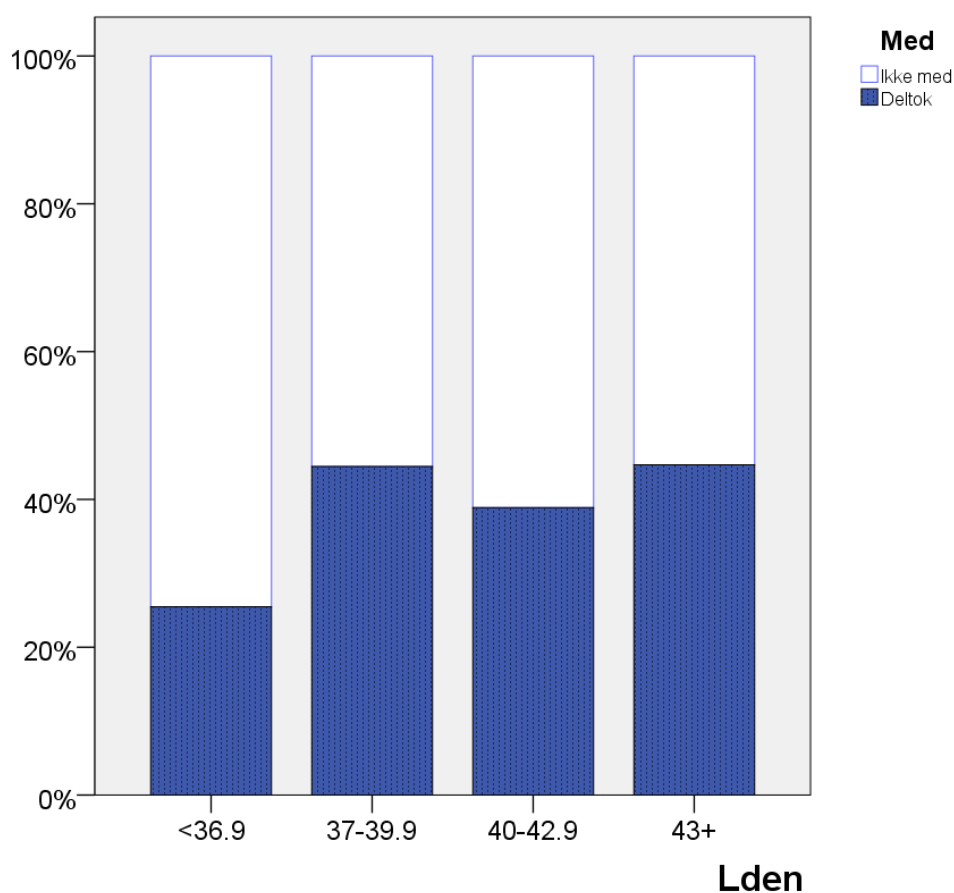
Analysene er utført ved hjelp av verktøypakken SPSS.

⁶ Bak beregningsmetodikken ligger ofte langt mer omfattende og kvalitetssikrede måleserier, enn de som er mulig å anvende i enkelttilfelle. Spesielt målinger av lave støynivåer er vanskelige å få gjennomført på en god måte.

3 Lokale reaksjoner på vindmøller

3.1 Befolkning og utvalg

Figur 3-1 viser hvor stor andel av de som svarte og ikke svarte som kom fra de mest støyutsatte områdene.



Figur 3-1 Totalutvalget for bomiljøundersøkelsen. Andel av de som ble spurt som svarte etter ekvivalent kvelds- og nattevektet støynivå L_{den} i i fire støyintervaller (dBA). $N=223$.

Frafallet er størst i gruppen som er utsatt for de laveste støynivåer, mens det er en overvekt av respondenter utsatt for høyere støynivåer. Vi vil derfor registrere noe høyere plagegrader enn det vi hadde gjort med et frafall som var omtrent like stort innenfor hvert av støyintervallene. og vi kan få noe kraftigere reaksjoner enn om utvalget hadde vært likere fordelt. For virkningskurver etter støynivå og avstand, vil vi automatisk korregerer for eksponeringsdelen av skjevfordelingen, men ikke for at de som er plaget kan ha noe større vilje til å besvare skjemaet enn andre som er utsatt for samme støynivå.

Tabell 3-1 gir en oversikt over noen bakgrunnsvariabler, og er inndelt etter kvelds og natteveid støynivå L_{den} i dBA.

Tabell 3-1 Oversikt over relevante bakgrunnsvariabler inndelt etter L_{den} og for hele utvalget. Prosentandel.

	<37 dBA	37 - 39.9 dBA	40 - 42.9 dBA	>43.0 dBA	Alle
Delårsbolig	65	59	63	57	61
Andel under 45 år	19	18	19	19	18
Kvinne	40	57	62	45	50
Ikke hørselsproblem	80	68	81	81	78
Hjemme på dagtid (hverdager)	57	62	56	70	61
Høgskole/universitet	53	67	31	55	52
Klaget på vindmøllene	27	19	63	60	38
Kompensasjon/eierandel	23	19	6	30	21
Alder [gjennomsnitt]	58,2	57,7	56,3	58,6	57,8
Antall (N)	30	22	16	21	90

I utvalget er det kun 39 prosent som oppgir å eie en helårsbolig. Det er en fordel for personer som opplever vindmøllestøyen som plagsom ettersom de i store deler av året ikke bor like tett på vindmøllene. En forholdsvis høy andel angir at de er hjemme på dagtid, når plagene er sterkest. Blant de som bor i de øverste to støyintervallene er det over 60 prosent som har klaget på vindmøllene. Det var ikke noen signifikant forskjell i reaksjonene mellom de som hadde helårs- og de som hadde delårsbolig.

3.2 Bomiljø og plager

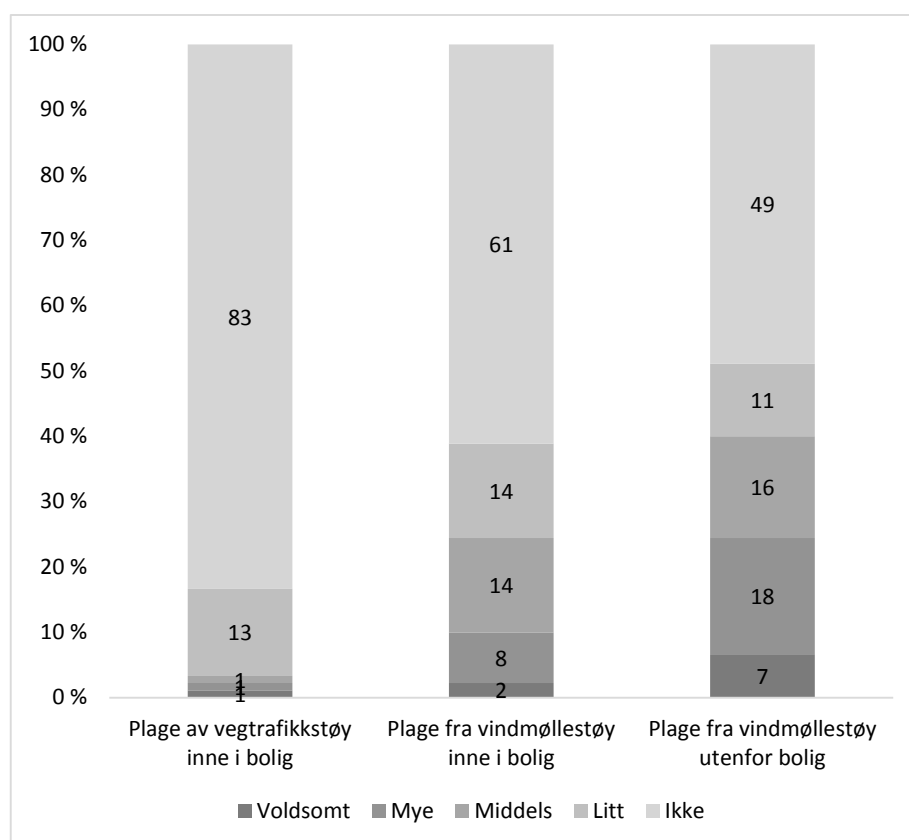
For å se støyplagene fra vindmøllene i forhold til andre støykilder ble respondentene bedt om å angi hvor plaget de var av hhv. vegtrafikk, nabostøy, landbruk og vindmøller. Tabell 3-2 viser fordelingen av ulike støykilder i bomiljø.

Tabell 3-2 Ulike støykilder i bomiljø etter andel som rapporterer ulike plagegrad. Befolkningsreaksjoner på vindmøllestøy – Lista 2015. N=90. Prosent.

	Ikke plaget	Litt plaget	Middels plaget	Mye plaget	Voldsomt plaget
Vegtrafikkstøy inne i bolig	83	13	1	1	1
Nabostøy inne i bolig	90	6	1	1	2
Vindmøllestøy inne i bolig	61	14	14	8	2
Vindmøllestøy utenfor bolig	49	11	16	18	7
Støy fra landbruk/skogdrift	82	13	2	1	1
Støy fra vegtrafikk kveld	93	4	1	1	-
Støy fra naboer/forbipasserende kveld	94	2	2	1	-
Støy fra vindmøller kveld	58	10	14	17	1

I motsetning til andre områder i landet hvor vegtrafikkstøy er den vesentlige bidragsyteren til opplevd plage, er det på Lista vindmøllene som står for den æren.

Vi har satt opp dette i et stolpediagram for lettere å sammenligne fordelingene, se Figur 3-2.



Figur 3-2 Fordeling av plage fra vindmøllestøy og vegtrafikk. Prosent. N=90.

På spørsmål om i hvilken grad de har vært plaget av støy fra vegtrafikken de siste 12 månedene når de oppholder seg inne i egen bolig svarer 83 prosent at de ikke har vært plaget av vegtrafikkstøy inne i bolig, og 2 prosent oppgir å være mye/voldsomt plaget.

Det er flere som er plaget av støy fra vindmøllene når de er utenfor boligen (25 prosent) enn når de er inne (10 prosent).

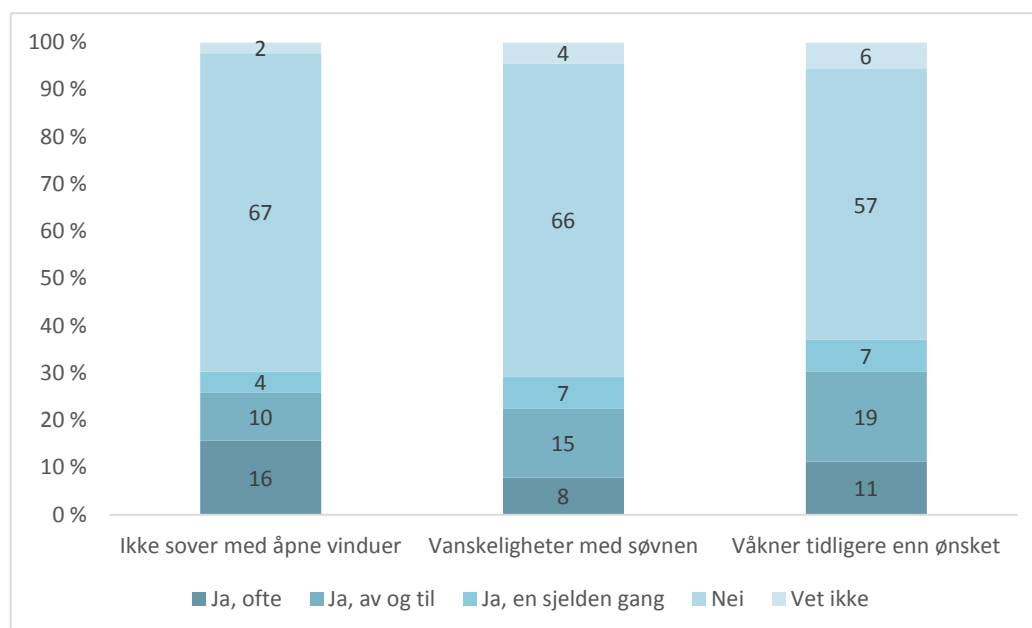
Sammenligner vi dette med hva vi finner i bomiljøundersøkelser som har undersøkt plagegrad ved vegtrafikkstøy som ligger i hovedsak under <55dB (klassifisert som lite støy) ser vi at andelen som oppgir å være meget plaget (Plagekategoriene er litt forskjellige) av vegtrafikkstøy (inne i bolig) her ligger på 7 prosent (Fyhri 2001). Således er andelen som oppgir å være mye/voldsomt plaget av vindmøllestøy (<45 dB) når de er inne (10 prosent) noe over hva vi finner for vegtrafikkstøy (7 prosent) der støynivået er 10 dB høyere.

Tabell 3-3 viser fordelingen av daglige ulemper som følge av støy (generelt) i/og utenfor boligen.

Tabell 3-3 Fordeling daglige ulemper som følge av støy/i utenfor bolig, hele utvalget.. Prosent.

	Ja, ofte	Ja, av og til	Ja, en sjelden gang	Nei	Vet ikke
Åpner vinduene mindre enn du ellers ville gjort	10	17	4	63	6
Sover ikke med åpne vinduer	16	10	4	67	2
Vanskeligheter med søvnen	8	15	7	66	4
Våkner tidligere enn ønsket	11	19	7	57	6
Forstyrres når du skal hvile	8	25	11	55	1
Forstyrres når du snakker i telefon, ser/hører på TV/radio	3	9	6	81	1
Bruker utearealene ved boligen mindre enn ønsket	16	12	7	61	4
Forstyrres i samtaler utendørs	6	13	4	73	3
Vanskeligheter med konsentrasjonen	4	12	8	71	4
Antall	89	89	89	89	89

Figur 3-3 viser støyplagenes påvirkning på atferd relatert til søvn.



Figur 3-3 Støyplager i/utenfor bolig påvirkning på søvnrelatert atferd. . N=89. Kumulative prosentandeler.

I alt 30 prosent av respondentene oppgir at de sover med lukket vindu pga støynivået. I underkant 10 prosent av respondentene oppgir at de har problemer å sovne på grunn av støynivået utendørs.

3.3 Helsetilstand

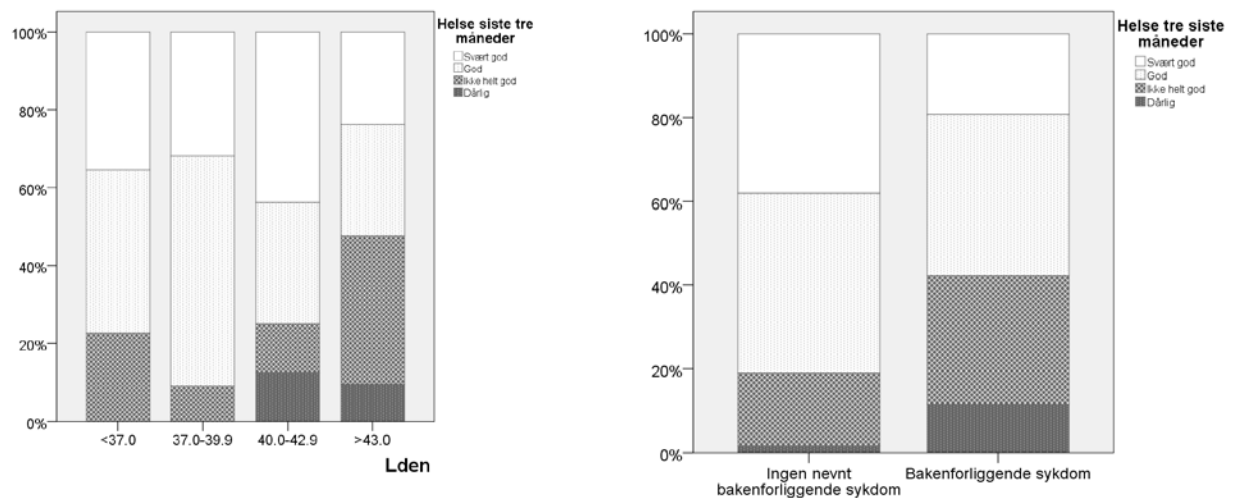
Sammenhenger mellom støy og helse er komplisert. Utenom for trivsel er det vanskelig å finne enkle sammenhenger mellom støynivå og ulike mål på helseplager. Hovedformålet med denne kartleggingen er derfor å gi en oversikt over forekomsten av ulike selvrapporterte helseplager i befolkningen og sammenligne disse med hva man finner i andre utvalg.

Tabell 3-4 Selvrapporterte helseproblemer, generelle mål. Antall og prosent N=90 (prosent)

	N	(%)
Svært god/ eller god helse	68	(74,7)
Antatte helseproblemer som skyldes støy	8	(8,9)
Litt/ svært engstelig pga. mulige helseskader fra vindmøllestøy	24	(26,4)

Andelen som svarer at de har god eller svært god helse ligger rundt 75 prosent. Som referanse kan nevnes SSBs levekårsundersøkelse fra 2012, med et utvalg som skal representere et landsgjennomsnitt (SSB 2012). Her oppgir 76 prosent at de har meget god eller god helse. Således viker ikke vårt utvalg fra hva man finner for landsgjennomsnittet.

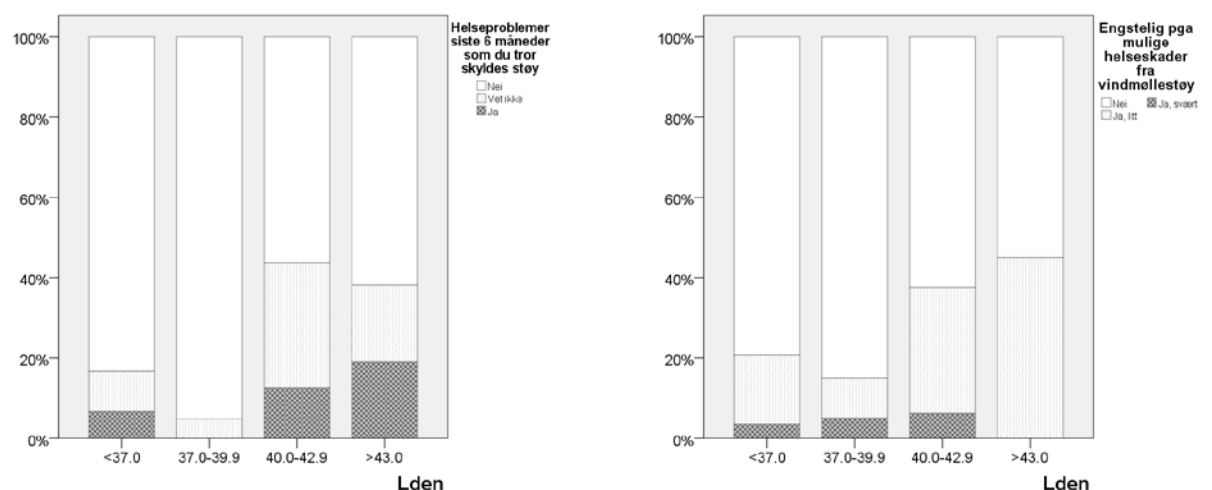
Fordelingen av det generelle helsespørsmålet etter støyeksponering og bakenforliggende sykdom er presentert i figur 3-4.



Figur 3-4 Hvordan har helsen din vært de tre siste månedene? Inndelt etter L_{den} og bakenforliggende sykdom.

26 av respondentene oppgir at de tidligere er diagnostisert med hjerte- og karsykdommer (her: hypertensjon (forhøyet blodtrykk) og/eller blodpropp) og/eller diabetes. I denne gruppen ser vi som ventet en lavere andel som angir at helsen er svært god.

Figur 3-5 viser fordelingen for respondentens oppfatning av helseproblemer tilknyttet støy (generelt) og hvor engstelig de er for mulige helseskader fra vindmøllestøy, inndelt etter L_{den} .



