

Rapport

Undersøkelse av støyplage ved norske flyplasser

Forfattere

Femke Gelderblom

Truls Gjestland; Idar L N Granøien



Rapport

Undersøkelse av støyplage ved norske flyplasser

EMNEORD:
plage; flystøy; akustikk

RAPPORTNR
SINTEF A27596

VERSJON
1.0

DATO
2016-03-14

FORFATTER(E)
Femke Gelderblom
Truls Gjestland; Idar L N Granøien

OPPDRAGSGIVER(E)
Forsvarsbygg

OPPDRAGSGIVERS REF.
Helge Langberg

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
60 inklusiv vedlegg

GRADERING
Unrestricted

GRADERING DENNE SIDE
Unrestricted

ISBN
978-82-14-05932-8

SAMMENDRAG

Det er gjennomført spørreundersøkelser om folks reaksjoner på støy ved fem norske flyplasser. Responsen er sammenlignet med tilsvarende undersøkelser internasjonalt. Resultatene viser at befolkningen i Norge gir uttrykk for å være mindre plaget enn gjennomsnittet internasjonalt. Resultatene indikerer at det ikke er noen grunn til å skjerpe grensene i Miljøverndepartementets retningslinje T-1442/2012 med hensyn på flystøy slik den reviderte utgaven av standarden ISO 1996 åpner for.

UTARBEIDET AV
Femke Gelderblom

KONTROLLERT AV
Rolf Randeberg

GODKJENT AV
Odd Pettersen

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjenningsprosedyre og er sikret digitalt

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn	5
2	Definisjoner og uttrykk	6
2.1	Akustiske størrrelser	6
2.2	Spesielle uttrykk	7
3	Hypoteser	8
4	Litteraturgjennomgang	9
4.1	Tidligere undersøkelser	9
4.2	Toleransenivået CTL	10
4.3	Betydningen av opphold mellom støyhendelser	11
4.4	Flyplasser med stabile eller varierende forhold	11
5	Metoder	13
5.1	Støyeksponering.....	13
5.2	Spørreskjema	13
5.3	Valg av flyplasser	14
5.3.1	Oslo - Gardermoen (OSL)	14
5.3.2	Stavanger – Sola (SVG)	15
5.3.3	Trondheim – Værnes (TRD).....	15
5.3.4	Bodø (BOO)	15
5.3.5	Tromsø – Langnes (TOS)	16
5.4	Spørreundersøkelsen og respondentutvalg	16
5.5	Analysemetoder	21
5.5.1	CTL metoden	22
5.5.2	Gjennomsnittlig plagegrad.....	23
6	Resultat og diskusjon	24
6.1	Generell plage	24
6.2	Andel "svært plaget"	28
6.3	Andel "plaget"	31
6.4	Dose-responskurver for norske flyplasser	35
6.5	"Svært plaget" vs. antall hendelser	36
6.6	Plagegrad om natten	38
6.7	Mest plagsom tid på døgnet.....	39
6.8	Mest plagsom tid på året	41
6.9	Flytting	44
6.10	Aktivt uttrykk for støyplage.....	45
6.11	Flyplassrelatert arbeid.....	46

7	Relasjon til norsk regelverk	49
8	Diskusjon og konklusjoner.....	50
	Referanser	53
A.1	Spørreskjema	55
	A.1.1 Spørreskjema benyttet for Bodø og Trondheim.....	55
	A.1.2 Spørreskjema benyttet for Gardermoen, Stavanger og Tromsø	58

1 Bakgrunn

Forsvarsbygg og SINTEF har gjennomført et felles forskningsprosjekt for å kartlegge forskjeller i støyplage mellom flyplasser med ulike former for trafikk. Man antok i utgangspunktet at militær og sivil flytrafikk ville kunne vurderes ulikt med hensyn på støyplage på grunn av svært ulikt operasjonsmønster. Det var planlagt undersøkelser ved tre flyplasser: en med utelukkende sivil trafikk, en med utelukkende militær trafikk og en flyplass med en blanding av sivil og militær trafikk.

Prosjektet ble innledet med et oppstartsseminar i januar 2014. Foruten medarbeidere fra Forsvarsbygg og SINTEF deltok også Irene van Kamp, Nederland, og Dirk Schreckenber, Tyskland. Disse er anerkjente forskere innen fagfeltet og har publisert flere arbeider om støyplage og spørreundersøkelser. På seminaret ble våre planer inngående diskutert, spesielt med hensyn på metodikk og utforming av spørreskjemaet.

Vi valgte et profesjonelt markedsundersøkelsesfirma, Ipsos MMI, til å stå for den praktiske gjennomføringen av spørreundersøkelsene samt den grunnleggende databearbeidingen.

Spørreundersøkelsene ble påbegynt våren 2014. To flyplasser ble undersøkt: en sivil og en sivil/militær. En foreløpig analyse av de første resultatene førte imidlertid til endring av prosjektplanene.

Det viste seg at folk ved disse flyplassene var langt mindre plaget av støy enn det man skulle ha forventet ut fra vanlig brukte dose-responskurver. Dessuten var det praktisk talt ingen forskjell i støyplagen mellom de to flyplassene. Samtidig ble man kjent med arbeid internasjonalt som pekte mot en revisjon av eksisterende dose-responskurver. Det var publisert flere rapporter som indikerte at flystøyplagen ved et gitt nivå var økende.

Da våre foreløpige resultater ikke indikerte den samme økning i støyplagen i forhold til eksisterende dose-responskurver, ble det besluttet å utvide undersøkelsen til å omfatte flere norske flyplasser for å få et mer representativt resultat for norske forhold.

Prosjektet ble organisert som et samarbeid mellom Forsvarsbygg og SINTEF der SINTEF bidro med 25 % av finansieringen og Forsvarsbygg 75 %.

2 Definisjoner og uttrykk

I denne rapporten er det benyttet standardiserte måleenheter, begreper og uttrykk så langt det har vært praktisk mulig. For å lette sammenlikningen med resultatene fra tilsvarende undersøkelser som har vært publisert tidligere, er det i enkelte tilfelle benyttet størrelser og uttrykk basert på "etablert sedvane" selv om disse vil kunne avvike noe fra standard.

2.1 Akustiske størrelser

L_{ASmaks}	Det A-veide maksimumsnivået for en støyhendelse (f.eks. en landing) målt med tidskonstant "slow", 1 sek. I flystøysammenheng benyttes ofte den forenklede skrivemåten L_{maks} eller L_{maks} , idet A-veiging og 1 sek integrasjonstid er underforstått.
L_{pA}	Momentant A-veid lydtryknivå
L_{ct}	Community tolerance level. Det støynivået der 50 % av befolkningen er "svært plaget". Størrelsen brukes for å karakterisere responsen i et område eller befolkningsgruppe. I løpende tekst benyttes skrivemåten CTL.
L_{den}	Tidsveid ekvivalentnivå med 5 dB tillegg for kveld (19–23) og 10 dB tillegg for natt (23–07). Størrelsen skal normalt beregnes som et gjennomsnitt for hele året. Dette er hovedindeksen i det norske støyregelverket, og indeksen som anbefales av EU for å beskrive vanlig samfunnsstøy. I løpende tekst benyttes skrivemåten DENL.
L_{dn}	Tidsveid ekvivalentnivå med 10 dB tillegg for natt (22–07). Brukes internasjonalt på samme måte som DENL. I løpende tekst benyttes skrivemåten DNL.
L_{Aeq}	A-veid ekvivalentnivå. Korrekt skrivemåte i henhold til ISO er L_{pAT_T} , der T angir midlingstiden, f.eks. døgn. I løpende tekst benyttes ofte LAEQ eller bare LEQ
NAxx	Antall hendelser hvor L_{ASmaks} er over nivået xx, f.eks. NA55 eller NA70.
Loudness	Subjektiv hørestyrke. Kurver med lik hørestyrke viser lydtryknivå over frekvensspekteret som angir hva lytteren oppfatter som konstant hørestyrke når lyden presenteres i form av konstante rentoner.

2.2 Spesielle uttrykk

Tidsveid ekvivalentnivå	A-veid ekvivalentnivå med tillegg for støy på bestemte tider av døgnet, f eks L_{den} , L_{dn} etc.
Plaget	"Plaget" er den norske oversettelsen av "annoyed". "Plaget" angir de øverste 50 % av plageskalaen. Folk som angir en grad av plage som ligger over 50 % av plageskalaen er altså "plaget" av støy. "Plaget" tilsvarer i denne rapporten de seks øverste trinnene på en 11-punkt skala ($6/11 = 0.545$).
Svært plaget	"Svært plaget" er den norske oversettelsen av "highly annoyed". "Svært plaget" angir de øverste 27 % av plageskalaen ¹ . Folk som angir en grad av plage som ligger over 73 % av plageskalaen er altså "svært plaget" av støy. "Svært plaget" tilsvarer ganske nøyaktig de tre øverste trinnene på en 11-punkt skala ($3/11 = 0.272$). Det er andel "svært plaget" som vanligvis angis i de velkjente dose-responskurvene for støyplage.
Plagegrad	Plagegrad er den norske oversettelsen av "annoyance score". Tallverdien i prosent for svaret på vurdering av støyplage. Hele den oppgitte skalaen betegnes som 100 %. En plagegrad på 50% angir altså "middels plaget".
Loudness funksjon	Subjektiv hørestyrke som funksjon av støynivå, gjerne uttrykt i DNL.

¹ I andre undersøkelser varierer andelen mellom 25 og 30 % av øverste del av skalaen.

3 Hypoteser

Utgangspunktet for hele studien var å teste om støyplagen ved militære kampflybaser var signifikant forskjellig fra flyplasser med sivil trafikk. Bak denne hypotesen lå en antakelse om at operasjonsmønsteret, det vil si hvordan flytrafikken fordelte seg over døgnet, hadde betydning for støyplagen. På kampflybaser er det en konsentrasjon av trafikk om morgenen og tidlig på ettermiddagen, men ellers liten aktivitet med unntak av spesielle øvelsesperioder, mens trafikken på en sivil flyplass er mer jevnt fordelt ut over hele dagen og kvelden og også med noe regulær nattrafikk.

Etter at det var gjennomført intervju på de to første flyplassene og etter en foreløpig analyse av resultatene, ble fokus for studien noe endret. Samtidig ønsket vi imidlertid å beholde spørreskjemaet uendret. Vi omformulerte derfor hypotesen slik at vi ønsket å finne om *antall hørbare flyoperasjoner i løpet av døgnet var av betydning for støyplagen*. Bak denne hypotesen lå en antakelse om at ved et lavt antall flybevegelser i døgnet ville man også oppleve lengre perioder uten flystøy. Vi vet at støypauser er gunstig for å redusere skaderisiko for hørselen og det er nærliggende å anta at det samme gjelder for støyplagen.

En annen hypotese som ble aktualisert av nye publikasjoner om påstått økning i støyplagen i forhold til tidligere år, var hvorvidt den generelle situasjonen ved flyplassen var av betydning: *Støyplagen ved såkalte LRC²-flyplasser (i henhold til klassifiseringen til Janssen og Guski (2015)) er lavere enn ved HRC-flyplasser*. Ved LRC-flyplasser er det stabile forhold, mens HRC-flyplasser har endringer som medfører offentlig debatt o.l. Betegnelsene er nærmere redegjort for i Kapittel 4.4.

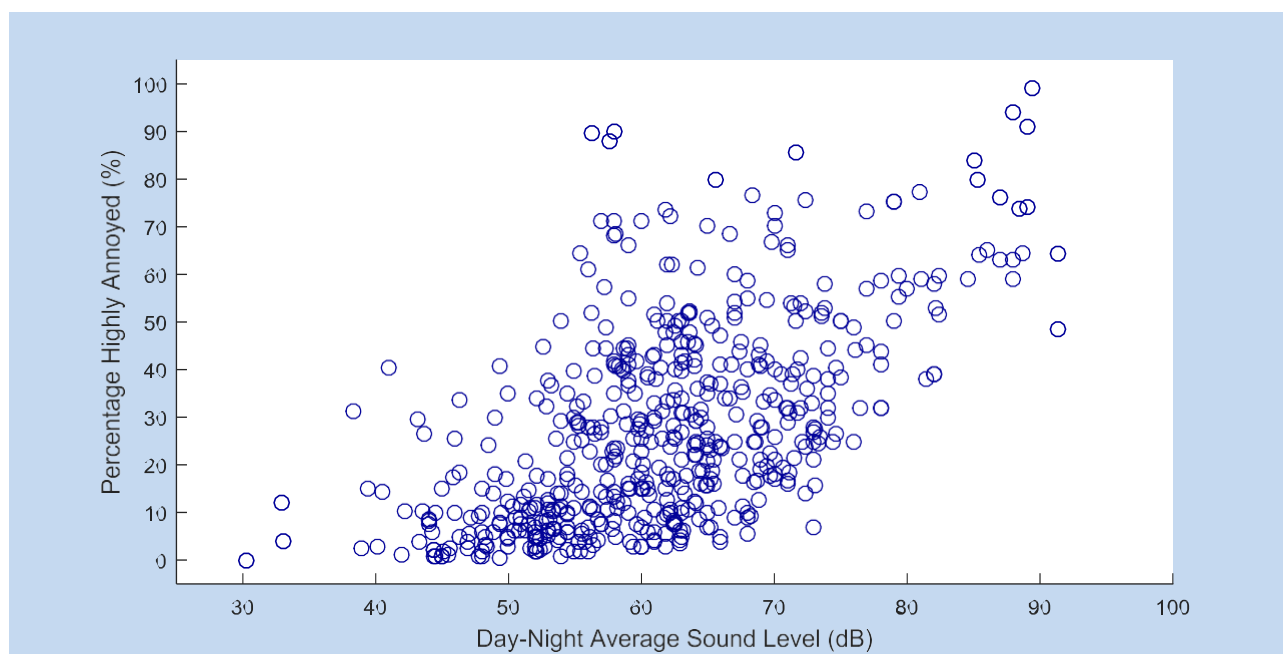
² LRC Low Rate of Change, HRC High Rate of Change, se kapittel 4.4 for nærmere beskrivelse.

4 Litteraturgjennomgang

4.1 Tidligere undersøkelser

De første større undersøkelsene av sammenhengen mellom støyeksponering og plage ble gjennomført på 1960-tallet, og senere har det vært gjennomført en rekke slike undersøkelser. Standardisering har ført til at det har blitt enklere å sammenlikne resultat fra ulike undersøkelser, og det er etter hvert gjort mange forsøk på å finne generelle sammenhenger basert på responsdata fra ulike undersøkelser.

Figur 4-1 viser omkring 450 datapunkt fra tidligere undersøkelser om flystøy. Hvert punkt representerer aggregerte data fra en undersøkelse og viser andelen "svært plaget" som funksjon av støynivået.



Figur 4-1. Data fra tidligere undersøkelser om sammenhengen mellom eksponering til flystøy og andelen svært plaget (Fidell *et al.*, 2011).

Det er stor spredning i resultatene. Ved et eksponeringsnivå på DNL 53 dB, som omtrent tilsvarer yttergrensen til "gul sone", finner vi en andel svært plaget som varierer mellom null og ca 50 prosent. Tilsvarende vil man finne en andel på 10 % svært plaget for eksponeringsnivå som varierer over et område på ca 40 dB, fra vel DNL 30 dB til noe over DNL 70 dB. Nivået som gir en andel svært plaget på 10 % var i utgangspunktet tenkt å definere yttergrensen på "gul sone". Betrakter man data fra en og en undersøkelse blir naturligvis spredningen mindre.

Man kan benytte ulike teknikker for å tilpasse en kurve til et eksisterende datasett, og på den måte få en "midlere dose-responsfunksjon". Det er et datasett tilsvarende det i **Figur 4-1** som er utgangspunktet for den såkalte "Miedema-kurven" for flystøy (Miedema og Oudshoorn, 2001), som det refereres til i EUs støydirektiv (European Union, 2002).

Støynivået alene har sjelden vist seg å forklare mer enn omkring 25-30 % av variansen i plagegrad (Bartels *et al.*, 2015; Guski, 1999; Schreckenber og Schuemer, 2010). I tillegg blir plagegraden bestemt i større eller mindre grad av andre (ikke-dosebaserte) variable. Dette vil kunne variere med nivået. Ved høye

eksponeringsnivå er det naturlig å tenke seg at støyen blir så dominerende at den i hovedsak bestemmer responsen, altså hvor stor grad av plage respondenten opplever. Ved lavere eksponeringsnivå er det naturlig at andre faktorer kan bli mer dominerende. Dette kan være både akustiske og ikke-akustiske variabler. Blant akustiske (ikke-dosebaserte) variable kan f.eks. antall flybevegelser, maksimumsnivå for hver flybevegelse, varigheten av stille perioder (uten flybevegelser), osv. tenkes å kunne påvirke plageresponsen.

Miedema og Vos (1999) har gjort en analyse av 34 undersøkelser om samferdselsstøy med til sammen over 40 000 respondenter. De fant f.eks. at personer som uttrykte stor frykt for at det kunne skje en ulykke i forbindelse med støykilden, var mye mer plaget enn gjennomsnittet. Deres toleransenivå var forskjøvet nesten 20 dB. Det vil si at de ga uttrykk for samme støyplage ved et nivå som lå nesten 20 dB under gjennomsnittet. Tilsvarende var toleransenivået til personer som betraktet seg selv som spesielt støyfølsom, over 10 dB lavere enn gjennomsnittet. For andre demografiske forhold fant de bare små forskjeller, 1-2 dB.

Fields (1993) gjorde en analyse av resultat fra 136 forskjellige støyundersøkelser (vei-, bane- og flystøy) for å finne i hvilken utstrekning ulike personlige og situasjonsbestemte variable påvirket responsen. Han fant at følgende tre personlige egenskaper påvirket responsen: Personer som var støyfølsomme, personer som var redd for at det kunne skje ulykker og folk som mente at støyen kunne reduseres eller burde vært unngått, var klart mer plaget enn gjennomsnittet. En noe mindre, men likevel tydelig sammenheng, fant han mellom uttrykt støyplage og andre ikke-støyrelaterte plager. Folk som ga uttrykk for å være plaget av andre forhold enn støy, var også relativt mer plaget av støy enn gjennomsnittet.

Fields fant dessuten at plageresponsen bare i liten grad var påvirket av demografiske variabler som kjønn, alder, inntekt, utdanning, botid i området, og, overraskende nok, tid man tilbrakte hjemme. Hjemmeværende personer kan altså antas å være like mye plaget av støy der de bor, som personer som er borte fra hjemmet store deler av dagen. Dette kan tyde på at eksponering utenfor vanlig arbeidstid er avgjørende for responsen.

En annen viktig konklusjon fra Fields analyse var at selv ved lave eksponeringsnivå under DNL 55 dB og helt ned mot DNL 40 dB kan det være en viss andel personer som er svært plaget av støy, og det er en klar positiv korrelasjon mellom uttrykt plage og eksponeringsnivået også ved svært lave nivå. Graden av plage øker altså med økende støyinnivå. Denne sammenhengen kan det av og til være vanskelig å oppdage fordi plageresponsen kan være dominert av andre faktorer.

"Bakgrunnsstøyen" i området, i denne sammenhengen definert som all støy som ikke kommer fra flytrafikken, kan tenkes å påvirke støyplagen. Det er nærliggende å anta at et høyt bidrag av støy fra andre kilder, vil kunne påvirke hvordan man reagerer på støy fra en bestemt kilde. Dette har vært studert av bla. J M Fields som gjorde en analyse av resultatene fra 33 eksisterende støyundersøkelser der det fantes opplysninger om ulike kilder (ca. 70 000 respondenter). Han konkluderte med at "bakgrunnsstøyen" ikke påvirker svarene i en spørreundersøkelse i særlig grad. Når folk blir bedt om å vurdere plage fra flystøy, får man altså ganske konsistente svar uavhengig av om det er et større eller mindre innslag av veitrafikkstøy i området (Fields, 1998).

4.2 Toleransenivået CTL

Det er vanlig å angi andelen av respondentene som er svært plaget som funksjon av et årsmidlet, tidsveid støyinnivå, DNL (eller eventuelt DENL). For sammenlikning av forholdene ved ulike flyplasser er det imidlertid ønskelig å kunne beskrive graden av støyplage (forekomst av andelen svært støyplagede) på en mest mulig enkel måte. Den nyeste utgaven av den internasjonale standarden ISO 1996 beskriver en metode basert på den såkalte *community tolerance level*, CTL (International Standards Organisation, 2015).

Ved hjelp av denne metoden beskrives støyplesituasjonen med en enkel tallstørrelse, CTL (L_{ct}). Denne størrelsen vil kunne variere fra flyplass til flyplass, og forskjeller i CTL-verdi angir om man er mer eller mindre støyplaget enn gjennomsnittet. Differansen i CTL angir direkte hvor mye mer eller mindre støy man "tåler" for å uttrykke samme grad av støyplesituasjonen.

CTL-metoden har vist seg å være svært robust, og krever relativt få respondenter. I og med at selve funksjonen er gitt, behøves i prinsippet bare ett datapunkt for å låse dose-responskurven til eksponeringsaksen. Det kan imidlertid være praktisk å velge tre til fem punkter som dekker det sentrale intervallet av eksponeringsnivå (Gjestland *et al.*, 2013). En økning i antall datapunkter (det vil si antall respondenter) gir bare små utslag i den beregnede CTL-verdien.