Figur 3-5 Oppfatning i utvalget om støyrelaterte helseproblem. Befolkningsreaksjoner på vindmøllestøy – Lista 2015.

I hele utvalget er det 9 prosent som tror helseproblemene skyldes støy, og ytterligere 14 prosent som er usikre. Som framkommer av figurene er det en høyere andel som angir at de tror helseproblemene skyldes støy, eller er usikre (vet ikke) blant de utsatte for høyere høyere støynivå (L_{den}). Det samme gjelder mhp hvor engstelige de er for mulige helseskader fra vindmøllestøy.

3.3.1 Subjektive helseplager

Tabell 3-4 angir frekvensfordelingen for subjektive helseplager rapportert i undersøkelsen. Graderingen gikk fra ikke plaget, litt plaget, en del plaget til alvorlig plaget. Plagene kan grupperes i fem sub-skalaer muskel- og skjelettplager, pseudonevrologi, gastrointestinale, allergiske og forkjølelsesplager (Ihlebaek et al. 2007). Forekomsten av plagene er her sammenlignet med en normalbefolkning i Norge (Ihlebaek et al. 2002; Ihlebaek et al. 2007) . Oversikten (tabell 3-5) viser kun fordelingen av selvrapporterte helseplager, og kan ikke si noe om årsaken til at de enkelte helseplagene er rapportert.

Gjennomgående synes ikke helsetilstanden på Lista å avvike fra det vi finner i nasjonale oversikter, særlig ikke om en i tillegg tar hensyn til aldersforskjellene i utvalget. Vi finner ingen signifikante forskjeller.

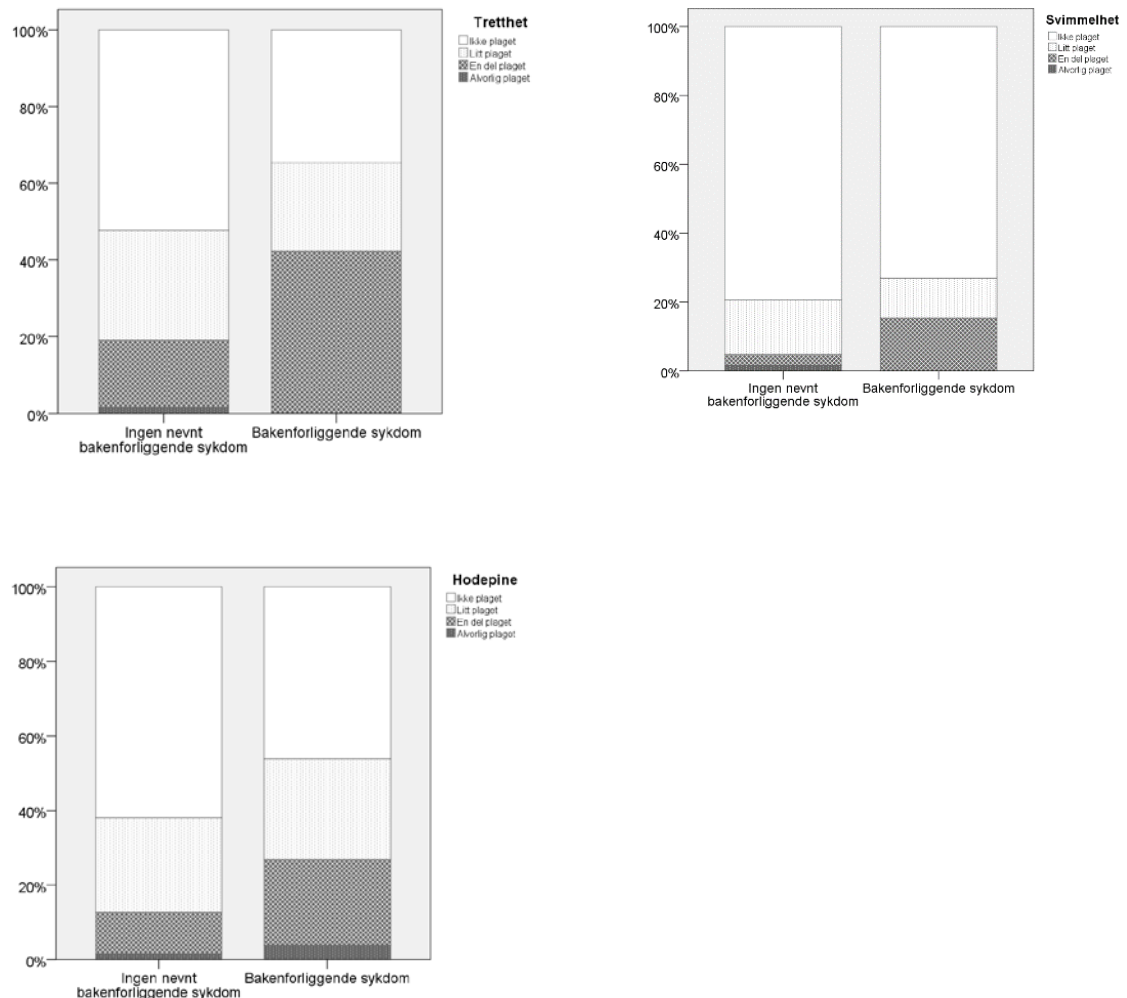
Tabell 3-5 Fordeling subjektive helseplager siste 30 døgner (SCH). Skår over 0. Utvalget på Lista (90) sammenlignet med en normal populasjon i Norge (N=1240). Prosent.

	N	Litt	Mye	Alvorlig	% Lista	% Norge
Muskel- og skjelett						
Hodepine	38	26	14	2	42,2	50,6
Nakkesmerter	29	19	10	3	32,2	37,8
Smerter øverst i ryggen	26	17	9		28,9	18,3
Smerter i korsryggen	45	29	19	2	50,0	39,7
Smerter i armer	27	19	7	4	30,0	23,4
Smerter i skuldre	29	20	10	2	32,2	42,4
Migrene	17	13	3	2	18,9	7,6
Smerter i føttene ved anstrengelser	26	17	10	2	28,9	28,4
Pseudonevrologi						
Hjertebank, ekstraslag	9	9	1		10,0	19,7
Hetetokter	16	11	7		17,8	13,0
Tretthet	47	27	24	1	52,2	52,8
Søvnproblemer*	32	-	-	-	35,6	30,3
Svimmelhet	20	14	7	1	22,2	20,5
Angst	16	16	2		17,8	14,2
Nedtrykthet, depresjon	20	14	7	1	22,2	26,8
Gastrointestinale plager						
Sug eller svie i magen	13	9	3	2	14,4	30,5
Ubehag mage	-	-	-	-	-	23,3
Mageknip	17	13	3	2	18,9	24,0
Luftplager	-	-	-	-	-	38,9
Magesår	-	-	-	-	-	10,3
Løs avføring, diaré	20	17	4	1	22,2	23,7
Forstoppelse	16	13	4		17,8	12,6
Allergiske plager						
Astma	-	-	-	-	-	11,0
Pustevansker	15	11	4	1	16,7	15,5
Brystsmerter	13	9	4	1	14,4	20,0
Eksem	-	-	-	-	-	17,6
Allergi	19	14	7		21,1	14,8
Forkjølelse						
Forkjølelse	26	24	2	2	28,9	53,1
Hoste, bronkitt	20	16	3	1	22,2	33,1
Tinnitus	20	16	3	3	22,2	-
Irritabilitet	20	10	10	2	22,2	-
Anspenhet	28	21	9	1	31,1	-
Stress	40	33	10	1	44,4	-

Da det i spørreskjemaet var stilt utdypende spørsmål om søvnproblematikk (*) ble ikke det standardiserte spørsmålet fra SHC inkludert i undersøkelsen. I tabellen ovenfor er det rapportert det antallet som oppgav å våkne i løpet av natten, og som bruker mer enn 10 minutter på å sovne igjen (se avsnitt 3.3.2.).

Tinnitus, irritabilitet, anspenhet og stress er ikke med i det standardiserte skjemaet. Disse kom med til fordel for enkelte andre plager (derav ikke verdier for alle plagene).

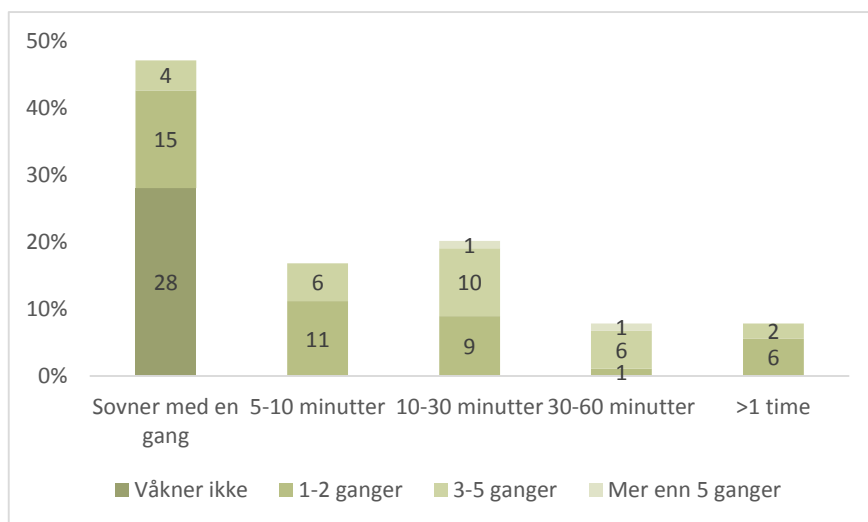
Som nevnt kan vi ikke si noe om helseplagene rapportert er støyrelatert. En rekke andre faktorer kan spille inn, deriblant bakenforliggende sykdommer. Figur 3-6 viser fordelingen for tretthet, svimmelhet og hodepine etter kjent bakenforliggende sykdom i utvalget.



Figur 3-6 Subjektive helseplager etter bakenforliggende sykdom. Ingen (N=64), bakenforliggende (N=26).

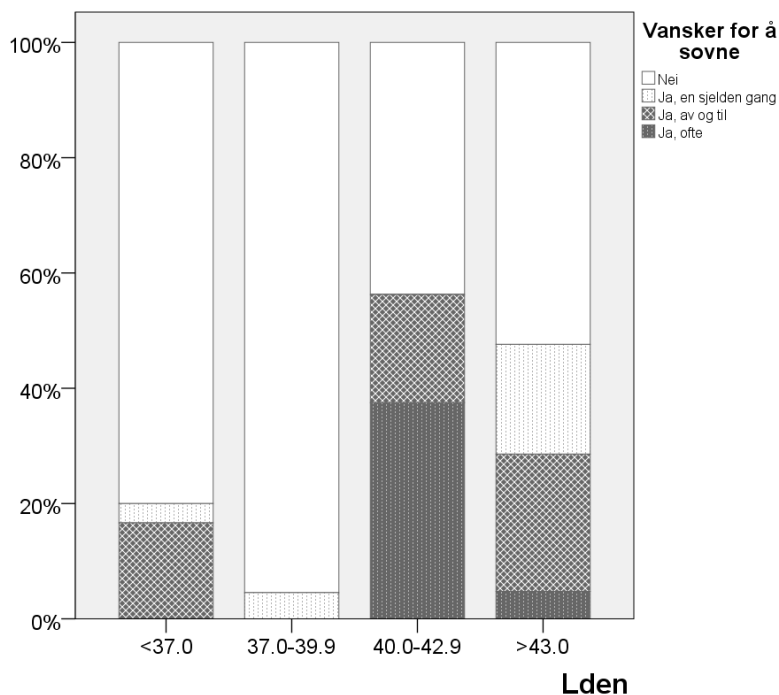
3.3.2 Søvn

I utvalget er det totalt 64 personer som oppgir at de våkner mellom 1 til 5 ganger (eller mer) i løpet av en natt. Av disse angir 26,5 prosent at de sovner med en gang. Fordelingen er presentert i figur 3-7.



Figur 3-7 Hvor mange ganger våkner du i løpet av en natt fordelt etter tid det tar for å sovne igjen. Prosent. N=89.

Figur 3-8 viser fordelingen for dem om angir vansker med å sovne som følge av støy i/utenfor bolig, etter natt og kveldsvektet støynivå L_{den} i dBA.



Figur 3-8 Støyplager i / utenfor bolig som årsak (definert av respondentene) til at de har vansker med å sovne. N=87

Rapporterte søvnplager og følelse av uro assosiert med støyplager kan være et resultat av støyeksponering. Personer med søvnvansker grunnet alder, forstyrrelser i hjemmet, sykdom, stress, og annet, vil også kunne tilskrive søvnplagene til trafikk eller andre støykilder som er merkbare umiddelbart etter at de har våknet.

3.4 Plage fra vindmøller

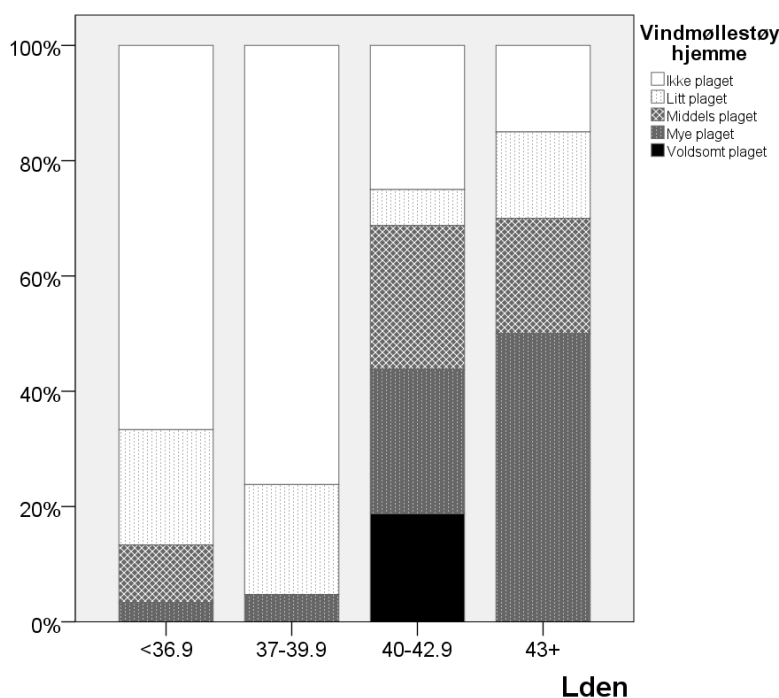
3.4.1 Støyplage

I tillegg til spørsmålene om bomiljø-plager der vindmøllestøy var inkludert ble det også spurt et generelt spørsmål om «Tenk på de siste 12 månedene når du er hjemme, hvor mye er du plaget av støy fra vindmøller?» Her oppgav omtrent halvparten (49 prosent) å være plaget av vindmøllestøy. Dette er i samsvar med hva vi finner ved de differensierte spørsmålene om plage av støy når inne i bolig (39 prosent) og utenfor bolig (51 prosent), da det er rimelig å anta at folk har vurdert dette spørsmålet til å være en fordeling mellom innendørs- og utendørs støyplage ved boligen. Fordelingen for plagegrad i utvalget er presentert i tabell 3-6.

Tabell 3-6 Fordeling for samlet spørsmål om plagegrad av vindmøllestøy når man er hjemme.

	N	%
Ikke plaget	46	51,1
Litt plaget	14	15,6
Middels plaget	11	12,2
Mye plaget	16	17,8
Voldsomt plaget	3	3,3
I alt	90	100

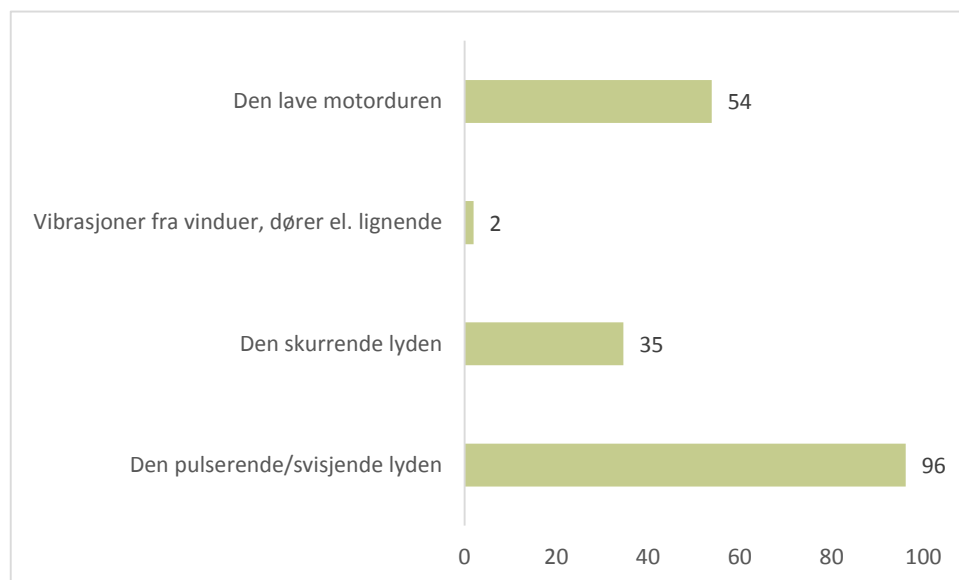
Figur 3-9 viser fordelingen av plagegrad etter natt og kveldsvektet støynivå L_{den} i dBA.



Figur 3-9 Andel av respondentene som er plaget av vindmøllestøy hjemme etter støynivå i fire intervaller. N=87.

Fordelingen av plagegrad utenfor bolig behandles sammen med virkningskurvene jfr. figur 4.1.

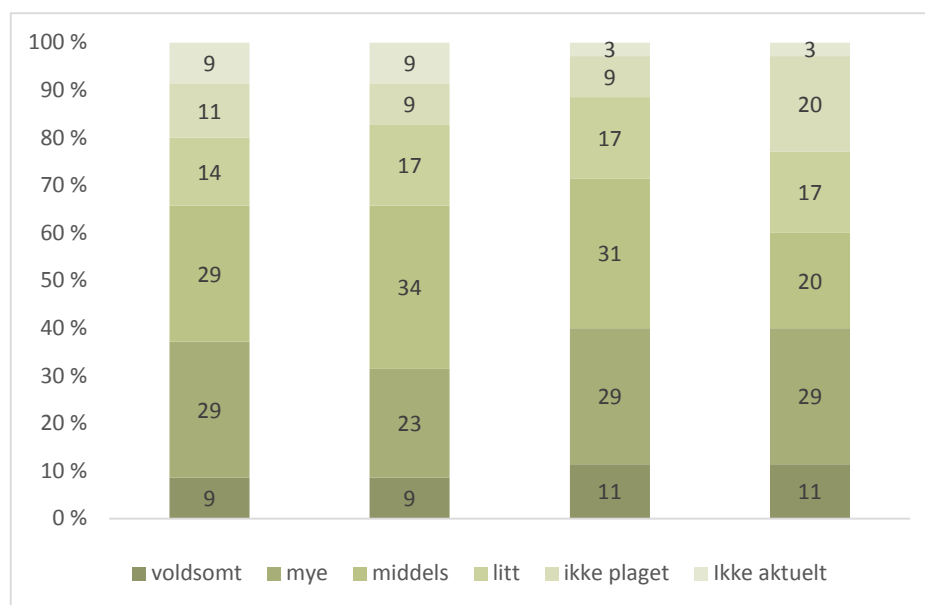
I utvalget var det totalt 52 personer som oppgav å være plaget av støy fra vindmøller (fra litt til voldsomt). Disse ble bedt om å angi hva ved lydens karakter som var mest plagsom. Det var her mulig å gi flere svar. Figur 3-10 viser svarfordelingen.