CTL-metoden gir altså ganske sikre dose-responskurver med relativt liten innsats med hensyn på antall respondenter og omfang av spørreskjemaet. CTL-verdien er en slags "samleverdi" for alle faktorer som påvirker responsen både akustiske og ikke-akustiske. Imidlertid gir det begrensede omfang av spørreskjema mindre muligheter for å kartlegge hvilke enkeltfaktorer som er viktigst i de ulike tilfellene.

4.3 Betydningen av opphold mellom støyhendelser

Nyere forskning har sett på muligheten av at stille perioder mellom støyhendelsene kan ha betydning for reaksjonen på flystøy. Hudson (2015) har f.eks. funnet at slike opphold gir lavere støyplesituasjon i en befolkning sammenlignet med en som har samme ekvivalentnivå uten stille perioder. Fenomenet "pusterom" (engelsk: respite) i støyeksponeringen, og spesielt opphold i støyeksponeringen som er forutsigbare, viser seg å være gunstig med hensyn på støyplesituasjonen.

Griefahn *et al.* (2007) fant at kjøretøy som passerte gruppevis med stille pauser i mellom ga mindre plage og hadde mindre innflytelse på mental ytelse enn om den samme trafikkmengden var jevnt fordelt i tid.

Det finnes også noen litteraturreferanser med analyse av sammenhengen mellom flystøyplesituasjon og antall støyhendelser pr. døgn. Målestørrelsen for antall hendelser har vært basert på antallet med maksimumsnivå som overstiger et definert nivå xx [dBA], uttrykt som NA_{xx} .

Schreckenberget *et al.* (Schreckenberget *et al.*, 2010) fant således at støyplesituasjonen var korrelert med NA_{55} , men de fant en sterkere korrelasjon mellom plagegrad og ekvivalentnivået. Det er i andre undersøkelser observert en tydelig sammenheng mellom støyplesituasjon og NA_{70} (Björkman *et al.*, 1992; Nilsson *et al.*, 2013; Rylander og Björkman, 1997; Schreckenberget *et al.*, 2010; Southgate, 2000).

I høyesterettsdommen "Flystøy Gardermoen - erstatning til grunneiere" (HR-2006-00731-A) (Norges Høyesterett, 2006) ble det lagt vekt på det at man med hovedflyplassen hadde fått et stort antall daglige flybevegelser med så høyt støynivå at utendørs samtale ble forstyrret, mens man ikke lenger hadde de meget støyende flybevegelser som hadde resultert i like høye ekvivalentnivåer som for eksempel på Fornebu. Dette var en viktig del av begrunnelsen for at naboene ble tilkjent erstatning.

4.4 Flyplasser med stabile eller varierende forhold

Janssen *et al.* (2011) gjorde en studie av utviklingen i støyresponsen over tid. Hypotesen var at ved et gitt støynivå (DNL) er folk mer plaget nå enn de var for 30-40 år siden. I den forbindelse delte de flyplassene i to grupper og brukte begrepene "low-rate-of-change airport" (LRC) og "high-rate-of change airport" (HRC) om disse. Ved en LRC-flyplass er situasjonen karakterisert ved en gradvis økning i trafikken over tid. Ved en HRC-flyplass har man derimot kunnet hatt brå endringer i trafikksituasjonen og i måten flyplassen opereres på. Endringene eller planer om endringer er dessuten gjerne ledsaget av stor medieoppmerksomhet, og gir ofte opphav til organiserte beboeraksjoner (underskriftskampanjer, protestdemonstrasjoner, etc.). Janssen

et al. fant at folk som bor nær en HRC-flyplass er generelt mer plaget av flystøy enn de som bor ved en LRC-flyplass. Også bare en forventning om at trafikksituasjonen kommer til å endres, fører til en økning i plageresponsen, (Hatfield og Job, 1998; Job og Hatfield, 2003; Schreckenber og Meis, 2006). Forskjellen mellom de to "klassene", HRC og LRC, er altså ikke betinget av spesielle endringer i støysituasjonen. En flyplass kan godt defineres som type HRC selv om det ikke har skjedd noen endringer i DNL-nivået for folk i området.

Janssen og Guski (2015) definerte en HRC-flyplass som et sted der det i perioden 3 år før spørreundersøkelsen hadde funnet sted brå endringer i trafikk- eller operasjonsmønster, eller at det i samme periode var lansert planer om slike endringer, eller at det i samme periode hadde vært en offentlig debatt om støy- og andre miljøforhold ved flyplassen.

Janssen og Guski nøyde seg med å konstatere at det var forskjeller mellom LRC- og HRC-flyplasser, men tok ikke hensyn til dette i sine analyser. De konkluderte derfor med at ved et eksponeringsnivå på $L_{dn} = 55$ dB var omkring 10 % svært plaget i 1960, og denne andelen var økt til omkring 30 % i 2000. En tilsvarende konklusjon ble presentert i Hyena-studien som omfattet seks europeiske flyplasser (Babisch *et al.*, 2009).

Gjestland *et al.* (2015) har foretatt en analyse av tilgjengelige data fra flystøyundersøkelser fra tidlig 1960-tallet og frem til i dag, og benyttet samme klassifisering i LRC og HRC-flyplasser som Janssen og Guski. I deres analyse inngikk også det samme datamaterialet som Janssen og Guski benyttet. Gjestland *et al.* behandlet de to "klassene" hver for seg, og fant at flystøyplagen var tilnærmet konstant over de siste 50 årene. Det vil si at folk i dag uttrykker like stor plage ved et gitt støynivå som de gjorde for 50 år siden, men det er en forskjell i responsen tilsvarende en nivåforskjell på $8 \text{ dB} \pm 5 \text{ dB}$ mellom de to "klassene". Folk ved en HRC-flyplass er altså mindre støytolerante, og uttrykker en gitt grad av støyplage ved et nivå som ligger omkring $8 \text{ dB} \pm 5 \text{ dB}$ lavere enn tilsvarende for en LRC-flyplass.

For å kvalifisere som en "high-rate-of-change" flyplass slik vi bruker betegnelsen, er det antakelig ikke nok at det har skjedd store (og brå) endringer i trafikken med mulige tilhørende endringer i støybildet. En analyse av eksisterende data fra andre undersøkelser (Fidell *et al.*, 2011; Gjestland *et al.*, 2015) tyder på at endringen også må ha utløst en generell frykt for at støysituasjonene vil bli mye verre, og at vedtak om endringer er blitt møtt med "offentlig motstand" i form av organiserte protestaksjoner, "pressgrupper" og liknende, gjerne fulgt opp av stor medieomtale og langvarige prosesser i rettsapparatet. Det er stor spredning i CTL-verdiene for slike flyplasser. Det kan synes som om støytoleransen avtar i takt med omfanget av protestaksjoner og medieomtale (Schreckenber *et al.*, 2010).

5 Metoder

Sammenhengen mellom støyplogen og støyekspneringen skulle kartlegges ved hjelp av en spørreundersøkelse. Man stiller da spørsmål til et representativt utvalg av den aktuelle befolkningen og behandler svarene statistisk (på gruppenivå). Valgte flyplasser var Bodø, Trondheim/Værnes, Oslo/Gardermoen, Stavanger/Sola og Tromsø/Langnes.

5.1 Støyekspnering

Støyen hos respondenten ble beregnet ved hjelp av flystøyprogrammet NORTIM. Som inngangsdata ble benyttet gjennomsnittlig aktivitet i de siste 12 måneder forut for spørreundersøkelsen for Bodø og Trondheim, hele kalenderåret 2014 for Stavanger og Tromsø og et representativt utvalg uker for 2013 for OSL. Inngangsdata inneholder opplysninger og trafikkvolum, flytyper, trasébruk, osv. Etter at intervjuene var gjennomført, og man hadde informasjon om adressen til respondenten, ble støynivået beregnet hos hver enkelt respondent. Til dette benyttet vi data fra Norsk Eiendomsinformasjon (GAB-registeret) som gir geografiske koordinater til alle bygninger i Norge.

Følgende størrelser ble beregnet:

- årsmidlet tidsveiet ekvivalentnivå, DNL,
- midlere antall støyhendelser over henholdsvis 55 dBA og 70 dBA,
- ekvivalentnivået for de forskjellige delperiodene av dagen.

Støynivået som beregnes for hver respondentadresse, foreligger med 0.1 dB oppløsning.

Beregningsnøyaktigheten i NORTIM er målt til under ± 0.5 dB for OSL hvor input er basert på radar. For de øvrige modelleres flytraséer basert på prosedyrebeskrivelser med en statistisk spredningsmodell og her vil vi estimere nøyaktigheten til ± 1 dB.

5.2 Spørreskjema

Det var bestemt at intervjuene skulle gjøres på telefon, og av tidsmessige årsaker var det nødvendig å begrense antall spørsmål slik at intervjuet kunne gjennomføres på omkring 7 minutter. Et mer omfattende intervju ville ta lengre tid, og det blir da vanskeligere å rekruttere tilstrekkelig mange respondenter, samtidig som kostnadene forbundet med selve intervjuet og den påfølgende tilordning av eksponeringsdata ville bli større.

Det finnes standardiserte metoder for spørreundersøkelser om flystøyploge (International Standards Organisation, 2003). Metoden er beskrevet på engelsk. Det er imidlertid også gjort et omfattende arbeid med å utarbeide spørreskjema på alternative språk (Fields *et al.*, 2001). Standarden anbefaler at det benyttes to spørsmål der graden av plage vurderes på en verbal 5-punktskala og en numerisk 11-punktskala. Den norske versjonen av disse spørsmålene lyder:

- 1) *Tenk etter på støysituasjonen de siste 12 månedene. Hvor plaget er du av støy fra flytrafikk når du er hjemme? Er du voldsomt plaget, mye plaget, ganske plaget, litt plaget eller ikke plaget?*
- 2) *Angi på en skala fra null til ti hvor plaget du er av støy fra flytrafikk når du er hjemme. Hvis du ikke er plaget, velger du null. Hvis du er voldsomt plaget, velger du ti. Hvis du vurderer støyplogen mellom disse grensene, velger du et tall mellom null og ti. Tenk etter støysituasjonen de siste 12 månedene. Hvilket tall mellom null og ti angir hvor plaget du er av støy fra flytrafikk når du er hjemme?*

Ved å benytte disse spørsmålene kan resultatet av undersøkelsen sammenliknes direkte med tilsvarende undersøkelser i andre land.

I tillegg til disse hovedspørsmålene ble det også spurt om når på dagen/året flystøyen ble opplevd mest plagsom, om man ble vekket om natten og hva slags flyaktivitet som opplevdes mest plagsom. Dessuten var det en del demografiske spørsmål (alder, botid på denne adressen, eierskap til bolig etc.) For de tre siste flyplassene i undersøkelsen ble det også tatt med et spørsmål om eventuelle flytteplaner. Hele spørreskjemaet er gjengitt i vedlegg 1.