Figur 3-10 Hva er det ved lydens karakter som er mest plagsom? Prosent. N=52

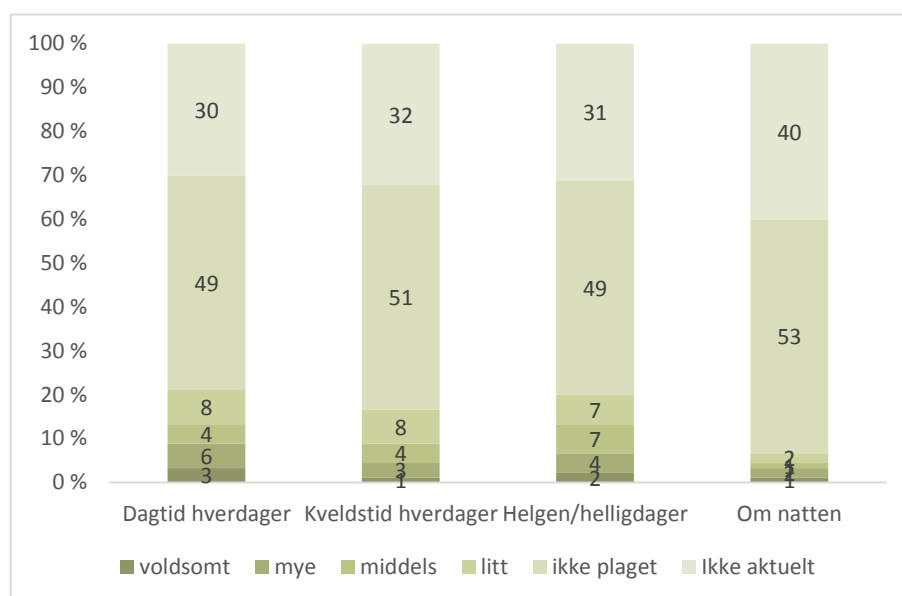
Tilnærmet alle (50 av 52) som oppgav å være plaget av støy fra vindmøller trekker fram den pulserende lyden som mest plagsom. Over halvparten (54 prosent) plages også av «den lave motorduren».

De som oppgav å være plaget (fra litt til voldsomt) av vindmøllestøy inne i egen bolig (38 prosent av det totale utvalget, se tabell 3-2) vurderte følgende tidspunkt til å være mest plagsomme for innendørsstøy (figur 3-11).



Figur 3-11 Hvor plaget er du av støy fra vindmøller ved gitte tidsrom (når du er inne i boligen). Prosent. N=35.

Respondentene ble også bedt om å angi i hvilken grad de var plaget av skyggekast. Fordelingen for ulike tidspunkt er presentert i figur 3-12.



Figur 3-12 Plaget av skyggekast ved ulike tidsrom. Prosent. N=90.

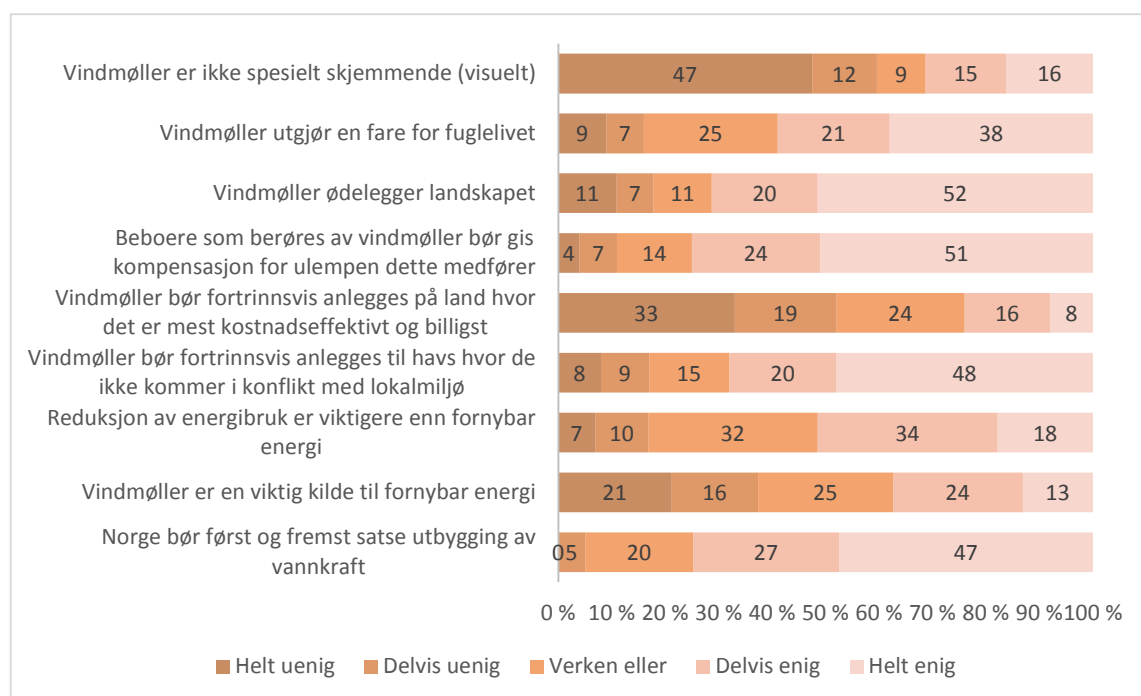
Skyggekast oppstår når turbinen roterer og blir stående mellom solen og landskapselementer. Rotorbladene sveiper foran solen og skaper en vekslende mellom direkte lys og skygge (NVE 2014). Totalt oppgir omtrent 80 prosent at de ikke er

plaget av skyggekast. 21 prosent av det totale utvalget sa de var plaget av skyggekast på dagtid, 16 prosent var plaget på kveldstid hverdager og 20 prosent var plaget i helgen/helligdager. Det var også noen få som angav plager av skyggekast på nattestid (dette kan tenkes å være tilfellet midtsommer)

3.5 Holdninger

Respondentene ble bedt om å ta stilling til i hvilken grad de var enig i ulike utsagn om fornybare kilder generelt, og vindmøllene på Lista spesielt.

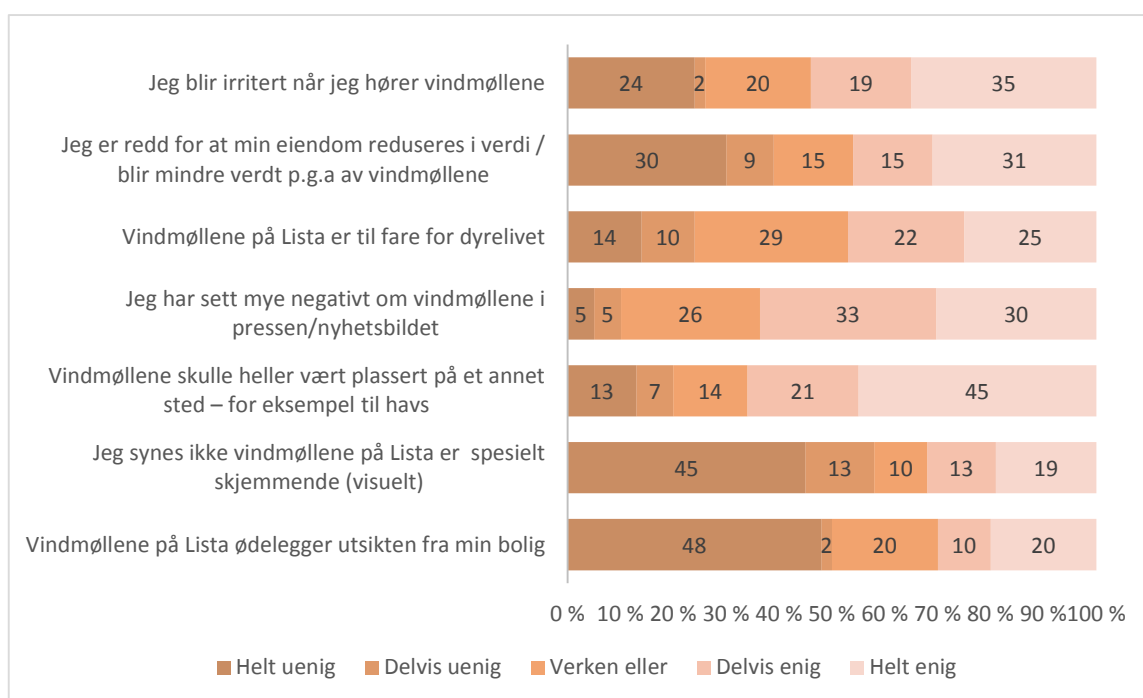
I Figur 3-13 angis svarfordelingen for de ulike utsagnene.



Figur 3-13 Ta stilling til følgende utsagn om fornybare kilder. Prosent. N=90

Nærmere 60 prosent av respondentene mener at vindmøller er skjemmende visuelt, og 72 prosent mener at vindmøller ødelegger landskapet. Tre fjerdedeler av respondentene mener at det bør gis kompensasjon for ulempen vindmøllene medfører. Over halvparten er uenig i at vindmøllene bør legges på land hvor der mest kostnadseffektivt og billigst, og nærmere 70 prosent mener at vindmøllene bør legges til havs for ikke å komme i konflikt med lokalmiljø. Over halvparten sier seg enig i at det er viktigere å redusere energibruken enn å satse på fornybar energi, og 37 prosent er uenig i at vindmøller er en viktig kilde til fornybar energi. Tre fjerdedeler mener Norge først og fremst bør satse på utbygging av vannkraft.

Figur 3-14 angir svarfordelingen for ulike utsagn knyttet til vindmøller på Lista.

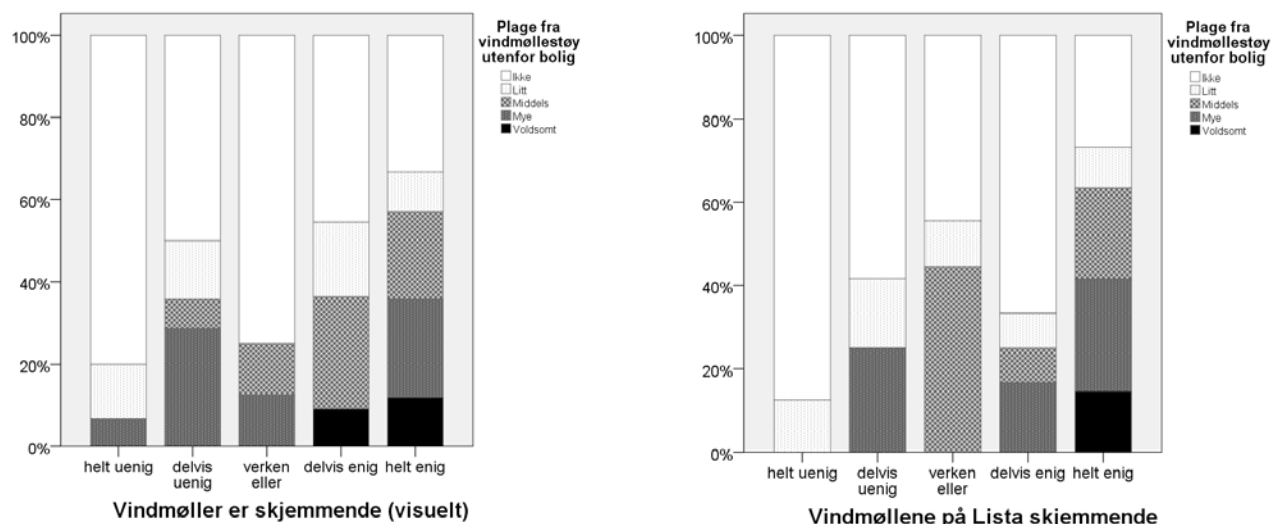


Figur 3-14 Ta stilling til følgende utsagn om vindmøller på Lista. Prosent. N=90.

Over halvparten av respondentene oppgir at de blir irritert over å høre vindmøllene, i underkant av 50 prosent er redd for at eiendommen faller i verdi, og at vindmøllene utgjør en fare for dyrelivet. To tredjedeler ønsker vindmøllene langt til havs, mens nærmere 60 prosent mener vindmøllene er visuelt skjemmende. 30 prosent mener at vindmøllene ødelegger utsikt fra bolig.

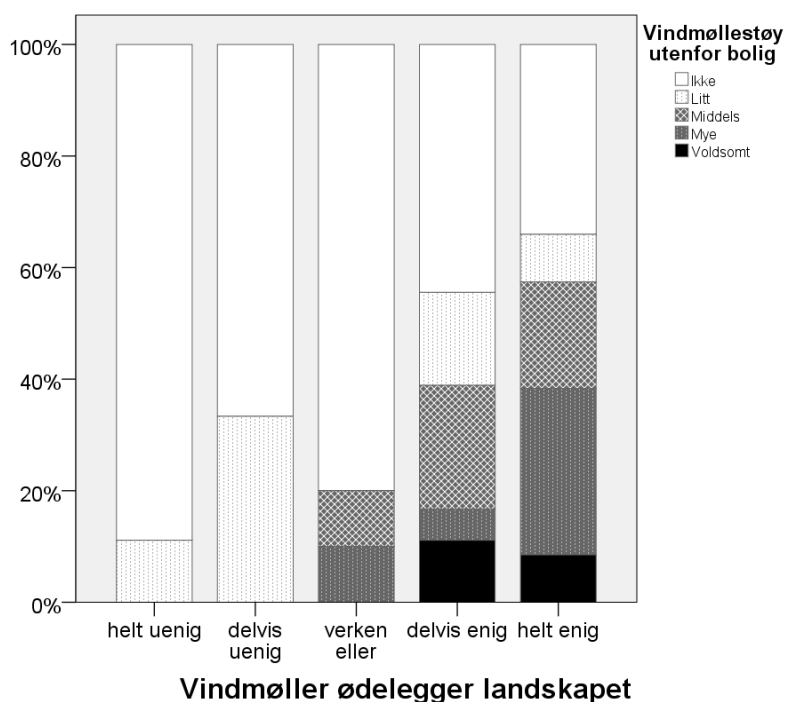
Figur 3-15 og figur 3-16 viser fordelingen av vindmøllenes visuelle betydning etter grad av plage fra vindmøllestøy utenfor bolig. De viser en klar sammenheng.

Vi betrakter her det visuelle som en uavhengig variabel – det er imidlertid tenkbart at sammenhengen også kan gå motsatt. Det er også mulig å tenke seg at en generell motstand mot vindmøllene medfører at man både blir mer plaget av støy og reagerer sterkere på det visuelle uttrykket. De spesifikke svarene fanger da opp bare ulike deler av en generalisert negativ respons. Det er her vi hadde hatt bruk for en førundersøkelse som kontroll.



Figur 3-15 Grad av enighet om vindmøllers skjemmende karakter (visuelt) sett i forhold til støyplage. Generelt og på Lista spesielt. Korrelasjonskoeffisient $r = 0.8$. $N = 90$.

En stor andel av respondentene synes vindmøllene er visuelt skjemmende. De som er mest enige i dette utsagnet er også dem som oppgir å være mest plaget av støy fra vindmøllene.



Figur 3-16 Grad av enighet om vindmøllers ødeleggelse av landskapet sett i forhold til støyplage.. $N = 90$.

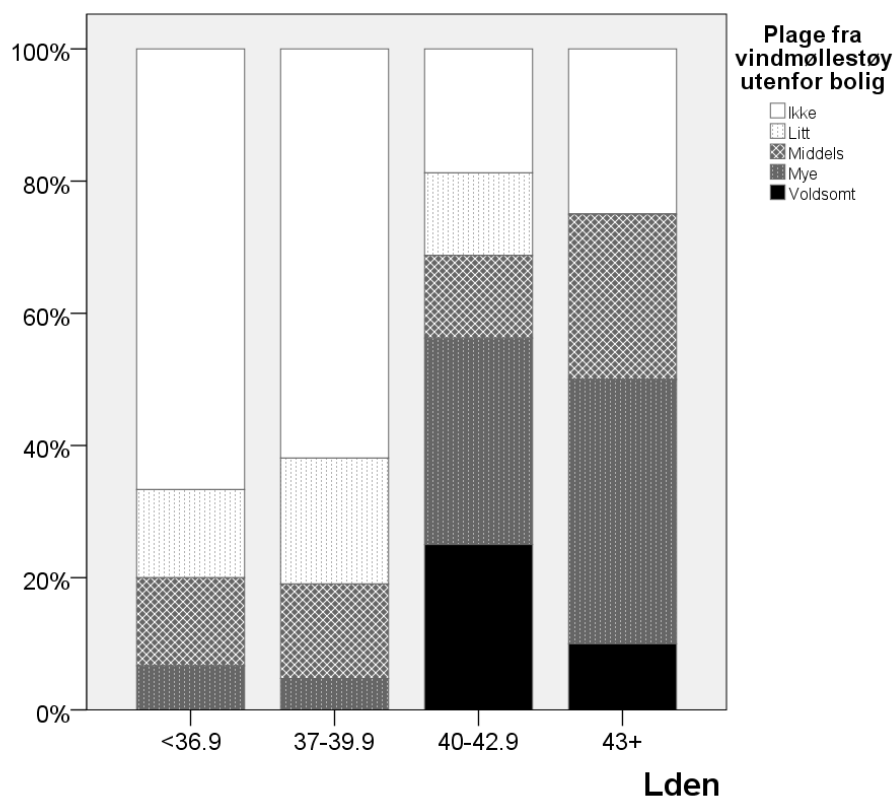
Holdningene til i hvilken grad vindmøllene ødelegger landskapet viser også en svært klar sammenheng med plagefordelingen. Når det er så vidt klare forskjeller er det ikke rimelig å betrakte reaksjonene på vindmøller som kun reaksjoner på støybildet. Det er en mer generell motstand til vindmøller som her kommer til uttrykk.

4 Virkningskurver

Virkningskurver er estimert der grad av støyplage ses som funksjon av støy, avstand og modifierende faktorer. I miljøundersøkelser med fokus på trivsel er det ofte miljøbelastningen som veier tyngst.

4.1 Virkningskurver etter støynivå

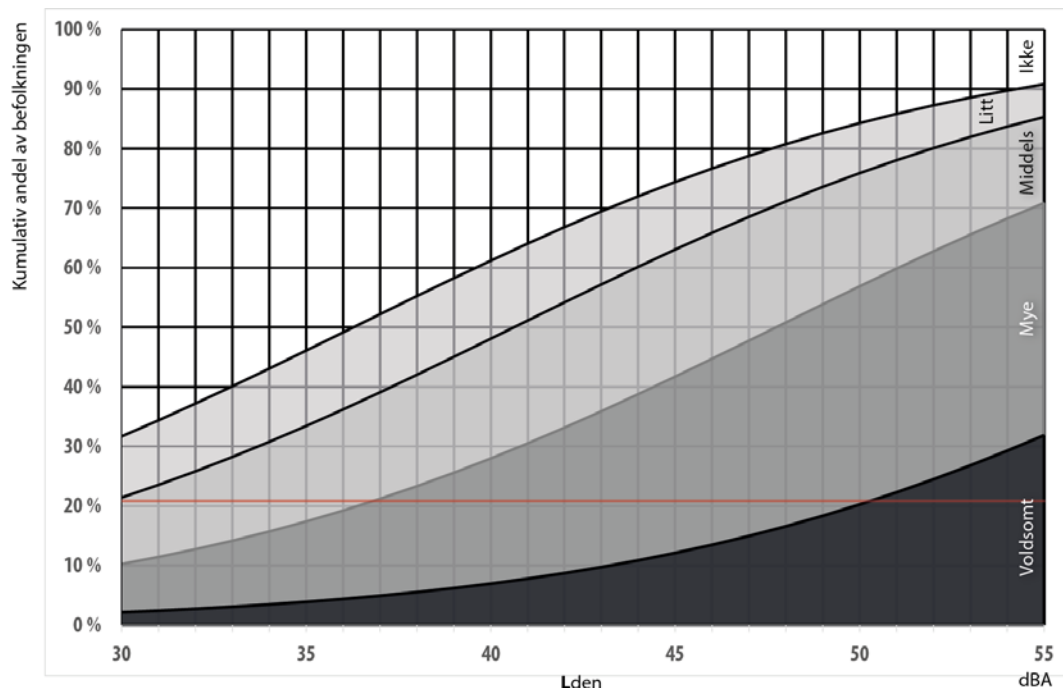
Vi starter derfor med å estimere enkle virkningskurver for støyplage som funksjon av beregnet kvelds- og natteveiet støynivå L_{den} . Vi forventer at plagene vil øke med støynivået. Det framgår også av et enkelt søylediagram der vi stabler andelen av respondentene som oppga de ulike plagegradene jfr figur 4.1.