5.3 Valg av flyplasser

Fem flyplasser ble valgt til å inngå i undersøkelsen. De var: Oslo-Gardermoen (OSL), Stavanger-Sola (SVG), Trondheim-Værnes (TRD), Bodø (BOO) og Tromsø-Langnes (TOS). Spørreundersøkelsene ved Værnes og Bodø ble gjennomført i løpet av mai 2014, mens de øvrige ble undersøkt i mai 2015.

Tabell 5-1. Karakteristiske størrelser for de undersøkte flyplassene.

Flyplass	IATA kode	Antall 1000 passasjerer per år ³	Flybevegelser (avganger og landinger)	Dimensjonerende flytype(r)
Oslo-Gardermoen	OSL	24 230	248 550	B-737
Stavanger-Sola	SVG	4 710	93 916	B-737
Trondheim-Værnes	TRD	4 409	64 981	B-737
Bodø	BOO	1 703	54 824 ⁴	F-16 og B-737
Tromsø-Langnes	TOS	2 007	46 633	B-737

5.3.1 Oslo - Gardermoen (OSL)

Oslo - Gardermoen ble åpnet i sin nåværende form som hovedflyplass for Østlandsområdet senhøsten 1998. Med denne endringen ble det etablert en parallell rullebane til den da eksisterende. Gardermoen hadde inntil da i flere år vært brukt for langdistansefly og chartertrafikk med en relativt høyere andel trafikk på natt. I tillegg var flyplassen hjemmebane for militære transportfly.

Selv om det hadde vært en viss flytrafikk fra tidligere, må vi kunne betrakte flyplassen som "ny" fra høsten 1998. En rekke boliger ble kjøpt opp og sanert i forbindelse med etableringen og et større program med støyisolering av boliger ble gjennomført i tråd med bestemmelsene pålagt utbygger. Likevel pågikk det i etterkant en lang prosess i rettssystemet mellom flyplasseier og over 200 naboer om de ulempene den nye driften medførte. Foreløpig sluttstrek ble satt i 2006 da Høyesterett fastsatte erstatning etter Grannelova til de berørte grunneierne, både begrunnet med støy, men i enkelte tilfeller begrunnet i forringet bomiljø. Den sentrale konklusjonen i dommen var at utviklingen av støyen fra hovedflyplassen ikke var "venteleg", slik Grannelova definerer det. Erstatning ble imidlertid bare tilkjent de grunneierne som var en del av den juridiske prosessen. Opprinnelig var det over 600 som krevde erstatning, men ca. 400 trakk seg da saken ble ført for retten. Eiere som hadde valgt å stå utenfor, fikk heller ikke erstatning. Dette har medført en god del misnøye i ettertid, som nok må anses å være økonomisk betinget.

³ 2014

⁴ Hvorav ca. 8 800 militære.

Etter etableringen er operasjonen av flyplassen spesielt med hensyn på banebruk blitt endret for å øke kapasiteten og det er innført et helt nytt innflygingssystem. Begge faktorer medfører at støybildet har endret seg noe, men utslaget i støysonekartet (som er dominert av L_{den}) ikke er stort. Det er også kjent at det er planer om etablering av en tredje rullebane. Selve terminalbygget er nå under utvidelse for å øke kapasiteten. Utvidelsen skal være ferdigstilt i 2017. OSL er pålagt å rapportere månedlige støydata; noe som holder bevisstheten om støysituasjonen levende. I tillegg har det vært stort mediefokus på miljøsituasjonen rundt flyplassen. Dette gjelder ikke bare støy, men også lokal luftkvalitet og grunnvannsforhold.

Alt dette bidrar til en noe betent situasjon rundt flyplassen. Vi vil derfor karakterisere OSL som en HRC-flyplass i henhold til definisjonen i Kapittel 4.4. Begrunnelsen er både relatert til akustiske og ikke-akustiske forhold. Flyplassen karakteriseres også ved at trafikken er tett med nærmere 700 flybevegelser pr døgn som tilsvarer et gjennomsnitt på én flybevegelse hvert andre minutt.

5.3.2 Stavanger – Sola (SVG)

Stavanger - Sola er Norges eldste sivile flyplass og er snart 80 år gammel. I en periode var flyplassen også i bruk som base for en av Forsvarets jagerflyskvadroner, men det har ikke vært noen militær jagerflyaktivitet der av betydning siden 1983.

Sola har stor helikoptertrafikk i forbindelse med oljeinstallasjoner i Nordsjøen med helikopterterminal og aktivitet geografisk plassert vest av hovedrullebanen. I dette området har det vært noen få naboer som har protestert på aktiviteten.

De siste ti årene har det vært en del utvidelser av terminalbygget for å øke passasjerkapasiteten, og det er planer om en liten forlengelse av hovedrullebanen for fly i sør. Det er innført nytt system for instrumentinnflyging som har medført noen endringer og dette har ført til en del uro blant beboere nord for flyplassen. Det har også versert planer om å etablere en ny rullebane vest av hovedbanen spesielt med tanke på avvikling av offshore helikoptertrafikk. Vi vil likevel karakterisere situasjonen som relativt stabil, men med noe usikkerhet blant beboerne om virkningen av fremtidige endringer.

5.3.3 Trondheim – Værnes (TRD)

Trondheim – Værnes har hatt flyaktivitet i over 100 år. Den sivile trafikken har økt jevnt siden 1961 da flyplassen sto ferdig i nåværende form. Tidligere militær aktivitet, senest flyskolen, er flyttet til andre flyplasser. En av de opprinnelige rullebanene er nedlagt og den eksisterende hovedrullebanen er forlenget mot vest i to etapper de siste årene. Begge disse endringene har vært positive for støybildet i Stjørdal. Nye terminalbygninger er tatt i bruk, men det har ikke vært noen store, brå endringer i trafikkmengde eller flymønster. Vi vil karakterisere situasjonen som svært stabil med hensyn på støyulemper.

5.3.4 Bodø (BOO)

Bodø lufthavn ble opprinnelig anlagt i forbindelse med krigshandlingene i 1940, men først i 1952 fikk rullebanen sin nåværende plassering. Flyplassen er base for Forsvarets jagerflyaktivitet i nord og ble utvidet med en skvadron rundt tusenårsskiftet. Rullebanen ble deretter utvidet i vest for å flytte støyen fra jagerfly lengre unna bebyggelsen. Den militære virksomheten er besluttet avvirket i løpet av noen få år og overført til Ørland. Flyplassen har ellers hatt en jevn utvikling i siviltrafikken med et stort innslag av turboprop rutefly. Nyere bydeler øst av flyplassen er imidlertid i stor grad støymessig preget av sivile jetfly.

Det pågår et arbeid om flytting av rullebanen mot sør, men dette vil ikke medføre høyere støynivå i de boligområdene som er eksponert for støy i dag.

Vi vil karakterisere situasjonen så langt som svært stabil. Fremtidige endringer vil bare kunne medføre mindre støy.

5.3.5 Tromsø – Langnes (TOS)

Tromsø – Langnes ble åpnet i 1964. Den siste store moderniseringen var i 1998. Da fikk man ny terminalbygning og rullebanen ble litt forlenget. Det er planer for ytterligere forlengelse av rullebanen mot sør for å kunne ta imot større fly. Disse planene er ikke oppfattet som spesielt kontroversielle, og de har ikke medført spesielle protestaksjoner blant naboene til flyplassen. Derimot har det vært noen kontroverser knyttet til motorkjøring med fly på bakken nær den nærmeste bebyggelse, men begrenset i omfang.

Flytrafikken har i dag et stort innslag av turboprop rutenfly, men her som i Bodø er det er den sivile jetflytrafikken som dimensjonerer støybildet. Det har ikke forekommet store, brå endringer som har påvirket støysituasjonen i negativ retning. Vi vil karakterisere situasjonen som svært stabil.

5.4 Spørreundersøkelsen og respondentutvalg

Respondentene ble plukket ut ved et tilfeldig utvalg innenfor definerte grunnkretser. En grunnkrets er et geografisk område som benyttes bl.a. for statistiske beskrivelser av befolkningen. Det finnes lister som kobler telefonabonnenter til grunnkretser.

Aktuelle grunnkretser ble definert av SINTEF på grunnlag av støysonekart for de enkelte flyplassene. Grunnkretsene ble valgt slik at de i hovedsak lå innenfor DNL 50 dB konturen. **Figur 5-1** til **Figur 5-5** viser kart over de forskjellige flyplasser med DNL 50 dB konturen. Grunnkretser hvor respondentene kom fra, er markert med rosa.

For SVG var det et bevisst valg å unngå grunnkretser som er dominert av offshore helikopteraktivitet primært fordi det er grunn til å anta at beregning av helikopterstøy er mindre nøyaktig, sekundært for å unngå problemstillingen om reaksjon på flystøy og helikopterstøy er forskjellig. Samtidig ville responsen i disse grunnkretsene kunne bli påvirket av planene for en eventuell ny rullebane.

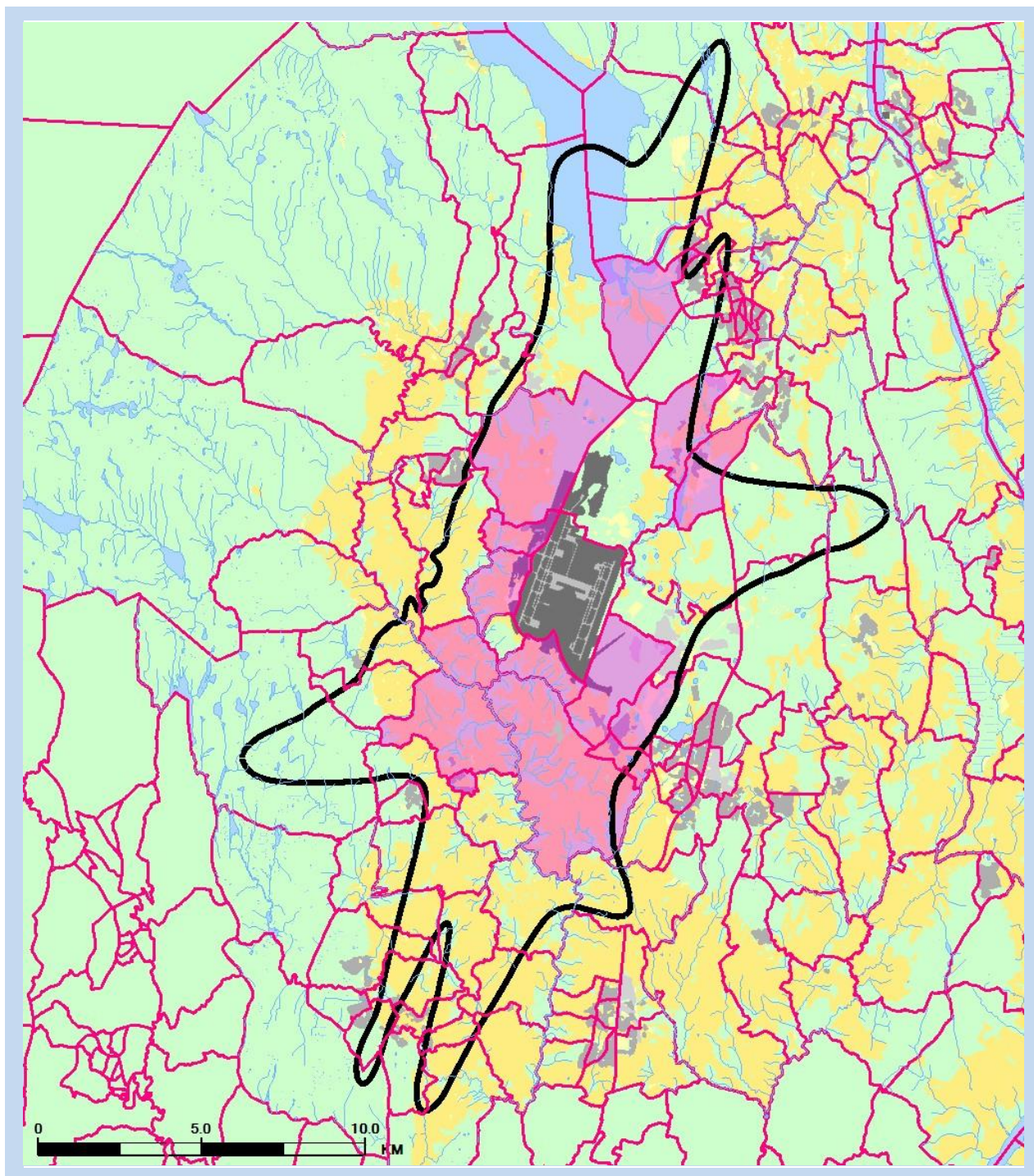
For BOO vil grunnkretsene i sentrum nord av rullebanen ha et støybilde som er dominert av jagerfly (F16), mens de som ligger på østsiden i større grad vil være preget av sivile jetfly.

Spørreskjemaet inneholdt en del spørsmål om demografiske forhold slik at det er mulig å vurdere hvor representativt respondentutvalget er. Likedan vil det være mulig å analysere hovedresultatet, det vil si plage i forhold til støyeksponering, som funksjon av ulike demografiske variabler. **Tabell 5-2** viser demografiske data for respondentutvalget ved de fem flyplassene.

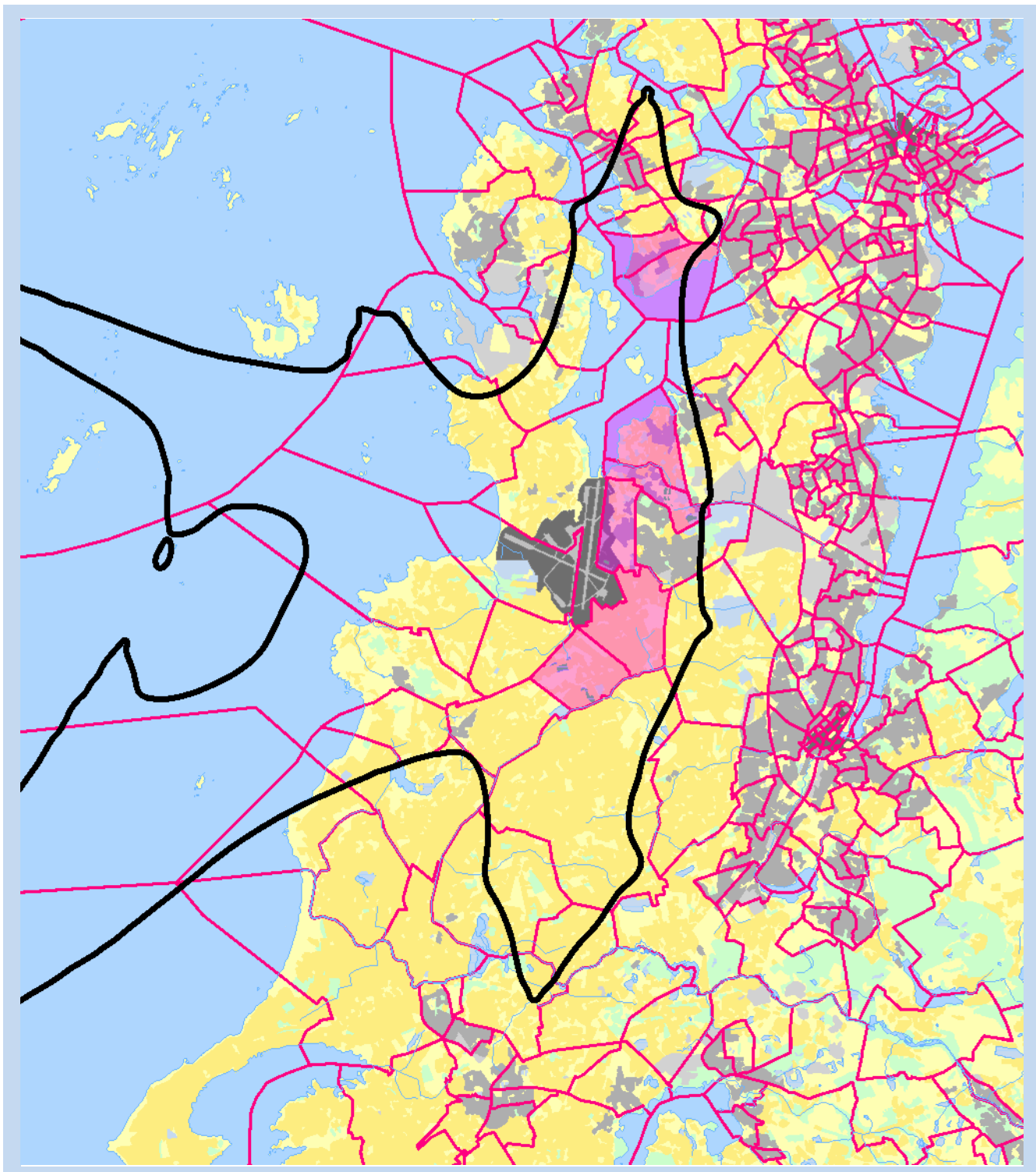
Tabell 5-2. Hoveddata for undersøkelsen ved de fem flyplassene.

	OSL	SVG	TRD	BOO	TOS
Antall intervju	300	302	300	302	300
Andel menn/kvinner [%/%]	51/49	52/48	49/51	51/49	44/56
Alder (gjennomsnitt) [år]	16–85 (50)	16–89 (52)	16–92 (59)	16–96 (57)	16–84 (51)
Andel hjemme på dagtid [%]	58	47	57	52	37
Andel flyplassrelatert arbeid [%]	17	8	9	9	2
Andel huseiere [%]	92	93	91	92	91

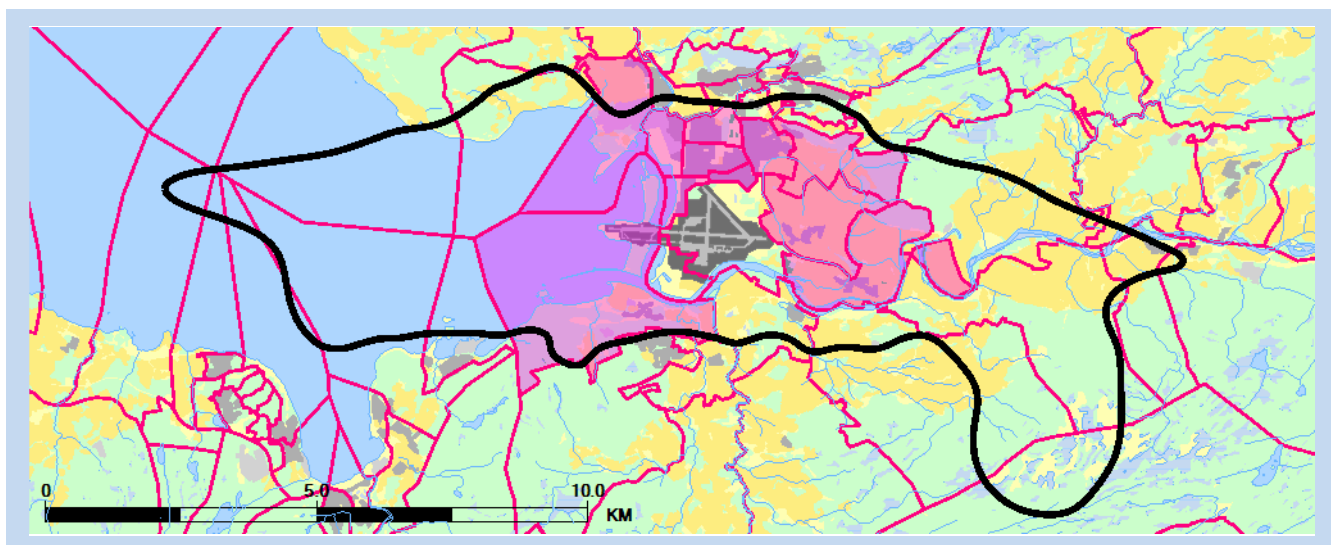
Av tabellen fremgår det at respondentutvalget er relativt likt på de fem flyplassene. OSL har en stor andel respondenter som har arbeid i tilknytning til flyplassen. Betydningen av større forskjeller vil bli diskutert senere i rapporten.