Figur 4-1 Andel personer med ulik plagegrad etter L_{den} (fire dB(A) intervall) fra vindmøller.. N=87.

Rundt 50 prosent av respondentene oppgir at de er plaget av støynivået fra vindmøllene rett utenfor boligen sin. Det er noen flere som er voldsomt plaget ved nest høyeste støynivå, men med det lille antallet respondenter, kan dette godt skyldes tilfeldigheter. Vi snakker om ca. 22 personer innenfor hvert intervall, og en enkelt person fra eller til teller 5 prosent.

Det stablete søylediagrammet ligger til grunn for virkningskurvene. Disse estimeres på basis av de beregnede støyverdiene (ikke grovt gruppert) og legger til grunn at støyplagen skal øke når støynivået øker.



Figur 4-2 Kumulative virkningskurver⁷ for andel i befolkningen som angir ulike grader av plage utenfor bolig etter L_{den} . $N=87$.

Virkningskurvene er ikke linjer i et linjediagram, men er delelinjer mellom de stablete plagekategoriene tilsvarende figur 4.1. Det er fem plagekategorier og fire delelinjer mellom dem.

Ved 45 dB(A) er det for eksempel 11 prosent som estimeres å bli voldsomt plaget når vi legger resultatene fra bomiljøundersøkelsen til grunn. Tilsvarende er det 40 prosent som angir at de er voldsomt + mye plaget, ca. 60 prosent som vil angi at de er voldsomt + mye, og middels plaget, og ca. 72 prosent som er voldsomt + mye + middels og litt plaget. Den forventede andelen av befolkningen som ikke er plaget av vindmøllestøy finner vi i området mellom den øverste kurven og toppen av diagrammet.

Vi har ikke kontrollert for støysensitivitet som kan bety mye. Vi har heller ikke kontrollert for visuelle faktorer.

Det framgår av Vedlegg 2 at andelen som er mye plaget av vegtrafikkstøy ved grensen for gul sone, 55 dB(A), i fasadeundersøkelser er ca. 21 prosent.

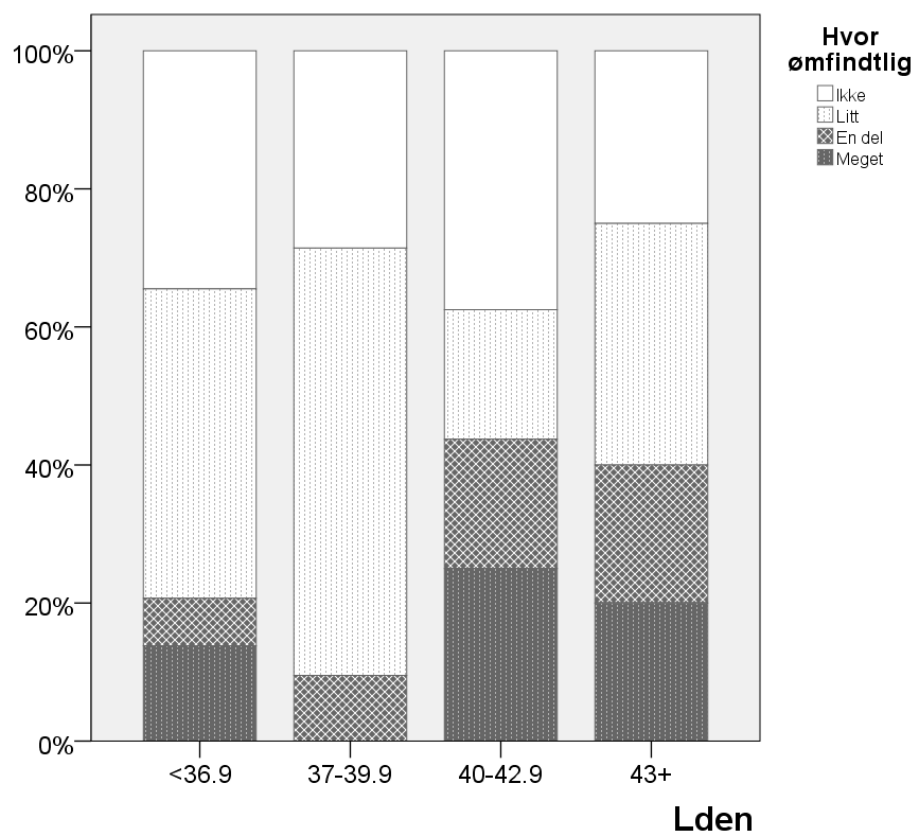
Kurven for mye plaget krysser 21 prosent grensen ved ca. 37 dB(A). Det skulle tilsi at befolkningen på Lista rapporterer som om vindmøllestøy skulle ha en malus⁸ på 18 dB(A) og ikke 10 dB(A) som er lagt til grunn i støyretningslinjene. Her må vi imidlertid ta forbehold om at undersøkelsen er gjennomført i en konfliktsituasjon og med selvseleksjon.

⁷ Dette er ikke et linjediagram. De fire linjene angir grensene mellom andelen i befolkningen som har angitt de respektive plagegradene, og som er stablet opp på hverandre på samme måte som i figur 4.1.

⁸ Negativ bonus – dvs at du må øke støynivået fra vegtrafikken med 18 dB(A) for å være like plaget som vindmøllestøy med samme startverdi.

4.1.1 Støysensitivitet

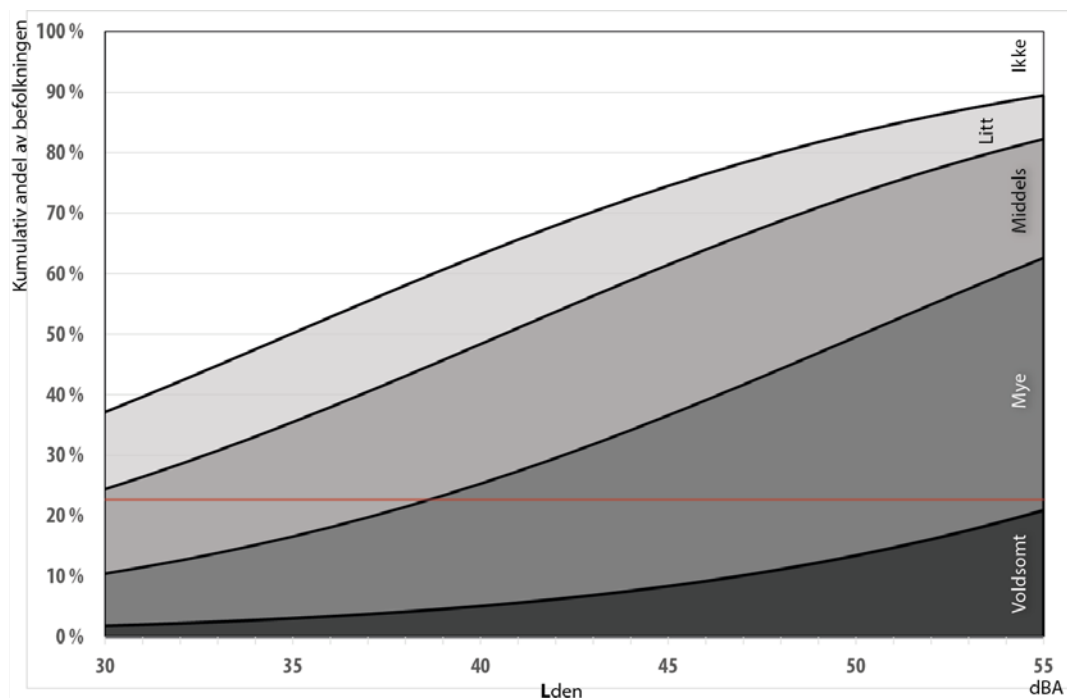
Fra miljøundersøkelser vet vi at sensitivitet til støy har stor betydning for støyplagen.



Figur 4-3 Kumulativ andel av respondentene som rapporterer ulike grad av støysensitivitet i fire støyintervall. N=87.

Fra figur 4-3 framkommer det at en større andel av respondentene er støysensitive ved høye enn ved lave støynivåer. Dette bidrar til å løfte virkningskurvene ettersom det ser ut som om det er støyen som er årsaken til forhøyede responser, og ikke individuelle faktorer.

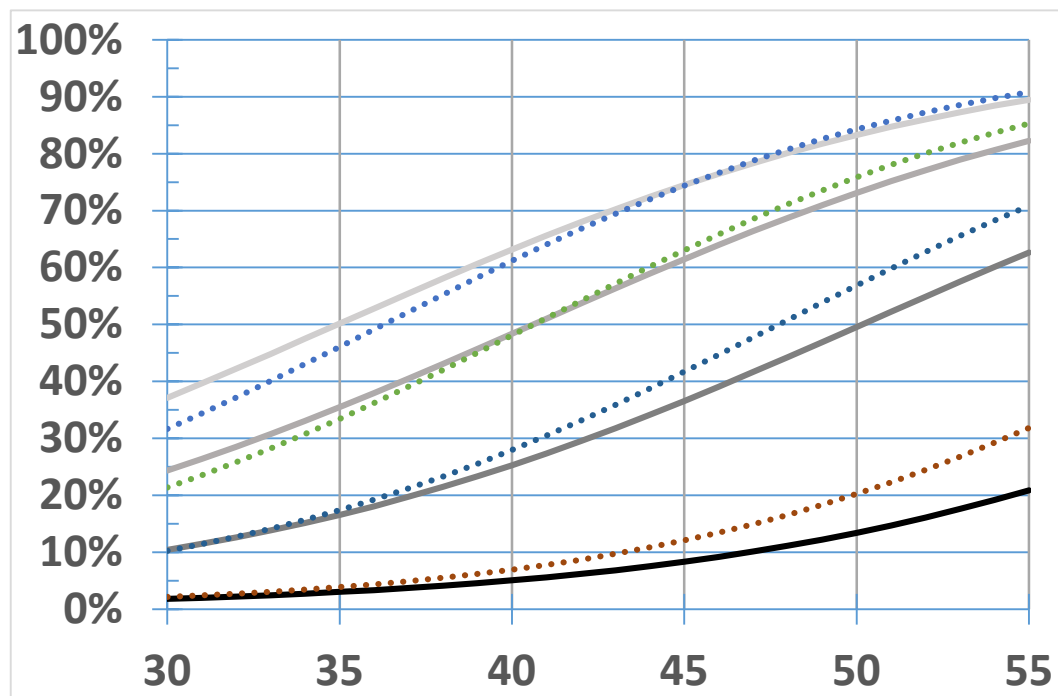
Vi estimerer imidlertid et nytt sett virkningskurver der vi kontrollerer for denne effekten. Dvs. at vi ser hvordan virkningskurvene ser ut når støysensitivitet og eksponering ikke er korrelert. Jfr figur 4.4.



Figur 4-4 Kumulative virkningskurver for andel i befolkningen som angir ulike grader av plage utenfor bolig etter L_{den} . Korreksjon for støysensitivitet. $N=87$.

Legger vi denne kurven til grunn finner vi at andelen voldsomt og mye plaget krysser 21 prosent grensen ved 38 dBA. Det gir i så fall en malus (negativ bonus) på 17dBA i forhold til vegtrafikkstøy vs 18 dBA jfr figur 4.2.

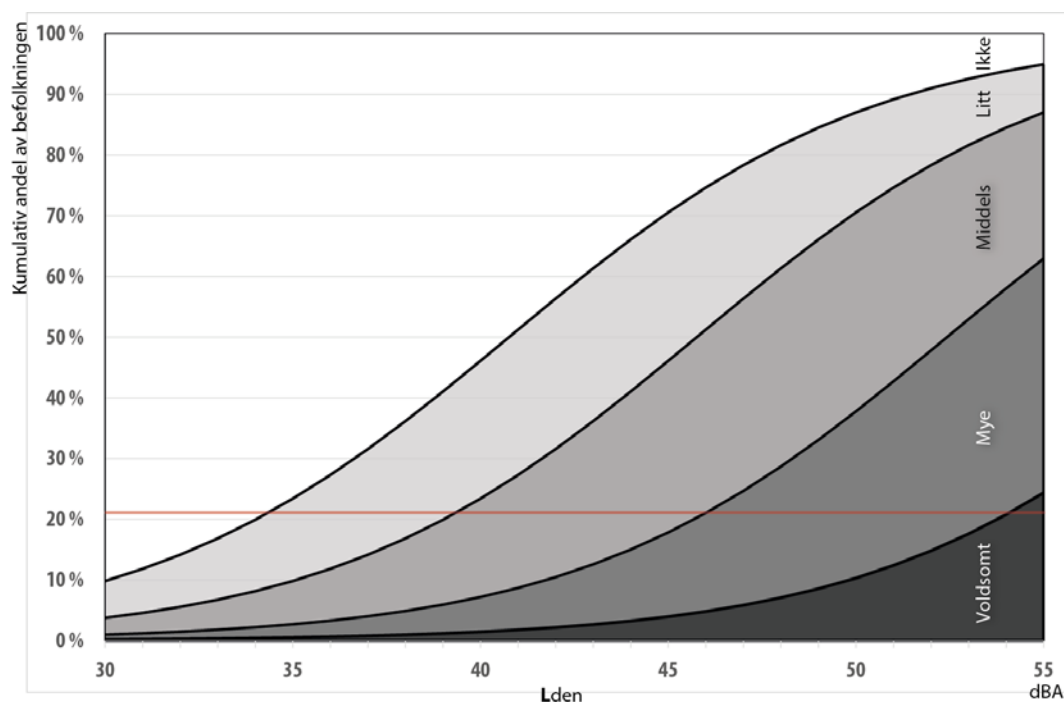
Vi kan synliggjøre endringene ved å legge delelinjene inn i samme diagram, se figur 4-5.



Figur 4-5 Virkningskurver for støyplage utenfor bolig etter L_{den} med og uten kontroll for støysensitivitet. Kurvene uten kontroll er prikket. De med kontroll er tegnet med heltrukken linje. $N=87$.

4.1.2 Plage i bolig

Vi har også etablert virkningskurver for støyplage inne i bolig Jfr. Figur 4.6. Vi har her kontrollert for støysensitivitet, men ikke andre modifierende faktorer.

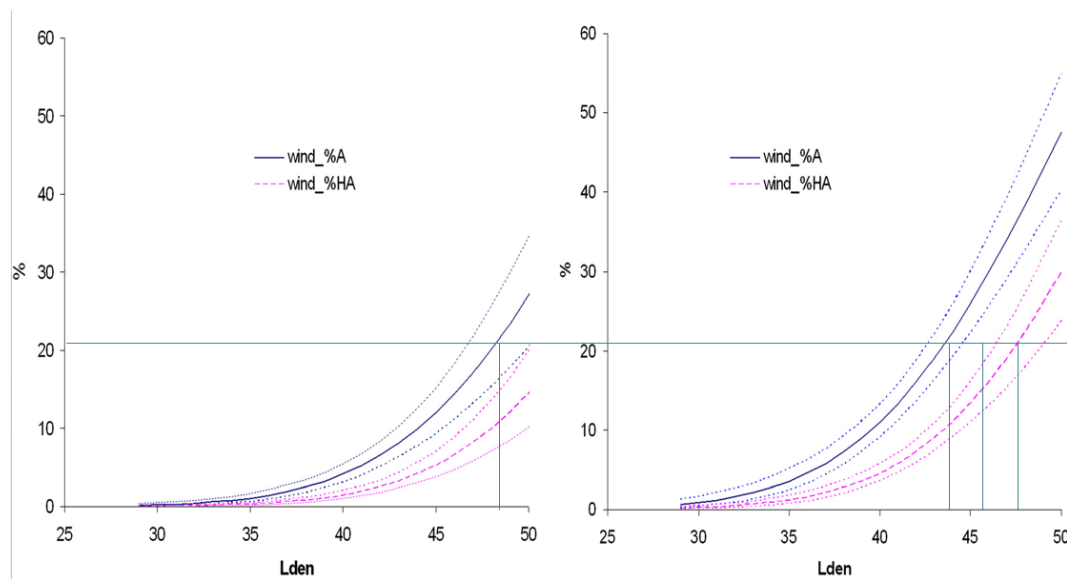


Figur 4-6 Virkningskurver for plage inne i bolig etter L_{den} . Med kontroll for støysensitivitet.. $N=87$.

4.1.3 Sammenligning med utenlandske virkningskurver

Det har ikke vært gjennomført like store og omfattende internasjonale meta undersøkelser av vindmøllestøy som det har vært på trafikkrelaterte kilder. Det foreligger derfor få virkningskurver vi kan sammenligne med, og det kan også stilles spørsmål ved om det er fornuftig, så lenge det er uklart hvordan en skal slå sammen undersøkelser fra ulike områder. Det foreligger imidlertid et forsøk på å bygge sammen kurver fra Nederland og Sverige (Janssen et al. 2011).

Resultatene er angitt for plagegradene $\%A_{50}$ og $\%HA_{72}$. (Syv-delt skala -jfr Vedlegg). De er følgelig ikke direkte sammenlignbare med kurvene basert på spørreundersøkelser med fem plagekategorier. Dersom vi ser på kurvene for støy utenfor bolig (til høyre), vil våre kurven for mye plaget $\%HA_{60}$ ligge omtrent midt mellom de to som er tegnet inn ($\%HA_{50}$ og $\%HA_{72}$).



Figur 4-7 Virkningskurver for plage av vindmøllestøy i (venstre kurvesett) og utenfor bolig (høyre kurvesett). Janssen & al 2011.