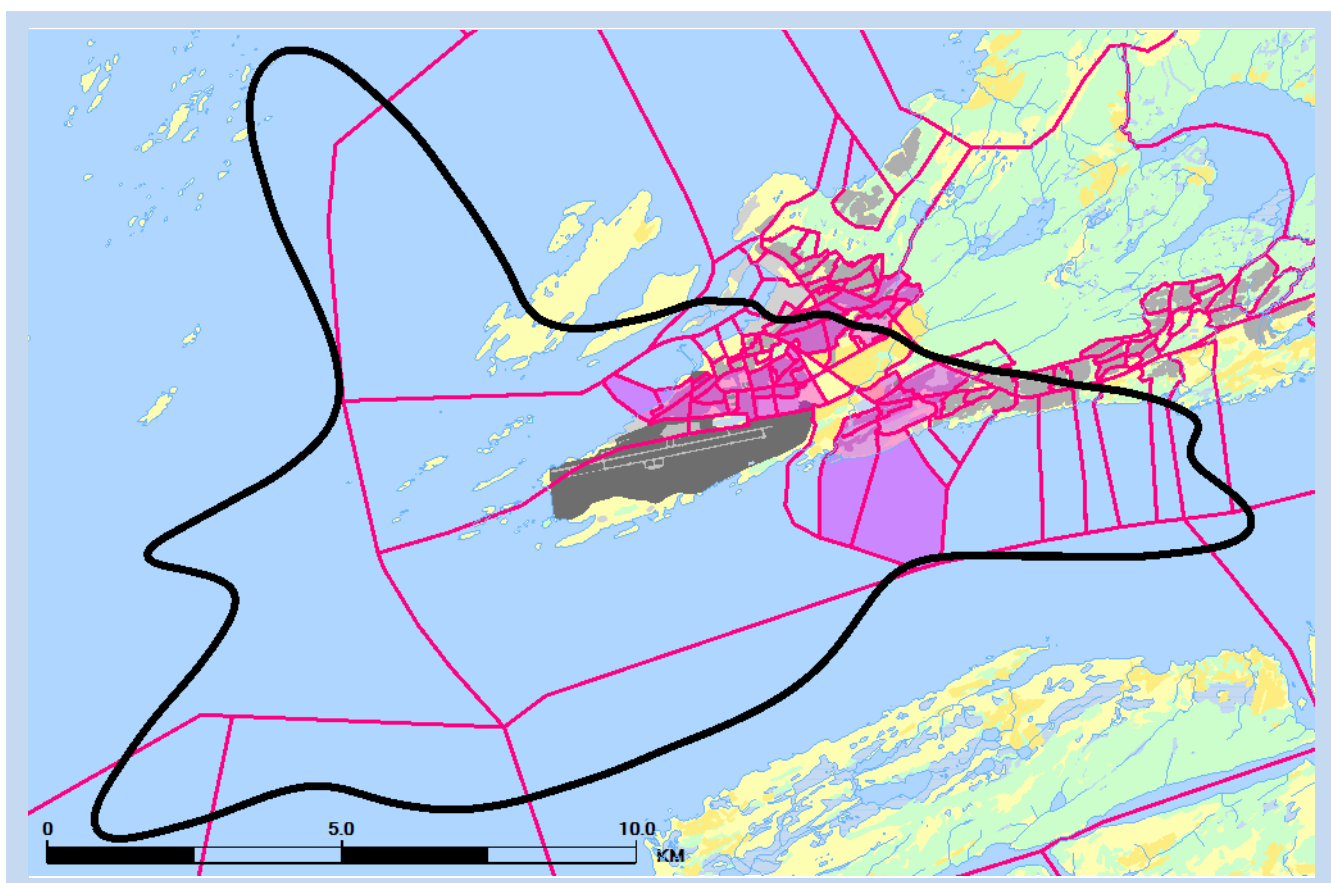
Figur 5-1. OSL. Plassering av grunnkretser for valg av respondenter. Inntegnet kontur DNL 50 dB.



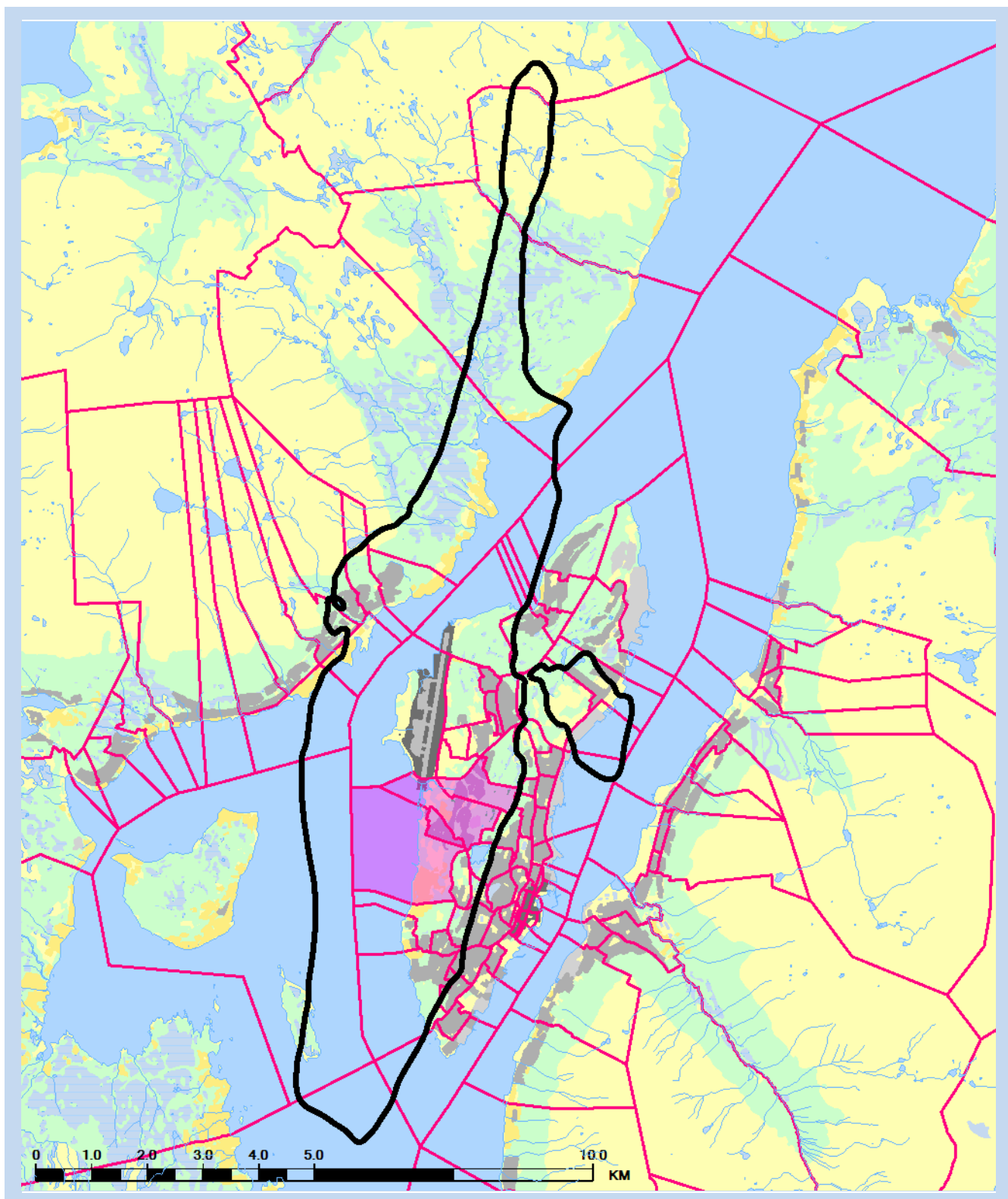
Figur 5-2. SVG. Plassering av grunnkretser for valg av respondenter. Inntegnet kontur DNL 50 dB.



Figur 5-3. TRD. Plassering av grunnkretser for valg av respondenter. Inntegnet kontur DNL 50 dB.



Figur 5-4. BOO. Plassering av grunnkretser for valg av respondenter. Inntegnet kontur DNL 50 dB.



Figur 5-5. TOS. Plassering av grunnkretser for valg av respondenter. Inntegnet kontur DNL 50 dB.

Den praktiske gjennomføringen av intervjuene ble overlatt til MMI Ipsos, og foregikk på følgende måte:

- Det ble valgt en tilfeldig telefonabonnt fra listen over abonnenter og grunnkretser. Dersom vedkommende ikke svarte, ble en ny abonnent oppringt.
- Intervjuet startet med å finne den aktuelle respondenten i hver husstand: "Den personen som er 16 år eller eldre, og som sist hadde fødselsdag". Dersom vedkommende ikke var til stede, eller ikke ønsket å delta, ble neste abonnent oppringt.
- Intervjuet hadde først noen screeningspørsmål for å fastlegge om vedkommende var kvalifisert til å delta: alder 16 år eller eldre og botid på mer enn et år på vedkommende adresse.
- Etter at intervjuene var gjennomført, ble støydata koblet til de aktuelle respondentadressene. Koordinater for hver boligadresse ble hentet fra Norsk Eiendomsregister (GAB-registeret). Støyberegninger for disse punktene ble så gjort med utgangspunkt i trafikksituasjonen ved de fem utvalgte flyplassene. Responsraten, det vil si hvor mange av de som blir forsøkt kontaktet, som svarer på hele spørreskjemaet, kan være viktig for kvaliteten av undersøkelsen. Informasjon om dette er vist i **Tabell 5-3**.

Tabell 5-3. Hoveddata for utvelgelse av respondenter.

Flyplass	IATA kode	Oppringte	Besvarte	Positive	Ikke kvalifisert	Fullført intervju
Oslo-Gardermoen	OSL	1866	963	344	44	300
Stavanger-Sola	SVG	2008	1085	333	31	302
Trondheim-Værnes	TRD	3468	1699	335	35	300
Bodø	BOO			332	30	302
Tromsø-Langnes	TOS	1778	985	350	50	300

5.5 Analysemetoder

Det er vanlig å beskrive hvordan støysituasjonen rundt en flyplass blir oppfattet, med andelen av befolkningen som rapporterer plage av et visst omfang. Internasjonalt benyttes begrepet "highly annoyed" som på norsk er oversatt til "svært plaget". Konvensjonelt regnes "svært plaget" å omfatte de øverste 27 % av "plageskalaen". Avhengig av hvilken svarskala som er benyttet, er det vanlig å legge grensen for "svært plaget" mellom 70 % og 75 %.

I vår analyse har vi derfor valgt å klassifisere personer som angir plagen på ett av de tre øverste trinnene på den numeriske plageskalaen, som "svært plaget". Skalaen har 11 trinn, 0 – 10, og trinnene 8, 9 og 10 utgjør altså 3/11 eller 27.3 prosent av skalaen. Vi har også gjort en analyse av de som avga svar på den øvre halvparten av plageskalaen (de 6 øverste trinnene). Disse er altså "mer enn middels plaget". Vi har brukt samlebetegnelsen "plaget" på denne gruppen.

Begrepet "støyplage" er pr definisjon det svaret man får på det standardiserte spørsmålet: Hvor plaget er du av støy fra flytrafikk når du er hjemme? Ved analysen eller vurderingen av resultatene tar man altså ikke hensyn til at svaret kan være påvirket av andre faktorer enn støy. Det gjelder selvsagt også for alle de resultatene som er lagt til grunn for etablering av generelle dose-responskurver. Det er imidlertid viktig å forsøke å kartlegge hvilke andre parametere (utenom ekvivalentnivået for støyen) som påvirker støyplogen slik at man f.eks. lettere kan foreskrive tiltak.

Av praktiske grunner har vi samlet svarene på grunnlag av eksponeringsnivået i 5 dB trinn. Eksponeringsnivå "50 dB" omfatter altså respondenter med støynivå i området $47.5 \text{ dB} \leq L_{dn} < 52.5 \text{ dB}$, osv.

Vi har valgt å bruke støymålet DNL (L_{dn}), "dag-natt-veid ekvivalentnivå", i denne rapporten fordi resultater fra de fleste andre flystøyundersøkelser er beskrevet med denne parameteren. Dermed kan resultatene sammenliknes direkte. I EU's støydirektiv anbefales et litt annet støymål, DENL (L_{den}), "dag-kveld-natt-veid ekvivalentnivå". Denne størrelsen benyttes også i det norske støyregelverket, f.eks. støyretnings-linjen T-1442/2012. Forskjellen mellom de to størrelsene er vanligvis ganske liten, $L_{den} - L_{dn} \approx 0.6 \text{ dB}$ (Miedema *et al.* 2002). Hvis man leser data fra denne rapporten og sammenlikner direkte med et regelverk som er basert på DENL vil man derfor være ørlite grann konservativ.