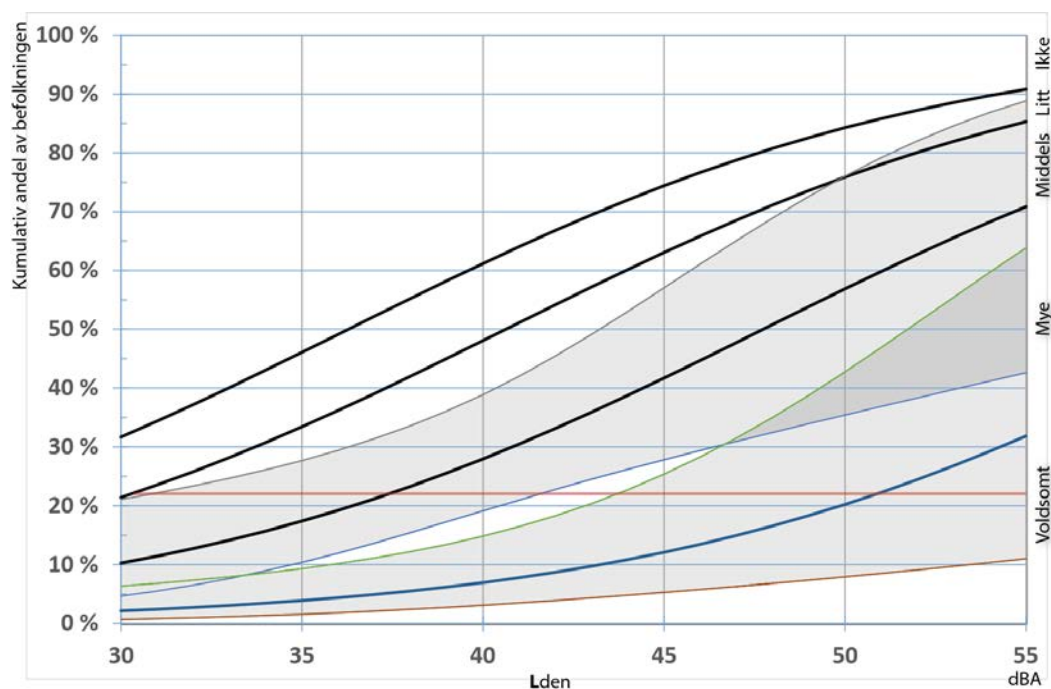
Det skulle i så fall tilsi at grensen for 21% mye plaget (%HA₆₀) krysser omtrent ved 46 dBA, eller at de nederlandske og svenske undersøkelsene synes å gi en malus (negativ bonus) i forhold til vegtrafikkstøy på ca. 9 dBA som stemmer godt med kravene i T-1442. Reaksjonene på Lista er langt sterkere enn dette.

Det framgår av en sammenligning av kurvene for plager utenfor og i bolig at det er langt større forskjell mellom plageandelene utenfor og i bolig ved samme støy nivå i de utenlandske undersøkelsene enn i vår.

4.1.4 Usikkerheten i beregningene

Vi har i kapittel 4.1.1 - 4.1.3 sett på gjennomsnittlige sammenhenger. De kan være forførende i det de ikke påvirkes av om de framkommer på basis av store befolkningsundersøkelser, eller som her med et begrenset befolkningsutvalg. De gir inntrykk av en presisjon som ikke er tilstede.

TØI pleier å oppgi et omtrentlig minimum på ca. 200 personer for i det hele tatt å ha muligheten for å komme med fornuftige resultater i fokuserte bomiljøundersøkelser, og helst mer enn 400 personer. Det er ikke alltid mulig å få til, spesielt når en skal undersøke støy i spredtbygdeområder som når det gjelder skytestøy fra tunge våpen, og ved vindmøllestøy her på Lista. Men da blir også usikkerhetene store. Disse kan synliggjøres ved hjelp av konfidensintervall (se Vedlegg 3 for nærmere forklaring).



Figur 4-8 Virkningskurver med konfidensintervall for andelen i befolkningen som er voldsomt og mye plaget. Ikke korrigert for støysensitivitet. Konfidensintervallet gjelder for den gjennomsnittlige andelen i befolkningen som rapporterer ulike plagegrader. $N=87$.

Konfidensbåndene⁹ (95%) viser at resultater hvor en bruker all informasjonen på en best mulig måte, er beheftet med stor statistisk usikkerhet. For eksempel er det mellom 9 prosent og 42 prosent av befolkningen som anses å være voldsomt plaget av vindmøllestøy ved 50 dBA. Det framgår at den statistiske usikkerheten, ikke er ubetydelig.

Det er imidlertid den ikke-statistiske usikkerheten som i denne undersøkelsen utgjør de vanskeligste utfordringene – at stor motstand mot vindmøllene vil farge svarene, at det er en viss overrepresentasjon av støyplagede og de som er utsatt for høye støynivåer, og at vi er i en endringssituasjon der det også av den grunn kan oppstå forhøyede responser.

4.1.5 Visuelle faktorer

I internasjonal litteratur om vindmøllestøy er det lagt vekt på at andre faktorer kan ha en modifierende effekt på sammenhengene mellom eksponeringen og effekten. Ikke minst har det vært lagt vekt på visuelle estetiske aspekter. Befolkningen ble derfor spurt om hvor enig eller uenig de var i at vindmøller generelt og på Lista var visuelt skjemmende.

De statistiske analysene tilsier at visuell estetikk alene gir en ekstrareaksjon tilsvarende en ekstra støyeksponering på 11-12 dBA på vindmøllestøy. Den visuelle estetiske dimensjonen synes dermed å ha større betydning enn støysensitivitet.

⁹ Når vi kjenner usikkerheten i utvalget, kan vi beregne konfidensintervall som dekker den riktige verdiene med en forhåndsdefinert sannsynlighet. Ofte velger man 95%-nivå som grovt forklart betyr at 1 av 20 ganger vi lager et slikt bånd så vil den ikke dekke den riktige verdien. Båndet gir således et inntrykk av innenfor hvilket område det er rimelig å tro at den egentlige virkningskurven ligger.

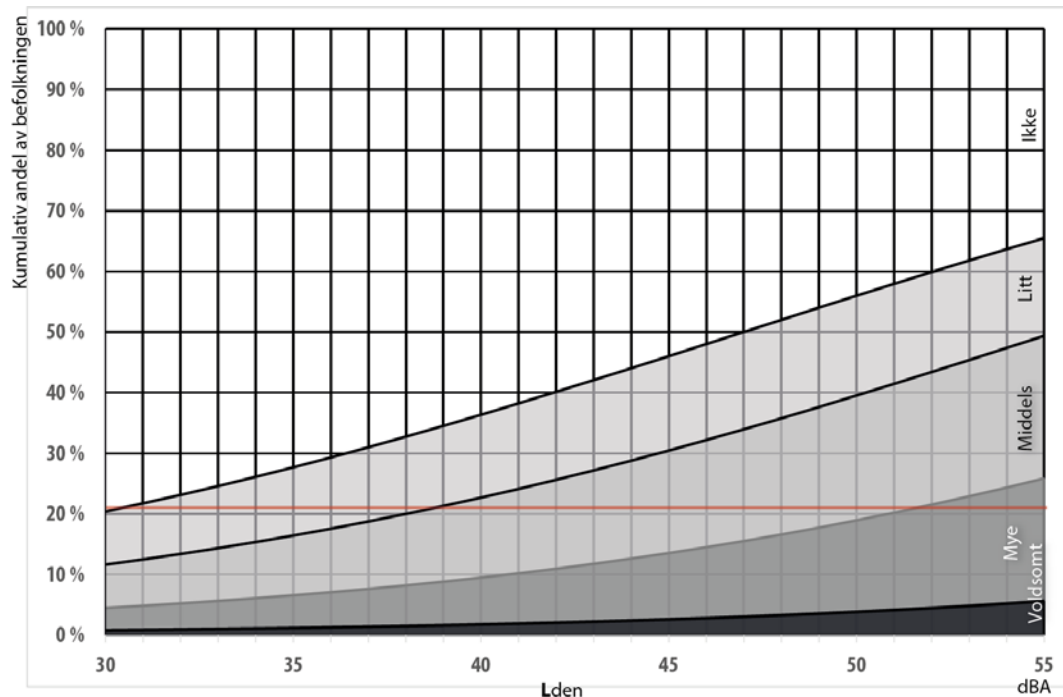
4.1.6 Holdninger har stor betydning

For å få et inntrykk av hvor mye holdninger til det estetiske ved vindmøller betyr, har vi spurt om respondentene synes vindmøller er generelt skjemmende. På grunn av lite utvalg er det umulig samtidig å kontrollere for mange variabler. Vi ønsket å skille synbarhet fra den generelle holdningen til hvordan vindmøllene oppfattes visuelt. Vi klarer ikke samtidig å kontrollere for støysensitivitet, som det hadde vært ønskelig å inkludere.

Vi finner at det å se flere vindmøller betyr mest, men at om vindmøllene generelt oppfattes som skjemmende gir det en betydelig tilleggseffekt.

Dersom vi estimerer virkningskurver for de som ser en vindmølle, men mener vindmøller ikke er skjemmende, tilsier analyseresultatene en grenseverdi på ca 52 dBA støynivå – noe over det en ville forvente ut fra grenseverdien fastsatt av norske myndigheter.

Nå skal man heller ikke legge for stor vekt på denne type resultater, ettersom de vil være farget av at det er få personer som er undersøkt. Den store spennvidden i resultatene slår imidlertid begge veier. Det innebærer at vi fra undersøkelsen ikke kan fastslå at grenseverdien som norske myndigheter har fastsatt ut fra støyhensyn er feilaktig.

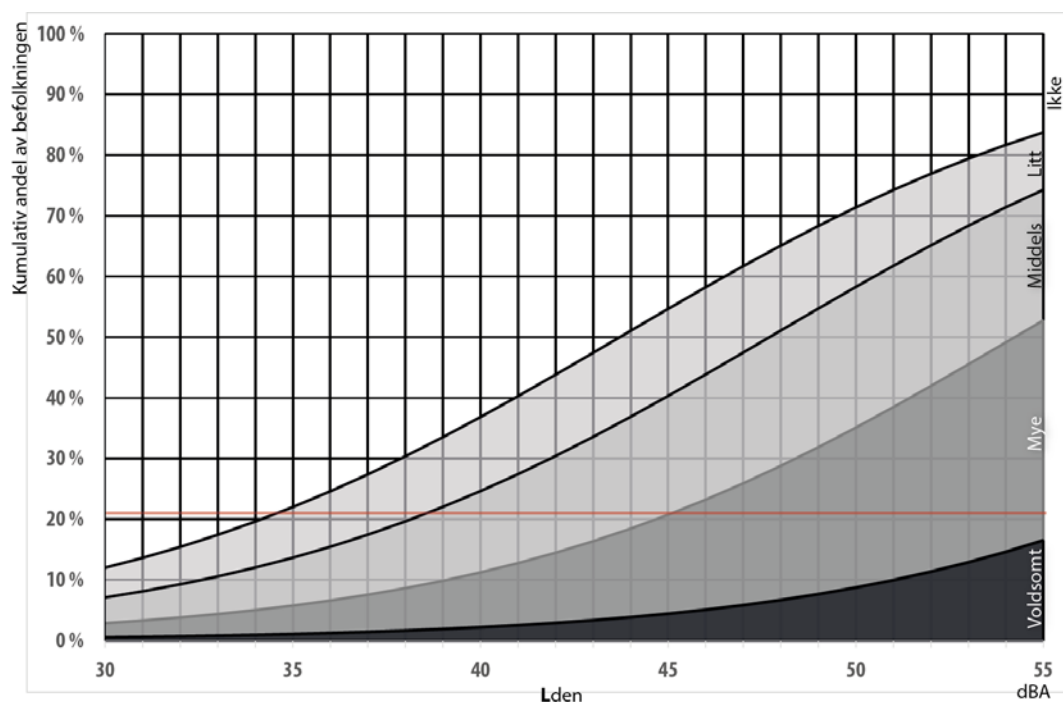


Figur 4-9 Virkningskurver for plage av vindmøllestøy i og utenfor bolig. Personer som ser en vindmølle, men mener vindmøller generelt ikke er skjemmende. N=87.

For å få et inntrykk av hvor mye holdninger til fornybar energi betyr for plagevurderingen har vi brukt som indikator at personen er uenig i påstanden «Norge bør først og fremst satse på utbygging av vannkraft».

Generelt tolererer vi i mindre grad miljølempere som oppfattes som unødvendige. Her bruker vi sammenhengene for å få grep på hvordan respondentene som ikke generelt er imot vindkraft reagerer.

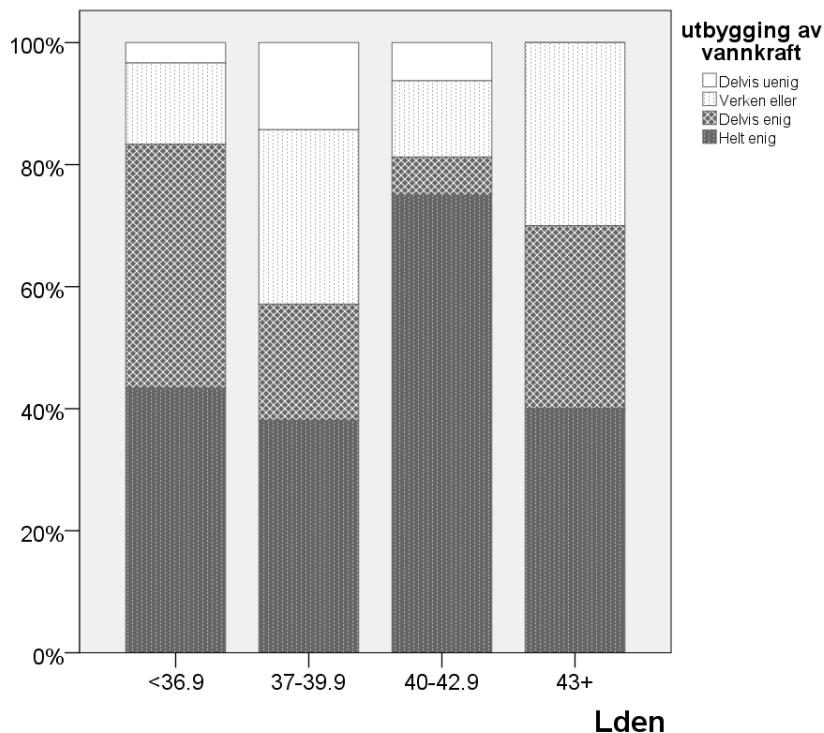
Virkningskurven er presentert i figur 4-10.



Figur 4-10 Virkningskurver for plage av vindmøllestøy utenfor bolig. Personer som er uenig i at Norge heller bør satse på utbygging av vannkraftverk (for vindmøller). N=87

Virkningskurver for dem som er uenig at Norge heller bør satse på vannkraftverk tilsier analyseresultatene en grenseverdi på ca. 45 dBA. Vi tar forbehold også her for at analysene bygger på få personer.

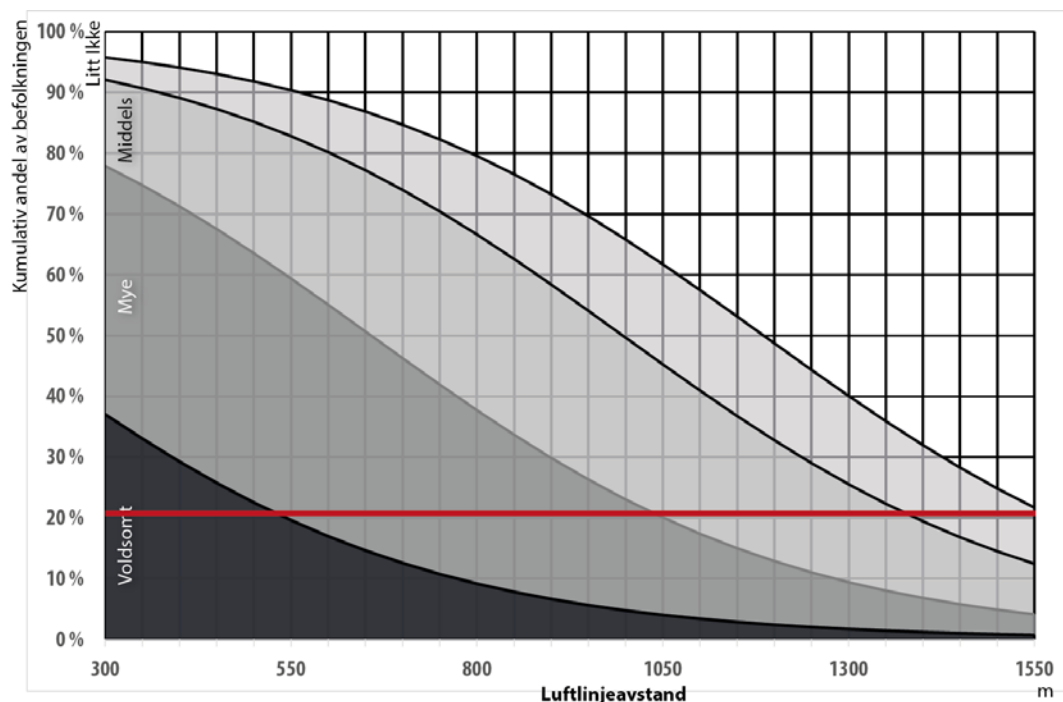
Spørsmålet ble stilt for å se hvilken betydning holdningen til hvilke energikilder Norge bør satse på kunne ha for plagegraden. Egne erfaringer med vindmøllestøy kan ha medført at den enkelte respondent har endret sitt energipolitiske ståsted, at kausalitetsretningen er motsatt, og at det følgelig ville være feil statistisk å kontrollere for holdningen slik vi har gjort over. Det framgår imidlertid fra figur 4-11 at holdningene til vannkraftutbygging ikke varierer soleklart med støybelastning, og det er dermed ingen klar støtte i vårt materiale for at kausaliteten går motsatt vei.



Figur 4-11 Andel personer med ulike grad av enighet til utsagnet «Norge heller bør satse på utbygging av vannkraftverk (for vindmøller)» etter L_{den} (fire dB(A) intervall) fra vindmøller. N=87

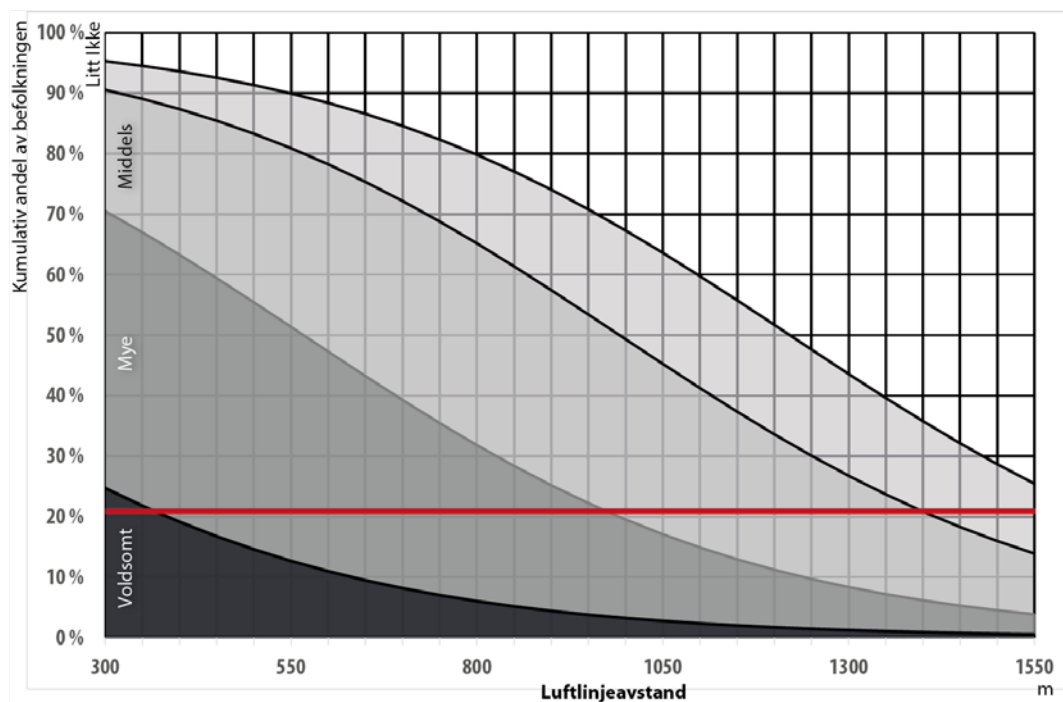
4.2 Virkningskurver etter avstand til nærmeste vindmølle

Vi har beregnet virkningskurver basert på avstand til nærmeste vindmølle. Disse gir et dårligere grunnlag en virkningskurvene basert på ekvivalent støy nivå, men er enkle å forholde seg til. Utenlandske undersøkelser nevner ofte avstanden mellom vindmøllene og befolkningen. Avstanden er her beregnet i rett linje som angitt i kapittel 2.



Figur 4.12 Virkningskurver for støypåvirkning utenfor bolig som en funksjon av avstand til nærmeste vindturbin. Ikke kontrollert for støysensitivitet. N=87.

Virkningskurvene tilsier at akseptabelt plagenivå, 21 prosent mye og voldsomt plaget, først oppnås ved en kilometer ca. 1030 meter. Ettersom resultatet kan farges av at noen flere støysensitive bor nærmere boligene, har vi laget et sett kurver der vi kontrollerer for støysensitivitet – jfr figur 4.13



Figur 4.13 Virkningskurver for personer som er plaget utenfor bolig av vindmøllestøy etter avstand til nærmeste vindturbin. Korrigert for støysensitivitet. N=87.

Det gir imidlertid omtrent samme resultat ca. 975 meter.

5 Referanser

- Amundsen, A. H., Klæboe, R. & Aasvang, G. M. (2011). The Norwegian façade insulation study: Efficacy of facade insulation in reducing noise annoyance due to road traffic. *Journal of the Acoustical Society of America*, 129 (3): 9.
- Amundsen, A. H., Aasvang, G. M. & Klæboe, R. (2013). Long-term effects of noise reduction measures on noise annoyance and sleep disturbance: The Norwegian facade insulation study. *Journal of the Acoustical Society of America*, 133 (6).
- Arezes, P. M., Bernardo, C. A., Ribeiro, E. & Dias, H. (2014). Implications of Wind Power Generation: Exposure to Wind Turbine Noise. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 109 (0): 390-395.
- Brown, A. L. & van Kamp, I. (2009). Response to a change in transport noise exposure: Competing explanations of change effects. *Journal of the Acoustical Society of America*, 125 (2): 905-914.
- END. (2002). *Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise*. Tilgjengelig fra: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32002L0049>.
- Enova. (2015). *Etablering av vindkraft i Norge: Utvikling krever investeringer*. Tilgjengelig fra: <http://www.enova.no/innsikt/rapporter/etablering-av-vindkraft-i-norge/utvikling-krever-investeringer/etablering-av-vindkraft-i-norge-utvikling-krever-investeringer/868/1871/>.
- Eriksen, H. R., Ihlebæk, C. & Ursin, H. (1999). A scoring system for subjective health complaints (SHC). *Scandinavian Journal of Public Health*, 27 (1): 63-72.
- Folkehelseloven. (2012). *Lov om folkehelsearbeid (Folkehelseloven)*.
- Fyhri, A. (2000). Støy fra forsvarrets øvingsvirksomhet. Mellomundersøkelse Rødsmoen 1999, 1178/2000. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Fyhri, A. (2001). Vegpakke Drammen - Førundersøkelse av bomiljøet 1998/1999. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Fylkesmannen i Vest-Agder. (2015). *Avgjørelse i klagesak om miljørettet helsevern: Pålegg om konsekvensutredning - Lista Vindkraftverk A/S (ref. 2014/4780, 08.01.2015)*.
- Grenseverdiforskriften. (2002). *Forskrift om grenseverdier for støy*.
- Hjorthol, R., Kolbenstvedt, M., Klæboe, R. & Nondal, T. J. (1990). Bytrafikk, bomiljø og helse - resultater fra NTNF-programmet Trafikk og miljø førundersøkelser på Vålerenga/Gamlebyen i Oslo 1987, 73/1990. Oslo: Transportøkonomisk institutt. 1-2 s.
- Ihlebaek, C., Eriksen, H. R. & Ursin, H. (2002). Prevalence of subjective health complaints (SHC) in Norway. *Scand Journal of Public Health*, 30 (1): 20-9.

- Ihleback, C., Brage, S. & Eriksen, H. R. (2007). Health complaints and sickness absence in Norway, 1996-2003. *Occup Med (Lond)*, 57 (1): 43-9.
- ISO/Tc43. (2003). Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys, ISO/TS 15666. Geneva: International Organization for Standardization.
- Janssen, S. A., Vos, H., Eisses, A. R. & Pedersen, E. (2011). A comparison between exposure-response relationships for wind turbine annoyance and annoyance due to other noise sources. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 130 (6): 3746-3753.
- Klaeboe, R., Kolbenstvedt, M., Clench-Aas, J. & Bartonova, A. (2000). Oslo traffic study - part 1: an integrated approach to assess the combined effects of noise and air pollution on annoyance. *Atmospheric Environment*, 34 (27): 4727-4736.
- Klæboe, R. & Fyhri, A. (1996). Bomiljøet rundt Rødsmoen øvingsområde 1996, 1054/1996. Oslo: Transportøkonomisk institutt. 1-21 s.
- Klæboe, R. (2011). Noise and Health: Annoyance and Interference. I: Nriagu, J. O. (red.) *Encyclopedia of Environmental Health*, s. 152-163. Burlington: Elsevier.
- Knopper, L. & Ollson, C. (2011). Health effects and wind turbines: A review of the literature. *Environmental Health*, 10 (1): 78.
- Kolbenstvedt, M. & Fyhri, A. (2004). Veger til bedre bymiljø. Miljøundersøkelser Oslo Øst 1987 - 2002, 743/2004. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Lee, P. J., Hong, J. Y. & Jeon, J. Y. (2013). Assessment of rural soundscapes with high-speed train noise. *Science of the Total Environment* (0).
- Manzo, L. C. (2003). Beyond house and haven: Toward a revisioning of emotional relationships with places. *Journal of environmental psychology*, 23 (1): 47-61.
- McKelvey, R. D. & Zavoina, W. (1975). A statistical model for the analysis of ordinal level dependent variables. *Journal of mathematical sociology*, 4: 103-120.
- Miedema, H. M. E. & Oudshoorn, C. G. M. (2001). Annoyance from transportation noise: Relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environmental Health Perspectives*, 109 (4): 409-416.
- Miedema, H. M. E. (2002). Position Paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Nilsson, M., Botteldooren, D., Jeon, J. Y. & Vincent, B. (2014). Perceptual effects of noise mitigation. I: Nilsson, M., Bengtson, J. & Klæboe, R. (red.) *Environmental methods for transport noise reduction*: CRC Press.
- Nord, R. & Szilvay, P. (2014). Lista Vindkraftverk i Farsund kommune - Støymålinger. *Rapport*: Sweco.
- NVE. (2014). *Veileder - skyggekast fra vindkraftverk*: Norges vassdrags- og energidirektorat Tilgjengelig fra: <http://www.nve.no/no/Konsesjoner/Vindkraft-2/Veiledere-og-rapporter/Veileder---skyggekast/>.
- NVE. (2015). *NVE Vindkraftverk*. Tilgjengelig fra: <http://gis3.nve.no/link/?link=vindkraftverk>.

- Pedersen, E. & Persson Waye, K. (2004). Perception and annoyance due to wind turbine noise - a dose - response relationship. *Journal of the Acoustical Society of America*, 116: 3460 - 3470.
- Pedersen, E. & Waye, K. P. (2007). Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments. *Occupational and Environmental Medicine*, 64 (7): 480-486.
- Pedersen, E. & Larsman, P. (2008). The impact of visual factors on noise annoyance among people living in the vicinity of wind turbines. *Journal of Environmental Psychology*, 28 (4): 379-389.
- Petrova, M. A. (2016). From NIMBY to acceptance: Toward a novel framework—VESPA—For organizing and interpreting community concerns. *Renewable Energy*, 86: 1280-1294.
- Plan og bygningsloven. (2008). Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven).
- Proj4js. (2015). *JavaScript library to transform coordinates from one coordinate system to another, including datum transformation*. Github. Tilgjengelig fra: <https://github.com/proj4js>.
- Regjeringen. (2009). *Farsund kommune - innsigelse til Lista vindkraftanlegg*.
- Regjeringen. (2012). *Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging*.
- Schultz, T. J. (1978). Synthesis of social surveys on noise annoyance. *Journal of the Acoustical Society of America*, 64 (2): 377-405.
- SSB. (2012). *Statistikkbanken*. Tilgjengelig fra: www.ssb.no/statistikkbanken.
- Tognoli, J. (1987). Residential environments. *Handbook of environmental psychology*, 1: 655-690.
- Veileder retningslinje for støy. (2012). *Veileder til retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442/2012)*.
- Viollon, S., Lavandier, C. & Drake, C. (2002). Influence of visual setting on sound ratings in an urban environment. *Applied acoustics*, 63 (5): 493-511.
- Wikipedia. (2015). Haversine formula: Wikimedia Foundation Inc.
- Winship, C. & Mare, R. D. (1984). Regression models with ordinal variables. *American Sociological Review*, 49 (4): 512-525.

Vedlegg 1: Brev og spørreskjema

Introduksjonsbrev

«Fornavn» «Etternavn»
«Adresse_veg»
«postnummer» «Poststed»

Spørreundersøkelse om bomiljø

Transportøkonomisk institutt (TØI) har fått i oppdrag å gjennomføre en uavhengig bomiljøundersøkelse blant beboere og hytteeiere på Lista. Målet med undersøkelsen er å få mer kunnskap om forhold i bo- og nærmiljøet som kan påvirke folks trivsel og helse. I den forbindelse har TØI utformet et spørreskjema som vi håper du har mulighet til å besvare.

For å gjennomføre undersøkelsen, trenger vi din hjelp. Det er frivillig om du vil delta, men vi håper likevel at du tar deg tid til å fylle ut spørreskjemaet; det tar kun ca. 10 minutter. Om du bor/oppholder deg på flere steder er det viktig at svarene du gir gjelder for boligen på Lista.

Skjemaet besvares via internett. Gå inn på nettstedets adressen: www.toi.no/lista. Her vil du finne lenke til undersøkelsen. Svar på spørreskjemaet så raskt som mulig, og helst innen 2 uker.

Dersom flere i husstanden over 18 år ønsker å svare (som ikke har fått tilsendt eget ID-nummer), kan de delta i undersøkelsen ved å bruke ID-nummeret og legge til «a», «b» osv.
[Dette gjøres via nettsiden oppgitt ovenfor].

Ønsker du i stedet å besvare undersøkelsen ved å fylle ut vedlagte spørreskjema, er dette mulig. Skjemaet sendes til TØI i vedlagte svarkonvolutt (porto er betalt).

Ditt personlige ID-nummer er: **«Passord»**

Undersøkelsen er godkjent av Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD). Opplysningene vi samler inn vil ikke benyttes til andre formål enn denne undersøkelsen. Den innsamlede informasjonen vil behandles statistisk og rapporteres i form av gjennomsnittsverdier. Ingen enkeltperson vil dermed kunne identifiseres i ettertid. Spørreskjemaet er nummerert for at vi skal kunne ha oversikt over innkomne skjemaer. På denne måten slipper vi å sende ut påminnelser til de som allerede har svart, og vi kan relatere dine svar til egenskaper ved nærmiljøet der du bor. Identifikasjonsnummeret vil bli slettet innen 12 måneder.

Dersom du har noen spørsmål om undersøkelsen, kan du ta kontakt med prosjektleder Hanne Beate Sundfør, TØI. Gjerne på e-post (hbs@toi.no), eventuelt på telefon (90 98 25 04).

På forhånd takk!

Vennlig hilsen, For Transportøkonomisk Institutt

Hanne Beate Sundfør
Hanne Beate Sundfør
prosjektleder

Spørreskjema



Transportøkonomisk institutt
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

Spørreundersøkelse om bomiljø ID «Passord»

Spørsmålene gjelder boligen på Lista, uavhengig om den aktuelle boligen er en hel- eller delårsbolig.

1 Hvor fornøyd er du med ditt bo-/nærmiljø?

	1: Ikke for- nøyd	2	3	4	5: veldig for- nøyd	Ikke aktuelt	
Tilgang til offentlig kommunikasjon	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1
Avstand til arbeidsplass	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2
Nærhet til skole/barnehage	☐	☐	☐	☐	☐	☐	3
Stilheten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	4
Tilgang til fritidsaktiviteter	☐	☐	☐	☐	☐	☐	5
Kvaliteten på nærliggende friluftsområder	☐	☐	☐	☐	☐	☐	6
Luftkvaliteten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	7
Støynivået	☐	☐	☐	☐	☐	☐	8

2 Hva slags utearealer har du rett utenfor boligen din? Du kan merke av for flere alternativer

Hage	☐	1.
Terrasse/balkong	☐	2.
Felles utearealer	☐	3.
Ingen av delene	☐	4.

(gå til spm 4)

3 Bruker du utearealene rett utenfor boligen i sommerhalvåret?

Ja, ofte	☐	1
Ja, av og til	☐	2
Sjelden	☐	3
Aldri	☐	4

4 Har du vanligvis vindu/balkongdør åpent på dagtid når du er hjemme?

Ja, hele året	☐	1
Ja, om sommeren	☐	2
Nei	☐	3

5 Sover du med åpne vinduer?

Ja, hele året	☐	1
Ja, om sommeren	☐	2
Nei	☐	3

6 Hvordan har helsen din vært de tre siste månedene?

Svært god	☐	1
God	☐	2
Ikke helt god	☐	3
Dårlig	☐	4

+

7

7.A

7.B

7.C

Nedenfor nevnes noen alminnelige helseproblemer. Tenk tilbake på de siste 30 døgner, og om du har vært plaget av noen av disse symptomene i denne perioden

Angi antall dager plaget (omtrent) de siste 30 døgner

Er disse plagene blitt verre eller bedre i løpet av de siste to år?

	Ikke plaget	Litt plaget	En del plaget	Alvorlig plaget		Mye bedre	Bedre	Som før	Verre	Mye verre	Ikke aktuelt	
	1	2	3	4		1	2	3	4	5	6	
Forkjølelse	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	1
Hoste, bronkitt	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	2
Nakkesmerter	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	3
Smerter øverst i ryggen	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	4
Smerter i korsryggen	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	5
Smerter i armer	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	6
Smerter i skuldre	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	7
Hodepine	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	8
Migrene	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	9
Hjertebank, ekstraslag	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	10
Brystsmerter	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	11
Pustevansker	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	12
Smerter i føttene ved anstrengelser	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	13
Sug eller svie i magen	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	14
Mageknip	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	15

8					8.A	8.B	8.C					
					Nedenfor nevnes noen alminnelige helseproblemer. Tenk tilbake på de siste 30 døgner, og om du har vært plaget av noen av disse symptomene i denne perioden	Angi antall dager plaget (omtrent) de siste 30 døgner	Er disse plagene blitt verre eller bedre i løpet av de siste to år?					
	Ikke plaget	Litt plaget	En del plaget	Alvorlig plaget		Mye bedre	Bedre	Som før	Verre	Mye verre	Ikke aktuelt	
	1	2	3	4		1	2	3	4	5	6	
Løs avføring, diaré	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	1
Forstoppelse	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	2
Allergi	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	3
Hetetokter	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	4
Tretthet	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	5
Svimmelhet	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	6
Angst	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	7
Nedtrykthet, depresjon	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	8
Tinnitus	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	9
Irritabilitet	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	10
Anspenhet	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	11
Stress	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	12
9 Har du blitt diagnostisert med noen av følgende sykdommer?												
<i>Mulig å merke av for flere</i>												
Hypertensjon (forhøyet blodtrykk)												☐ 1.
Diabetes												☐ 2.
Tidligere blodpropp i hjerne eller hjerte												☐ 3.
Ingen av delene												☐ 4.
10 Har du i løpet av de siste to ukene vært plaget med noe av følgende?												
	Veldig plaget	Ganske mye plaget	Litt plaget	Ikke plaget	Vet ikke							
	1	2	3	4	5							
Stadig redd eller engstelig	☐	☐	☐	☐	☐							1
Nervøsitet, indre uro	☐	☐	☐	☐	☐							2
Følelse av håpløshet med hensyn til fremtiden	☐	☐	☐	☐	☐							3
Nedtrykt, tungsindig	☐	☐	☐	☐	☐							4
Mye bekymret eller urolig	☐	☐	☐	☐	☐							5
11 Har du problemer med hørselen?												
ja, jeg bruker høreapparat												☐ 1
ja, jeg er tunghørt eller har hørselsproblemer												☐ 2
ja, jeg har problemer med å høre enkelte lyder												☐ 3
nei												☐ 4

12 Hvor ømfintlig vil du si at du er for støy?

Meget ☐ 1
 En del ☐ 2
 Litt ☐ 3
 Ikke ☐ 4
 Vet ikke ☐ 5

13 Hvor mange ganger våkner du typisk i løpet av en natt?

Jeg sover hele natten gjennom (gå til spm 15) ☐ 1
 1-2 ganger ☐ 2
 3-5 ganger ☐ 3
 Mer enn 5 ganger ☐ 4

14 Hvor lenge er du våken før du sovner igjen?

Jeg sovner med en gang ☐ 1
 5-10 minutter ☐ 2
 10-30 minutter ☐ 3
 30-60 minutter ☐ 4
 1-2 timer ☐ 5
 Over 2 timer ☐ 6

15 Fører støy i/utenfor boligen til ulemper for deg? Fører den til at du:

	Ja, ofte	Ja, av og til	Ja, en sjelden gang	Nei	Vet ikke	
	1	2	3	4	5	
blir forstyrret når du skal hvile?	☐	☐	☐	☐	☐	1
blir forstyrret når du snakker i telefonen, hører på radio/ser på TV?	☐	☐	☐	☐	☐	2
braker utearealene ved boligen mindre enn ønsket?	☐	☐	☐	☐	☐	3
forstyrres i samtaler utendørs?	☐	☐	☐	☐	☐	4
har vanskeligheter med å konsentrere deg?	☐	☐	☐	☐	☐	5
har vansker med å sovne?	☐	☐	☐	☐	☐	6
våkner tidligere enn ønsket?	☐	☐	☐	☐	☐	7
åpner vinduene mindre enn du ellers ville gjort?	☐	☐	☐	☐	☐	8
ikke sover med åpne vinduer?	☐	☐	☐	☐	☐	9

16 Har du i løpet av de siste 6 månedene hatt helseproblemer som du tror skyldes støy?

Ja ☐ 1
 Nei ☐ 2
 Vet ikke ☐ 3

17 Opplever du at du reagerer mindre eller sterkere på støy enn familie/venner/kolleger?

Mindre ☐ 1
 Som andre ☐ 2
 Noe sterkere ☐ 3
 Mye mer ☐ 4

18 Tenk på de siste 12 månedene når du er hjemme, hvor mye er du plaget av

	vold-somt	mye	middels	litt	Ikke plaget	Ikke aktuelt	
	1	2	3	4	5	6	
støy fra vegtrafikken når du er inne i boligen din?	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1
støy fra naboer når du er inne i boligen din?	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2
støy fra vindmøller når du er rett utenfor boligen din?	☐	☐	☐	☐	☐	☐	3
støy fra vindmøller når du er inne i boligen din?	☐	☐	☐	☐	☐	☐	4
støy naboer/forbipasserende på kveld (23.00-02.00)?	☐	☐	☐	☐	☐	☐	5
støy fra vegtrafikk kveld (23.00-02.00)?	☐	☐	☐	☐	☐	☐	6
støy fra vindmøller kveld(23.00-02.00)?	☐	☐	☐	☐	☐	☐	7
støy fra landbruk og skogdrift?	☐	☐	☐	☐	☐	☐	8

Ettersom det har vært diskusjon i media om vindmøller, vil vi stille deg noen spørsmål om dette.