5.5.1 CTL metoden

Ved en tradisjonell statistisk behandling av responsdata fra en spørreundersøkelse finner man den funksjonen som "passer best" til de observerte datapunktene. "Passer best" kan defineres på forskjellige måter, men man benytter gjerne en "minste kvadrat" metode. Svaret fra en slik analyse, det vil si den resulterende dose-responskurven, er gitt av et matematisk uttrykk som ikke skal forsøkes å bli forklart ut fra fysiske (og/eller andre) forhold.

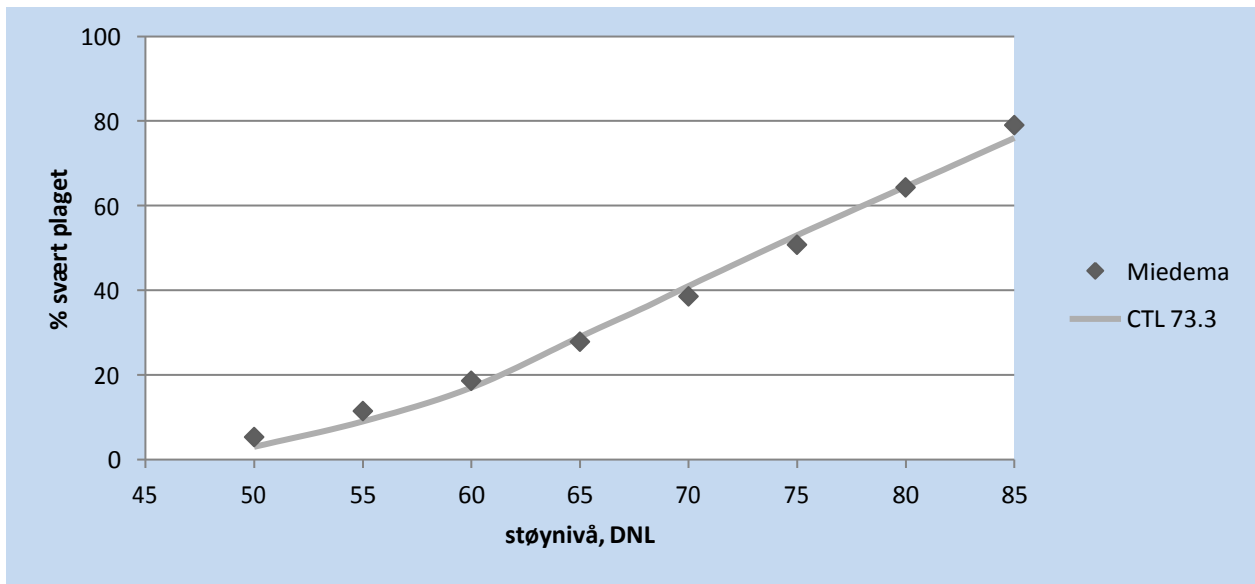
Ved å introdusere begrepet CTL (Community Tolerance Level) benytter man en helt annen tilnærming til oppgaven, (Fidell *et al.*, 2011; International Standards Organisation, 2015). I denne metoden tar man utgangspunkt i en gitt responsfunksjon. Fidell *et al.* hevder at støyplage er nær nært forbundet med hørestyrke, altså hvor "sterk" støyen oppleves. De bruker derfor den subjektive *loudness funksjonen* og tilpasser denne til de eksisterende datapunktene ved å parallellforskyve funksjonen langs eksponeringsaksen (x-aksen). Tilpasningen kan gjøres på forskjellige måter (vanlig statistisk kurvetilpasning). I denne rapporten er det benyttet en "minste kvadrat" metode. Dose-responskurven for en gitt undersøkelse kan derved uttrykkes med et enkelt tall som fikserer funksjonen til x-aksen.

Fidell *et al.* har valgt å benytte eksponeringsnivået som angir 50 % svært plaget, for å karakterisere kurven og kaller dette for toleransenivået CTL. Man kan beregne CTL-verdier for ulike undersøkelser, og så uttrykke forskjeller i responsen som en forskyvning av dose-responskurven langs eksponeringsaksen. Man finner altså hvor mye mer eller mindre støy som vil gi den samme andelen svært plaget.

Fidell *et al.* (2011) beregnet gjennomsnittlig CTL-verdi for i alt 43 flystøyundersøkelser fra perioden 1961 – 2007 hovedsakelig fra Europa og Amerika. Gjennomsnittsverdien var $L_{ct} = 73.3 \text{ dB}$. Dette er temmelig nær den verdien man finner ved å beregne CTL for den referansekurven som anbefales av EU, $L_{ct} = 73.6 \text{ dB}$.

Figur 5-6 viser dose-responskurven for CTL 73.3 dB sammenliknet med "Miedema-kurven" for flystøy.

Figuren viser at Miedema-kurven for flystøy ligger temmelig nær funksjonen for CTL 73.3 dB. Hvis vi definerer dette som gjennomsnittet, vil et undersøkelsesresultat som gir en høyere CTL-verdi, indikere at den undersøkte gruppen er mer støytolerant, "de tåler mer støy", enn gjennomsnittet. Tilsvarende vil CTL-verdier under 73.3 dB indikere en lavere støytoleranse enn gjennomsnittet. Differansen mellom den aktuelle CTL-verdien og gjennomsnittsverdien på 73.3 dB er altså et uttrykk for alle de andre faktorene som påvirker plageresponsen ved siden av selve støydosen. CTL-verdien sier imidlertid ikke noe om hvilke andre faktorer som er av betydning. Det kan man bare finne ut av ved f.eks. å studere andre akustiske parametere (maksimumsnivåer, støypauser osv.), eller ved å stille flere spørsmål for å kartlegge andre subjektiv forhold.



Figur 5-6. Dose-responskurven for $L_{CT} 73.3$ dB sammenliknet med "Miedema-kurven" for flystøy.

5.5.2 Gjennomsnittlig plagegrad

I en spørreundersøkelse blir respondenten bedt om å vurdere støyplagen på en gitt skala. Det er anbefalt å benytte en verbal 5-punktskala og en numerisk 11-punktskala. Ved den påfølgende statistiske bearbeidingen av svarene blir skalaverdiene omgjort til prosent av hele skalaen. Gjennomsnittlig skalaverdi oppgitt i prosent for svarene til en enkelt eller til en gruppe respondenter betegnes om *plagegrad* (engelsk: annoyance score). En analyse av en rekke spørreundersøkelser om støy fra samferdsel har vist at sammenhengen mellom gjennomsnittlig plagegrad og eksponeringsnivået kan uttrykkes som en lineær funksjon (Miedema og Oudshoorn, 2001).

$$AS = 1.58(L_{den} - 33.7 - \Delta)$$

Uttrykket er gyldig for eksponeringsnivå i området omkring L_{den} 40 dB til 80 dB. Korreksjonsleddet Δ benyttes for å posisjonere funksjonen i forhold til x-aksen. På samme måte som for CTL-metoden kan man tilpasse likningen for plagegrad til et eksisterende datasett ved å parallellforskyve funksjonen langs x-aksen for å få en best mulig tilpasning (f.eks. minste kvadrat avvik). Ved å sammenlikne beregnet plagegrad for en gitt undersøkelse med gjennomsnittet ($\Delta = 0$), kan man finne forskjellen uttrykt i desibel, altså hvor mye støynivå kan økes eller reduseres for at man skal få samme reaksjon som gjennomsnittet. Forskjellen i plagegrad uttrykt i desibel tilsvarer forskjellen i CTL.

6 Resultat og diskusjon

6.1 Generell plage

Hovedresultatene fra undersøkelsen, det vil si svar på spørsmål 14 og 15 er vist i nedenstående tabeller.

Tabell 6-1 viser plagegrad basert på 5-punktskalaen og **Tabell 6-2** er plagegrad basert på 11-punktskalaen. Tabellene viser plagegrad (AS), spredning (σ) og antall respondenter (n) i det aktuelle nivåintervallet. Her er svarkategoriene på 5-punktskalaen gitt verdiene: 10–30–50–70–90 ("ikke plaget" til "voldsomt plaget") og verdiene på 11-punktskalaen er benyttet direkte (i %). **Tabell 6-3** gir andel og antall som svarer de er svært plaget (Q15, svarkategori 8, 9, 10) som funksjon av eksponeringsnivået.

Tabell 6-1. Grad av støyplage som funksjon av eksponeringsnivå (svar på Q14, 5-punktskala).

Nivå	OSL			SVG			TRD			BOO			TOS		
	AS	σ	n	AS	σ	n	AS	σ	n	AS	σ	n	AS	σ	n
40	-	-	0	-	-	0	10	0	1	-	-	0	-	-	0
45	30	0	2	-	-	0	15	10	4	19	16	32	30	0	1
50	33	22	138	18	14	46	15	9	106	18	16	61	-	-	0
55	42	25	118	27	18	159	17	13	139	26	20	45	21	15	181
60	34	23	33	24	19	89	20	15	26	26	18	106	23	17	117
65	14	9	9	13	7	8	34	21	23	29	24	47	10	0	1
70	-	-	0	-	-	0	50	0	1	42	29	10	-	-	0
75	-	-	0	-	-	0	-	-	0	70	0	1	-	-	0

Tabell 6-2. Grad av støyplage som funksjon av eksponeringsnivå (svar på Q15, 11-punktskala).