19 Tenk på de siste 12 månedene når du er hjemme, hvor mye er du plaget av:

	vold- somt	mye	middels	litt	Ikke plaget	Ikke aktuelt	
støy fra vindmøller?	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	1

For å sammenligne svar med de vi får i internasjonale undersøkelser vil vi at du også svarer på en tallskala fra 0-10 der **0 betyr at du ikke er plaget** og **10 betyr at du er voldsomt/ekstremt plaget** av støyenivået.
(Merk av for det alternativet som passer best)

20 Tenk på de siste 12 månedene når du er hjemme, hvor mye er du plaget av

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
støy fra vindmøller?	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1

21 Dersom du er plaget av støy fra vindmøller - Hva er det med støyen fra vindmøllene som er mest plagsom? Mulighet å krysse av for flere alternativer

Den pulserende/svisjende lyden	☐ 1.
Den skurrende lyden	☐ 2.
Vibrasjoner fra vinduer, dører el. lignende	☐ 3.
Den lave motorduren	☐ 4.

22 Kan du høre vindmøllene når du er hjemme?

Ja, ofte	☐ 1.
Ja, av og til	☐ 2.
Ja, en sjelden gang	☐ 3.
Nei	☐ 4.
Vet ikke	☐ 5.

23 Hvor plaget er du av støy fra vindmøller ved følgende tidspunkter?
(når du er inne i boligen)

	vold- somt	mye	middels	litt	Ikke plaget	Ikke aktuelt	
På dagtid, hverdager	1 ☐	2 ☐	3 ☐	4 ☐	5 ☐	6 ☐	1
På kveldstid, hverdager	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2
I helgen/på helligdager	☐	☐	☐	☐	☐	☐	3
Om natten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	4

24 Ved hvilken årstid opplever du støyen fra vindmøller er plagsomt?

Kun ett svar

Om sommeren (mai - august)	☐ 1
Om høsten (september- oktober)	☐ 2
Om vinteren (november - februar)	☐ 3
Om våren (mars -april)	☐ 4
Hele året	☐ 5
Ikke aktuelt	☐ 6

25 Påvirker støy fra vindmøller din bruk av nærliggende frilufts-/uteområder?

Ja, bruker ikke områdene på grunn av støyenivået	☐ 1
Ja, bruker områdene mindre enn ønsket	☐ 2
Nei, påvirker ikke bruken	☐ 3

26 Omtrent hvor mange vindmøller kan du se helt eller delvis når du er like utenfor din bolig?

27 Hvor plaget er du skyggekast/blink på følgende tidspunkter?
(når du er inne i boligen)

	vold- somt	mye	middels	litt	Ikke plaget	Ikke aktuelt	
	1	2	3	4	5	6	
På dagtid, hverdager	☐	☐	☐	☐	☐	☐	1
På kveldstid, hverdager	☐	☐	☐	☐	☐	☐	2
I helgen/på helligdager	☐	☐	☐	☐	☐	☐	3
Om natten	☐	☐	☐	☐	☐	☐	4

28 Ved hvilken årstid opplever du skyggekast/blink fra vindmøller er plagsomt?

Kun ett svar

Om sommeren (mai - august)	☐	1
Om høsten (september- oktober)	☐	2
Om vinteren (november - februar)	☐	3
Om våren (mars -april)	☐	4
Hele året	☐	5
Ikke aktuelt	☐	6

29 Er du engstelig på grunn av mulige helseskader fra vindmøllestøy?

Ja, svært engstelig	☐	1
Ja, litt engstelig	☐	2
Nei, ikke engstelig	☐	3

30 Ta stilling til følgende utsagn om fornybare energikilder generelt

	Helt enig 1	Delvis enig 2	Verken eller 3	Delvis uenig 4	Helt uenig 5	
Norge bør først og fremst satse utbygging av vannkraft	☐	☐	☐	☐	☐	1
Vindmøller er en viktig kilde til fornybar energi	☐	☐	☐	☐	☐	2
Reduksjon av energibruk er viktigere enn fornybar energi	☐	☐	☐	☐	☐	3
Vindmøller bør fortrinnsvis anlegges til havs hvor de ikke kommer i konflikt med lokalmiljø	☐	☐	☐	☐	☐	4
Vindmøller bør fortrinnsvis anlegges på land hvor det er mest kostnadseffektivt og billigst	☐	☐	☐	☐	☐	5
Beboere som berøres av vindmøller bør gis kompensasjon for ulempen dette medfører	☐	☐	☐	☐	☐	6
Vindmøller ødelegger landskapet	☐	☐	☐	☐	☐	7
Vindmøller utgjør en fare for fuglelivet	☐	☐	☐	☐	☐	8
Jeg synes ikke vindmøller er spesielt skjæmmende (visuelt) ..	☐	☐	☐	☐	☐	9

31 Ta stilling til følgende utsagn om vindmøller på Lista

	Helt enig 1	Delvis enig 2	Verken eller 3	Delvis uenig 4	Helt uenig 5	
Vindmøller på Lista ødelegger utsikten fra min bolig	☐	☐	☐	☐	☐	1
Jeg synes ikke vindmøllene på Lista er spesielt skjæmmende (visuelt)	☐	☐	☐	☐	☐	2
Vindmøllene skulle heller vært plassert på et annet sted – for eksempel til havs	☐	☐	☐	☐	☐	3
Jeg har sett mye negativt om vindmøllene i pressen/nyhetsbildet	☐	☐	☐	☐	☐	4
Vindmøllene på Lista er til fare for dyrelivet	☐	☐	☐	☐	☐	5
Jeg er redd for at min eiendom reduseres i verdi / blir mindre verdt p.g.a av vindmøllene	☐	☐	☐	☐	☐	6
Jeg blir irritert når jeg hører vindmøllene	☐	☐	☐	☐	☐	7

32 Hva slags type bolig bor du i?

- Leilighet ☐ 01
 Rekkehus/ 2-4 mannsbolig ☐ 02
 Enebolig/hytte ☐ 03

Annen type bolig

33 Eier du selv boligen?

- Ja ☐ 01
 Nei ☐ 02

Annet

34 Når flyttet du inn i boligen?

Skriv inn årstall

35 Bor du i den aktuelle boligen hele, eller deler av året?

- Helårsbolig (gå til spm 38) ☐ 1
 Delårsbolig ☐ 2

36 Hvilke deler av året tilbringes i den aktuelle boligen? Beskriv (f. eksempel påsken, vinterferien og helger i halvåret, sommerferien, høstferien osv.)

Beskriv

37 Omtrent hvor mange dager bruker du boligen i løpet av året?

- Om sommeren
 Om høsten
 Om vinteren
 Om våren

38 Er du mann eller kvinne?

- Mann ☐ 1
 Kvinne ☐ 2

39 Hvilket år er du født?

Skriv inn årstall

40 Hva er ditt høyeste utdanningsnivå?

- Barne- og ungdomsskolen ☐ 1
 Videregående/yrkesskole ☐ 2
 Høyskole/Universitet ☐ 3

41 Har du klaget på vindmøllene på Lista?

- Ja ☐ 1
 Nei ☐ 2

42 Er du normalt hjemme på dagtid (hverdager)?

- Ja ☐ 1
 Nei ☐ 2

43 Har du tilknytning eller høster økonomisk gevinst fra vindmøller?

- Nei ☐ 1
 Ja, ansatt i vindmøllebransje ☐ 2
 Ja, har aksjer eller eierandeler ☐ 3
 Ja, mottar økonomisk kompensasjon ☐ 4

44 Er du gift/samboer?

- Gift/samboer ☐ 1
 Bor alene/enslig ☐ 2

45 Har du hjemmeboende barn?

Ja

Nei

☐	1
☐	2

46 Hvor mange personer over 18 år er det i husholdet?

Antall

	1
----------------------	---

47 Har du noen kommentarer?

Skriv her: _____

Takk for at du tok deg tid til å svare på spørsmålene!

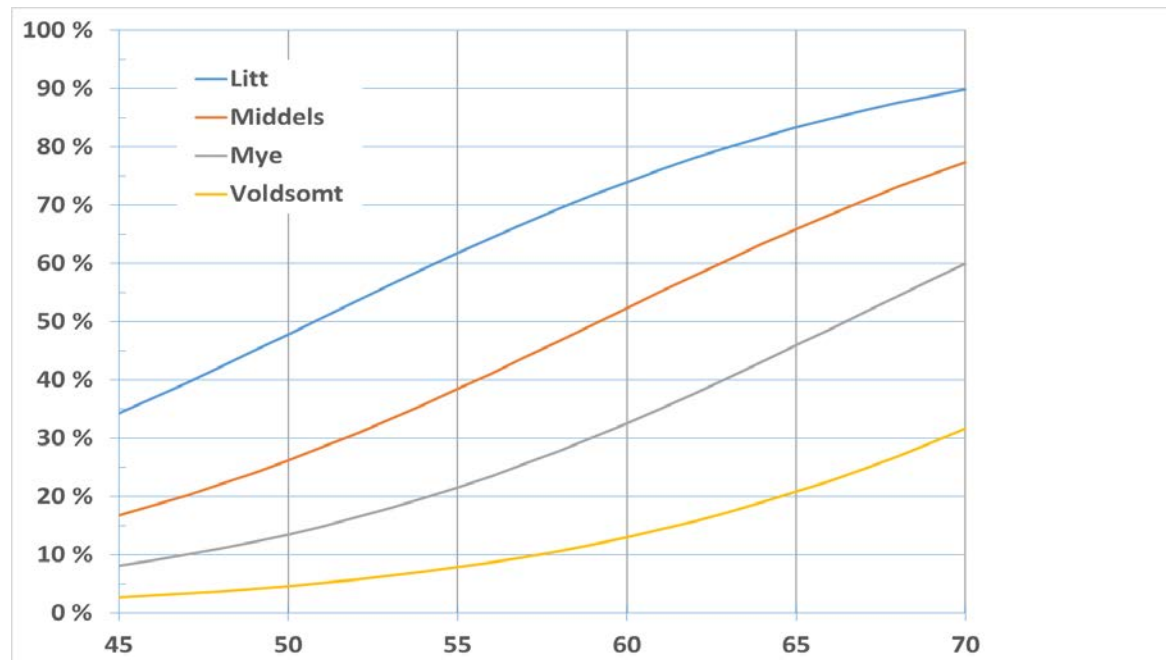
Vedlegg 2: framgangsmåte ved sammenligning av virkningskurver.

Vi tar her ikke hensyn til at svarene er framkommet under forhold som tilsier at det ier mer enn støyen som folk reagerer på, men illustrerer her mulige resonnementer som evt. kan gjentas når man har et bredere datamateriale å bygge på.

Analogibetraktning ut fra norm for vegtrafikk

Gul grense for vegtrafikkstøy går ved 55 dBA. Ved å se hvor mange som er plaget ved dette nivået, og gjøre en analogibetraktning, kan vi anslå hvor sonegrensene bør gå for støy fra vindmøller. Gitt av vi tilstreber samme beskyttelse mhp plage for de ulike støykildene og for ulike områdetyper kan vi bruke plagevurderingene som norm for hvor grensene bør ligge.

Vi har følgelig estimert en enkel logitmodell basert på dataene i fasadeundersøkelsen jfr Figur V2.1.



Figur V2.1 Virkningskurver basert på Fasadeundersøkelsen 5-delt skala. Støyplage rett utenfor bolig.

Når vi legger disse resultatene til grunn finner vi hhv 21 prosent *mye plaget* og 38 prosent *middels plaget* ved gul sonegrense for vegtrafikkstøy som går ved 55 dBA..

Det hadde vært ønskelig å supplere datamaterialet fra den norske fasadeundersøkelsen med flere respondenter som er utsatt for støyeksponering under 50 dBA.

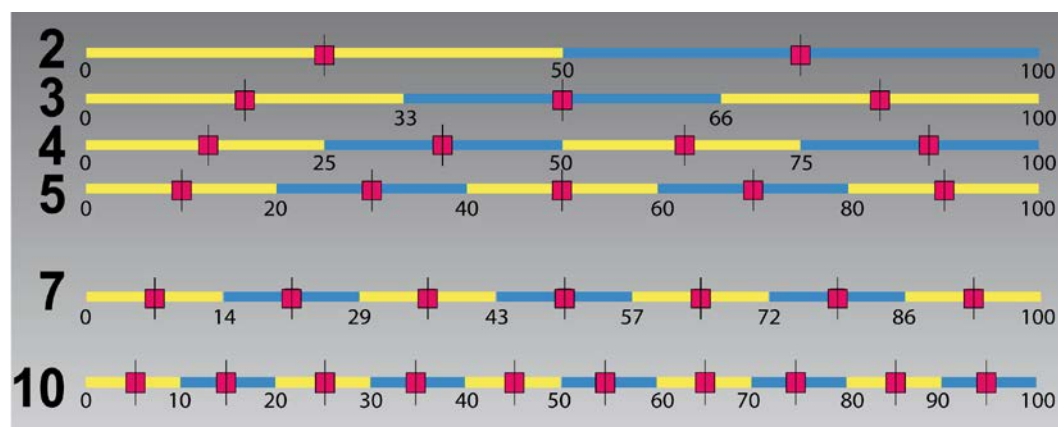
Sammenligning med utenlandske studier

Ved sammenligning av undersøkelser av folks reaksjoner har det internasjonalt vært benyttet ulike plageskalaer. I et pionerarbeid (Schultz 1978) ble det lagt til grunn en 7-delt skala. Plagegraden «meget plaget», «*highly annoyed*» HA_{72} ble brukt om dem som valgte en av de to øverste plagekategoriene for å angi grad av plage. I dag bruker en oftest fem-delt skala i tråd med anbefalingene fra ISO TS/15666 (2003).

For å sammenligne støyreaksjoner målt med skalaer med ulikt antall inndelinger, er det følgende behov for å gjøre plageresponsene sammenlignbare.

Det kan legges til grunn at skalaene er tilnærmet på intervallnivå og at graden av plage øker like mye når en går fra plagegrad 1 til plagegrad 2 som fra plagegrad 4 til 5 (Miedema 2002). På en lineær skal fra 0-1 (alternativt 0-100) vil de som overhode ikke er plaget da ha skåre 0 mens maksimal skåre er 1 (eller 100). Forutsetningen om linearitet avhenger av i hvilken grad de verbale plagekategoriene oppfattes å gi en god spredning.

Det kan være praktisk å bruke prosenter, hvor skåren går mellom 0 prosent og 100 prosent. Dernest antar man at eksempelvis en 5-delt-skala deler området fra 0 til 100 (%) i like deler – Se figur V2.2.



Figur V2.2 Skalaer med ulikt antall kategorier, kuttpunkter angitt ved overgang mellom blått og gult samt plageskåre (røde firkanter).

Overgangen mellom kategorier angis ved kuttpunkter. Midtpunktene mellom kuttpunktene (inklusive ekstremverdiene) brukes som plageskåre. Spesielt ser vi at plagegradene som inngår i estimering av andelen *highly annoyed* (% HA_{72}) dekker øverste 28% (100%-72%) av intervallet når det brukes 7-delt skala. Plagegradene til grunn for beregningen av % HA_{60} dekker imidlertid øverst 40% av plageskalaen når 5-delt skala beregnes. Dette er en rimelig stor forskjell, og tilsier at en skal være varsom med å sammenligne virkningskurver når ulike skalaer er benyttet for å måle responsen.

Tabell V2.1 Kuttpunkter og ekstremverdier for ulike skalaer med ulikt antall kategorier (J)

Boundary values and cut point(s) for 2 to 11 point scales												
J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	0 %	50.0 %	100.0 %									
3	0 %	33.3 %	66.7 %	100.0 %								
4	0 %	25.0 %	50.0 %	75.0 %	100.0 %							
5	0 %	20.0 %	40.0 %	60.0 %	80.0 %	100.0 %						
6	0 %	16.7 %	33.3 %	50.0 %	66.7 %	83.3 %	100.0 %					
7	0 %	14.3 %	28.6 %	42.9 %	57.1 %	71.4 %	85.7 %	100.0 %				
8	0 %	12.5 %	25.0 %	37.5 %	50.0 %	62.5 %	75.0 %	87.5 %	100.0 %			
9	0 %	11.1 %	22.2 %	33.3 %	44.4 %	55.6 %	66.7 %	77.8 %	88.9 %	100.0 %		
10	0 %	10.0 %	20.0 %	30.0 %	40.0 %	50.0 %	60.0 %	70.0 %	80.0 %	90.0 %	100.0 %	
11	0 %	9.1 %	18.2 %	27.3 %	36.4 %	45.5 %	54.5 %	63.6 %	72.7 %	81.8 %	90.9 %	100.0 %

Tabell V2.2 Plageskåre for hvert av responsalternativene for ulike skalaer J plagekategorier

Annoyance score associated with response j of J alternatives												
J	j=	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2		25.0 %	75.0 %									
3		16.7 %	50.0 %	83.3 %								
4		12.5 %	37.5 %	62.5 %	87.5 %							
5		10.0 %	30.0 %	50.0 %	70.0 %	90.0 %						
6		8.3 %	25.0 %	41.7 %	58.3 %	75.0 %	91.7 %					
7		7.1 %	21.4 %	35.7 %	50.0 %	64.3 %	78.6 %	92.9 %				
8		6.3 %	18.8 %	31.3 %	43.8 %	56.3 %	68.8 %	81.3 %	93.8 %			
9		5.6 %	16.7 %	27.8 %	38.9 %	50.0 %	61.1 %	72.2 %	83.3 %	94.4 %		
10		5.0 %	15.0 %	25.0 %	35.0 %	45.0 %	55.0 %	65.0 %	75.0 %	85.0 %	95.0 %	
11		4.5 %	13.6 %	22.7 %	31.8 %	40.9 %	50.0 %	59.1 %	68.2 %	77.3 %	86.4 %	95.5 %

Som en oppfølger til ISO TS/15666 ble det gjort et arbeid for å finne fram til norske plagekategorier som

- Delte skalaen i like deler
- Ga liten spredning (at graderingen ble oppfattet likt uavhengig av kjønn/alder/dialekt)

Dette arbeidet medfører at en kan ha større forventning om at plagekategoriene partisjonerer spennet i plagegraden i like deler, og at respondenter som faktisk har samme grad av plage, velger samme plagealternativ når de velger hvor de vil havne.

Analogibetraktninger på basis av A_{40} og HA_{60}

Analogibetraktningen tar utgangspunkt i virkningskurvene for hver enkelt plage grad.

For å lette sammenligningen ønsker vi å regne ut virkningskurvene for hver plagekategori basert på 5-delt skala spesielt A_{40} og HA_{60} . Kurvene som er gjengitt i Miedema 2002 gjelder imidlertid for 7-delt skala A_{50} og HA_{72} .

Det er imidlertid lett å finne de «riktige» tilsvarende Miedema-kurvene.

Virkningskurvene er beregnet ved hjelp av en gruppert regresjonsmodell (Miedema & Oudshoorn 2001). Den grupperte regresjonsmodellen anvender en probitfordeling for å angi usikkerheten i stedet for en logitfordeling og modellen inneholder også en usikkerhetskomponent som i en viss grad tar hensyn til at en estimerer gjennomsnittlige sammenhenger basert på data fra ulike undersøkelser. De resulterende virkningskurvene er svært like de en får fra en ordinal regresjonsmodell og begge analysemodellene tilhører samme klasse av statistiske modeller.

Vi har vurdert om en alternativt kunne gjennomført analogibetraktningene basert på SPI. Vi har forkastet dette. SPI er en spesiell vektning av de ulike plagegradene, og vi får derfor ikke noe mer av det sammenvækte målet enn det vi får ved å se på hver av virkningskurvene. Det er en ulempe at SPI baserer seg på en lineærtilnærming til det som er en S-formet gjennomsnittskurve. Lineærtilnærmingen avhenger følgelig av hvor på S'en dataene stammer fra. Vi har i undersøkelsen av vindmøllestøy relativt lav eksponering, mens undersøkelsen som ligger til grunn for SPI-beregningene for transportkilder ligger på midlere nivåer.

Estimert andel mye og middels plaget etter Miedema

Vi finner parameterestimaterne av EU's Position Paper (Miedema 2002) jfr. Figur V2.3.

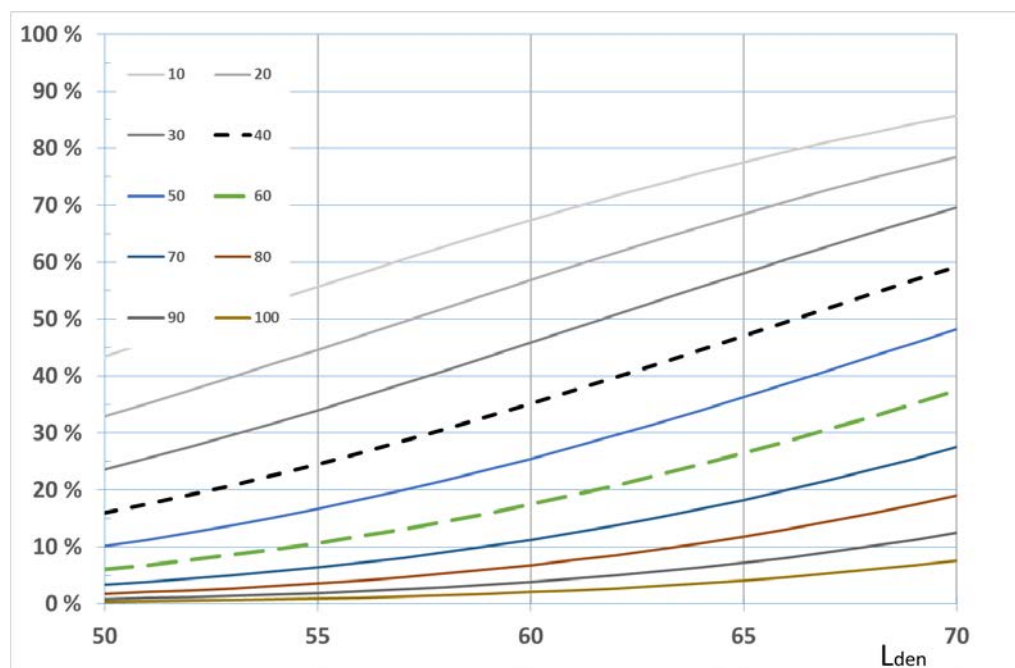
Tabell V2.3 Parameterestimer for vegtrafikkstøy.

Road traffic (total number of observations = 19 172, number of studies = 26)			
Parameter	Estimate	Standard Error	p-value
β_0	-106.97	3.91	<.0001
β_1	2.22	0.0476	<.0001
σ_0^2	150.54	42.99	0.0018
σ^2	1150.71	18.66	<.0001

Bruker man regneverktøyet Microsoft Excel kan en finne de estimerte kumulative proporsjonene av befolkningen som har minst plagegrad j med kuttpunkt K_j og eksponering E ved å sette inn i formelen:

1-NORMALFORDELING(($K_j+106,97-2,22 \cdot E$)/ROT(150,54+1150,71);0;1;SANN)

NB: Miedema bruker betegnelsen «%HA» om virkningskurven med kuttpunkt 72 og ikke 60. (For å sammenligne bakover i tid mot Schultz-kurvene). Vi har imidlertid brukt formelen over for å beregne kurvene for %HA₆₀ og %A₄₀ som er direkte sammenlignbare med de predikerte kurvene vi får fra den mer moderne 5-delte skalaen.



Figur V2.3 Virkningskurver basert på Miedema 2002 - plagegrader fra 10 til 100.

Vedlegg 3: Usikkerhet og beregninger

Tabeller – usikkerhetsintervall

Når en betrakter resultatene som en undersøkelse av den aktuelle befolkningen, vil den statistiske usikkerheten være angitt som følger:

tøi

Estimering av et prosenttall (proporsjon)

- La p angi andelen i populasjonen som har en egenskap:
- Vi estimerer denne andelen ved å bruke gjennomsnittet i utvalget:

$$\text{Variansen estimeres gjennom } \hat{v}(\hat{p}) = (1 - f) \cdot \frac{\hat{p} \cdot (1 - \hat{p})}{n - 1}$$

hvor f er utvalgsbrøken.

Har vi spurt 70% av populasjonen er $f=70\%$ og $(1-f)=30\%$.

$$\text{Når } n \ll N \quad \hat{v}(\hat{p}) \approx \frac{\hat{p} \cdot (1 - \hat{p})}{n - 1}$$

På Lista er det ca 40 prosent av populasjonen som har svart. Følgende tabell angir her konfidensgrensene eller hvor mange prosentpoeng opp eller ned svarene går. Bruk utvalgsstørrelse 80 – 8.rad i tabellen.

Tabell V3.1– usikkerhetsintervall $1.96 \cdot \text{standardfeilen}$. Ulike rader angir størrelsen på utvalget, og kolonnene prosentandelen i befolkningen som har egenskapen. Tabell spesielt for et utvalg på 40% av befolkningen og som tar hensyn til at vi undersøker en endelig populasjon.

	Absolutt feil i prosent						Konfidensgrenser (+/-) når: n/N=								40%
	1%	5%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	99%		
Utvalgsstørrelse	10	5%	11%	15%	20%	23%	25%	25%	23%	20%	15%	11%	5%		
	20	3%	8%	10%	14%	16%	17%	17%	16%	14%	10%	8%	3%		
	30	3%	6%	8%	11%	13%	14%	14%	13%	11%	8%	6%	3%		
	40	2%	5%	7%	10%	11%	12%	12%	11%	10%	7%	5%	2%		
	50	2%	5%	7%	9%	10%	11%	11%	10%	9%	7%	5%	2%		
	60	2%	4%	6%	8%	9%	10%	10%	9%	8%	6%	4%	2%		
	70	2%	4%	5%	7%	8%	9%	9%	8%	7%	5%	4%	2%		
	80	2%	4%	5%	7%	8%	8%	9%	8%	8%	7%	5%	4%		
	100	2%	3%	5%	6%	7%	7%	8%	7%	7%	6%	5%	3%		
	200	1%	2%	3%	4%	5%	5%	5%	5%	4%	3%	2%	1%		
	300	1%	2%	3%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	3%	2%	1%		
	400	1%	2%	2%	3%	3%	4%	4%	3%	3%	2%	2%	1%		
	500	1%	1%	2%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	2%	1%	1%		
	600	1%	1%	2%	2%	3%	3%	3%	3%	2%	2%	1%	1%		
	700	1%	1%	2%	2%	3%	3%	3%	3%	2%	2%	1%	1%		
	800	1%	1%	2%	2%	2%	3%	3%	3%	2%	2%	1%	1%		
	900	1%	1%	2%	2%	2%	2%	3%	2%	2%	2%	1%	1%		
	1,000	0%	1%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	1%	1%	0%		
	2,000	0%	1%	1%	1%	2%	2%	2%	2%	2%	1%	1%	0%		
	3,000	0%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%		
4,000	0%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%			
5,000	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	0%			
10,000	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	0%	0%			

Virkningskurver – usikkerhetsberegninger

Beregninger av konfidensintervall for [ordinale logitmodeller](#) er ikke enkelt tilgjengelig, vi har derfor lagt ved et par overheads som synliggjør beregningene.

Disse er dessverre kun på engelsk. (Bruk «EKSP» i stedet for EXP i Excel).

Predicted values from ordinal logit

$$\hat{P}(Y < j | X = x) = \frac{e^{t_j - X\beta}}{1 + e^{t_j - X\beta}} = \frac{e^L}{1 + e^L}$$

$$\hat{P}(Y \geq j | X = x) = 1 - \frac{e^{t_j - X\beta}}{1 + e^{t_j - X\beta}} \quad (\text{Since we want all responses exceeding a given level})$$

$$1 - \frac{e^L}{1 + e^L} = 1 - \frac{e^{t_j - X\beta}}{1 + e^{t_j - X\beta}} \quad \text{with single explanatory factor } x$$

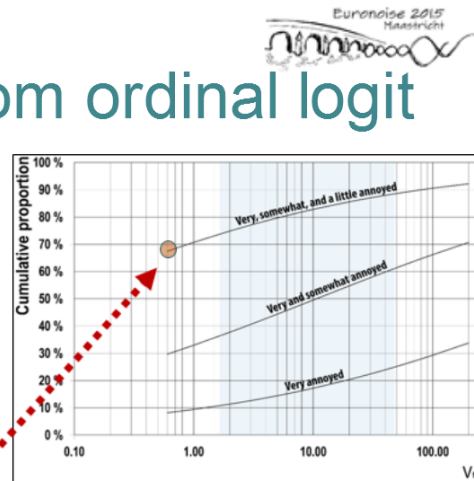
Our X is $\lg$ of exposure value: $\lg(v_f)$ as independent
First point of curve $= \lg(0.7) = -0.155$

$$L = -0.657 + (-0.155) * 0.790 = -0.535$$

SPSS output		Estimate
Thresholds	[avi = 1,00]	-0.657
	[avi = 2,00]	0.827
	[avi = 3,00]	2.235
Location	$\lg v_f$	0.790

$$P(j \geq \text{a little} | v_f = 0.7) = 1 - \frac{e^L}{1 + e^L} = 1 - \frac{e^{-0.535}}{1 + e^{-0.535}} = 0.63 = 63\%$$

Using Excel to calculate first point of first curve :
 $=1 - \text{EXP}(-0.657 - (-0.155) * 0.790) / (1 + \text{EXP}(-0.657 - (-0.155) * 0.790))$
 $=0.63 = 63\%$



Confidence bands

Asymptotically, estimated ML parameters are multinormal and L is simply a linear combination of MN variables with standard deviation σ_L

We can calculate confidence intervals from $1 - \frac{e^{L \pm 1.96 * \hat{\sigma}_L}}{1 + e^{L \pm 1.96 * \hat{\sigma}_L}}$

$$\hat{\sigma}_L^2 = \text{var}(\tau_j - X\hat{\beta}) = \text{var}(\tau_j) - 2X \text{cov}(\tau_j, \hat{\beta}) + X^2 \text{var}(\hat{\beta})$$

Note that «X» is here constant, thresholds and estimated parameters stochastic

Must ask SPSS to output covariance matrix :

	Threshold			
	[avi = 1,00]	[avi = 2,00]	[avi = 3,00]	$\lg v_f$
Threshold	[avi = 1,00]	0.07888	0.07278	0.07299
	[avi = 2,00]	0.07278	0.07848	0.07751
	[avi = 3,00]	0.07299	0.07751	0.08771
Location	$\lg v_f$	0.06591	0.06825	0.07039

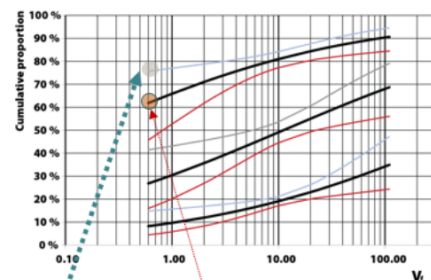
$$\hat{\sigma}_L^2 = 0.079 + (-2 * 0.066 * -0.155) + (-0.155 * -0.155 * 0.06639) = 0.10$$

$$1.96 * \hat{\sigma}_L = 1.96 \sqrt{0.10} = 0.62$$

$$= 1 - \text{EXP}(-0.657 - (-0.155) * 0.790 - 0.62) / (1 + \text{EXP}(-0.657 - (-0.155) * 0.790 - 0.62)) = 0.76 = 76\%$$

Previous equation was

$$= 1 - \text{EXP}(-0.657 - (-0.155) * 0.790) / (1 + \text{EXP}(-0.657 - (-0.155) * 0.790)) = 0.63 = 63\%$$



Vedlegg 4: Parameterestimer

Tabell V4.1 Parameterestimer for støyplage utenfor bolig fra vindmøllestøy: terskelverdier (delelinjene), samt Lden. Befolkningsreaksjoner på vindmøllestøy. Lista 2015. N=87.

Parameter Estimates								
		Estimate	Std. Error	Wald	df	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
Threshold	[vmustoy = 1,00]	4,345	1,380	9,917	1	,002	1,641	7,050
	[vmustoy = 2,00]	4,856	1,398	12,070	1	,001	2,117	7,596
	[vmustoy = 3,00]	5,700	1,427	15,962	1	,000	2,904	8,497
	[vmustoy = 4,00]	7,331	1,494	24,088	1	,000	4,403	10,258
Location	Lden	,118	,035	11,090	1	,001	,048	,187

Link function: Logit.

Kovariansmatrisen for utregning av konfidensintervall

Asymptotic Covariance Matrix						
		Threshold				Location
		[vmustoy = 1,00]	[vmustoy = 2,00]	[vmustoy = 3,00]	[vmustoy = 4,00]	Lden
Threshold	[vmustoy = 1,00]	1,904	1,917	1,940	1,968	,048
	[vmustoy = 2,00]	1,917	1,954	1,974	2,000	,049
	[vmustoy = 3,00]	1,940	1,974	2,036	2,056	,050
	[vmustoy = 4,00]	1,968	2,000	2,056	2,231	,051
Location	Lden	,048	,049	,050	,051	,001

Tabell V4.2 Parameterestimer for plage utenfor bolig fra vindmøllestøy, terskelverdier og Lden. Kontrollert for støysensitivitet. Befolkningsreaksjoner på vindmøllestøy. Lista 2015. N=87.

Parameter Estimates								
		Estimate	Std. Error	Wald	df	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
Threshold	[vmustoy = 1,00]	2,691	1,420	3,593	1	,058	-,091	5,474
	[vmustoy = 2,00]	3,296	1,434	5,284	1	,022	,486	6,106
	[vmustoy = 3,00]	4,314	1,459	8,745	1	,003	1,455	7,173
	[vmustoy = 4,00]	6,160	1,532	16,170	1	,000	3,158	9,163
Location	ldcn	,107	,035	9,532	1	,002	,039	,174
	[sensitiv1=1]	-1,494	,661	5,113	1	,024	-2,790	-,199
	[sensitiv1=2]	-1,492	,632	5,566	1	,018	-2,732	-,253
	[sensitiv1=3]	,470	,766	,376	1	,540	-1,031	1,971
	[sensitiv1=4]	0 ^a	.	.	0	.	.	.

Link function: Logit.

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

Fordeling blant de som svare mhp støysensitivitet. (benyttes under utregning av en gjennomsnittskurve med samme fordeling i befolkningen som i utvalget.

Case Processing Summary

		N	Marginal Percentage
Vindmøllestøy inne i bolig	Ikke plaget	51	59.3%
	Litt plaget	13	15.1%
	Middels plaget	13	15.1%
	Mye plaget	7	8.1%
	Voldsomt plaget	2	2.3%
Hvor ømfindtlig	Ikke	27	31.4%
	Litt	36	41.9%
	En del	11	12.8%
	Meget	12	14.0%
Valid		86	100.0%
Missing		4	
Total		90	

Tabell V4.3 Parameterestimer for plage utenfor bolig fra vindmøllestøy, terskelverdier (delelinjene), samt Lden. Kontroll for sensitivitet og om man ser en eller flere vindmøller. N=87.

Parameter Estimates

		Estimate	Std. Error	Wald	df	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
Threshold	[vmustoy = 1,00]	.564	1.750	.104	1	.747	-2.866	3.995
	[vmustoy = 2,00]	1.238	1.755	.498	1	.481	-2.201	4.677
	[vmustoy = 3,00]	2.314	1.767	1.714	1	.190	-1.150	5.778
	[vmustoy = 4,00]	4.187	1.818	5.305	1	.021	.624	7.751
Location	Iden	.067	.041	2.696	1	.101	-.013	.146
	[ser=,00]	-2.107	.780	7.299	1	.007	-3.635	-.578
	[ser=1,00]	.208	.711	.086	1	.770	-1.186	1.602
	[ser=2,00]	0 ^a	.	.	0	.	.	.
	[sensitiv1=1]	-1.488	.690	4.645	1	.031	-2.841	-.135
	[sensitiv1=2]	-1.863	.685	7.401	1	.007	-3.205	-.521
	[sensitiv1=3]	.046	.786	.003	1	.953	-1.494	1.587
	[sensitiv1=4]	0 ^a	.	.	0	.	.	.

Link function: Logit.

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

Tabell V4.4 Parameterestimer for plage utenfor bolig fra vindmøllestøy, terskelverdier (delelinjene), samt Lden med kontroll for om man synes vindmøllene er skjæmmende eller ei. N=87.

Parameter Estimates								
		Estimate	Std. Error	Wald	df	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
Threshold	[vmustoy = 1,00]	4,457	1,382	10,398	1	,001	1,748	7,166
	[vmustoy = 2,00]	5,049	1,405	12,914	1	,000	2,295	7,803
	[vmustoy = 3,00]	6,020	1,444	17,380	1	,000	3,190	8,850
	[vmustoy = 4,00]	7,759	1,523	25,943	1	,000	4,773	10,745
Location	Iden	,136	,036	14,245	1	,000	,066	,207
	[skjæmmende=,00]	-1,548	,494	9,820	1	,002	-2,517	-,580
	[skjæmmende=1,00]	0 ^a	.	.	0	.	.	.

Link function: Logit.

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

Tabell V4.5 Parameterestimer for plage utenfor bolig fra vindmøllestøy, terskelverdier (delelinjene), samt Lden med kontroll for om man ser og/eller synes vindmøllene er skjæmmende eller ei. N=87.

Parameter Estimates								
		Estimate	Std. Error	Wald	df	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
Threshold	[vmustoy = 1,00]	1.798	1.667	1.163	1	,281	-1.470	5.066
	[vmustoy = 2,00]	2.464	1.677	2.159	1	,142	-,823	5.751
	[vmustoy = 3,00]	3.493	1.698	4.233	1	,040	,166	6.820
	[vmustoy = 4,00]	5.260	1.754	8.990	1	,003	1.822	8.698
Location	Iden	,080	,041	3.794	1	,051	,000	,161
	[ser=,00]	-2.239	,764	8.580	1	,003	-3.738	-,741
	[ser=1,00]	-,428	,700	,374	1	,541	-1.801	,944
	[ser=2,00]	0 ^a	.	.	0	.	.	.
	[skjæmmende=,00]	-1.537	,510	9.071	1	,003	-2.537	-,537
	[skjæmmende=1,00]	0 ^a	.	.	0	.	.	.

Link function: Logit.

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

Tabell V4.6 Parameterestimer for plage i bolig fra vindmøllestøy, terskelverdier (delelinjene), samt Lden. Kontroll for støysensitivitet. N=87.

Parameter Estimates								
		Estimate	Std. Error	Wald	df	Sig.	95% Confidence Interval	
							Lower Bound	Upper Bound
Threshold	[vmistoy = 1,00]	7.520	2.297	10.720	1	,001	3.019	12.022
	[vmistoy = 2,00]	8.550	2.339	13.358	1	,000	3.965	13.136
	[vmistoy = 3,00]	9.923	2.392	17.215	1	,000	5.235	14.610
	[vmistoy = 4,00]	11.587	2.495	21.575	1	,000	6.698	16.476
Location	Iden	,206	,056	13.697	1	,000	,097	,315
	[sensitiv1=1]	-,873	,698	1.568	1	,211	-2.241	,494
	[sensitiv1=2]	-1.473	,691	4.550	1	,033	-2.827	-,120
	[sensitiv1=3]	,116	,796	,021	1	,885	-1.445	1.676
	[sensitiv1=4]	0 ^a	.	.	0	.	.	.

Link function: Logit.

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

Transportøkonomisk institutt (TØI)

Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningssenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transporter og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Besøks- og postadresse:
Transportøkonomisk institutt
Gaustadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no