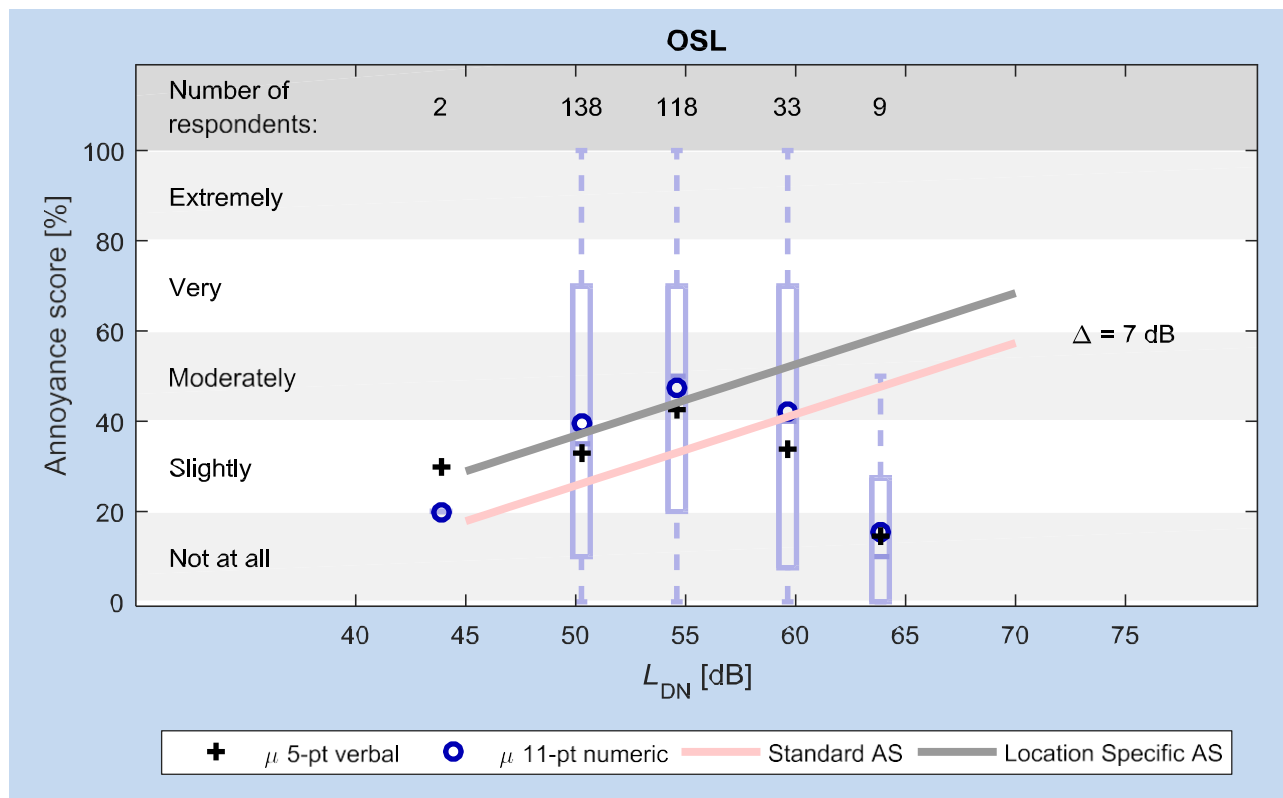
Nivå	OSL			SVG			TRD			BOO			TOS		
	AS	σ	n	AS	σ	n	AS	σ	n	AS	σ	n	AS	σ	n
40	-	-	0	-	-	0	0	0	1	-	-	0	-	-	0
45	20	0	2	-	-	0	20	16	4	14	20	32	30	0	1
50	39	29	138	15	19	46	12	17	106	16	23	61	-	-	0
55	47	30	118	29	24	159	16	19	139	23	28	45	22	21	181
60	42	35	33	27	25	89	22	25	26	26	25	106	22	21	117
65	16	21	9	11	11	8	42	29	23	29	29	47	10	0	1
70	-	-	0	-	-	0	70	0	1	49	32	10	-	-	0
75	-	-	0	-	-	0	-	-	0	80	0	1	-	-	0

Tabell 6-3. Andel "svært plaget" (Q15, 11-punktskala med svarkategori 8, 9, 10).

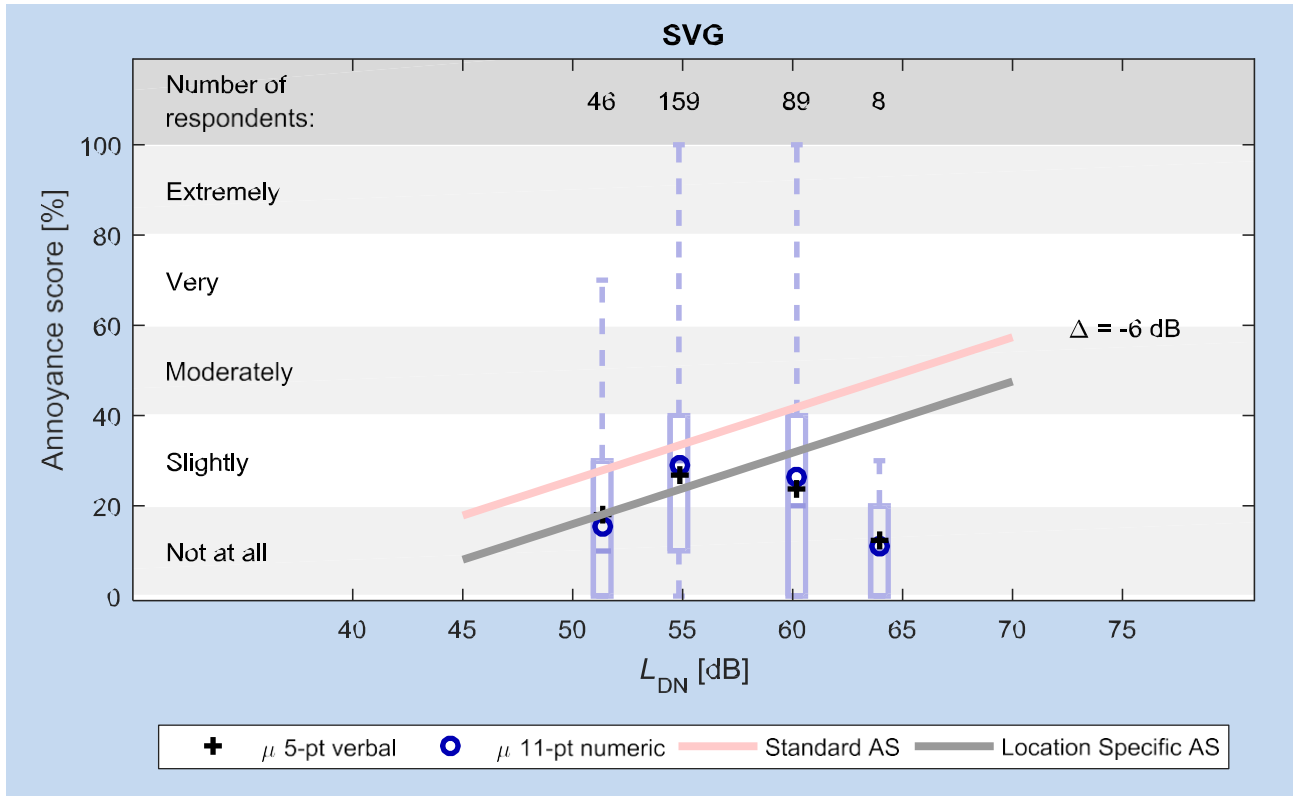
Nivå Ldn [dB]	OSL		SVG		TRD		BOO		TOS	
	% HA	n	% HA	n	% HA	n	% HA	n	% HA	N
40	-	0	-	0	0	1	-	0	-	0
45	0	2	-	0	0	4	6	32	0	1
50	15	138	0	46	1	106	5	61	-	0
55	20	118	6	159	3	139	9	45	2	181
60	18	33	6	89	4	26	7	106	2	117
65	0	9	0	8	9	23	6	47	0	1
70	-	0	-	0	0	1	20	10	-	0
75	-	0	-	0	-	0	100	1	-	0

Plagegrad som funksjon av eksponeringsnivået er beregnet for hver av de undersøkte flyplassene. Dette er vist på **Figur 6-1** til **Figur 6-5**. Vi har benyttet data fra **Tabell 6-2** (11-punktskala). "Avviket" fra standardverdien er vist i hver figur. Det fremgår at for OSL ligger plagegraden over gjennomsnittet, tilsvarende en reduksjon i støynivået på 7.0 dB, mens for de øvrige ligger plagegraden under gjennomsnittet tilsvarende en økning i støynivået på 6.3 til 10.1 dB. De punkter hvor det bare er en respondent i 5 dB intervallet (markert med grå kryss) er utelatt i analysen.

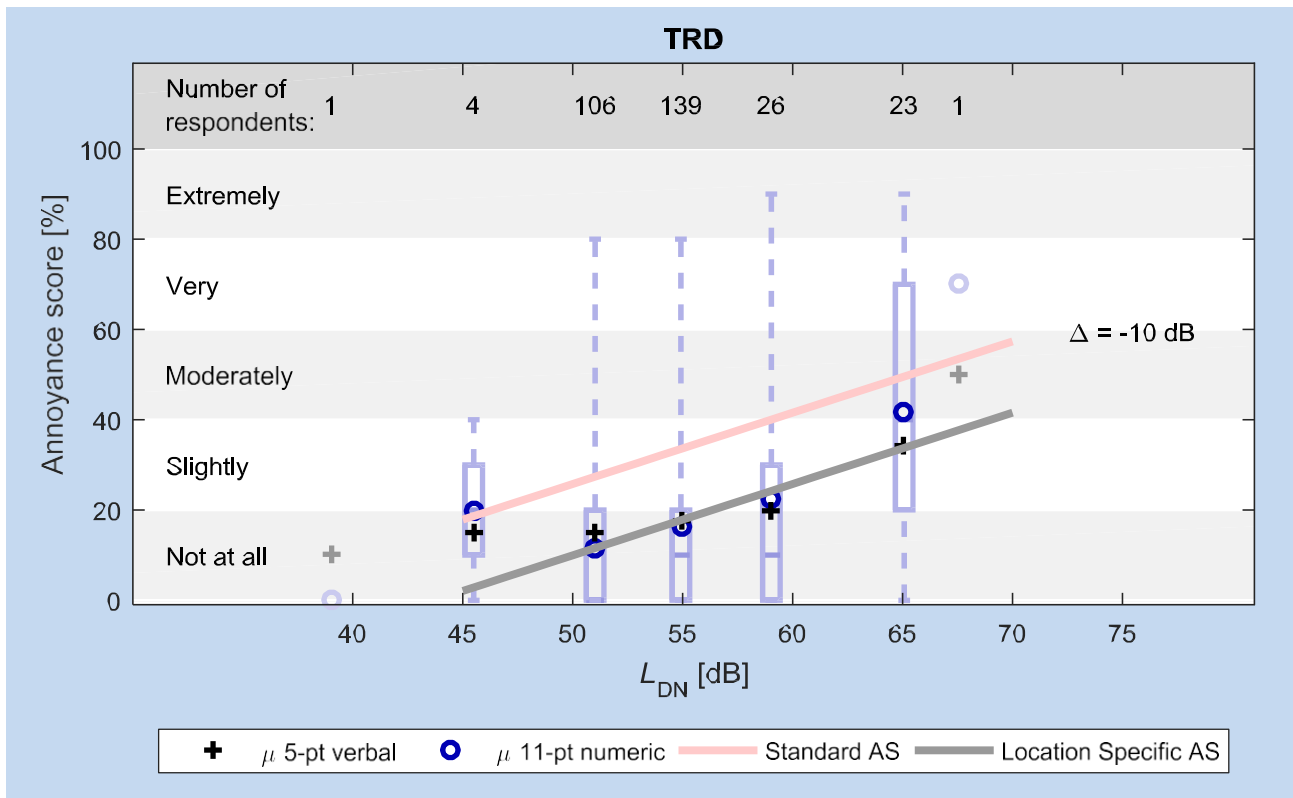
For noen av flyplassene er det en tydelig økning i plagegraden med økende støynivå, for andre ikke.



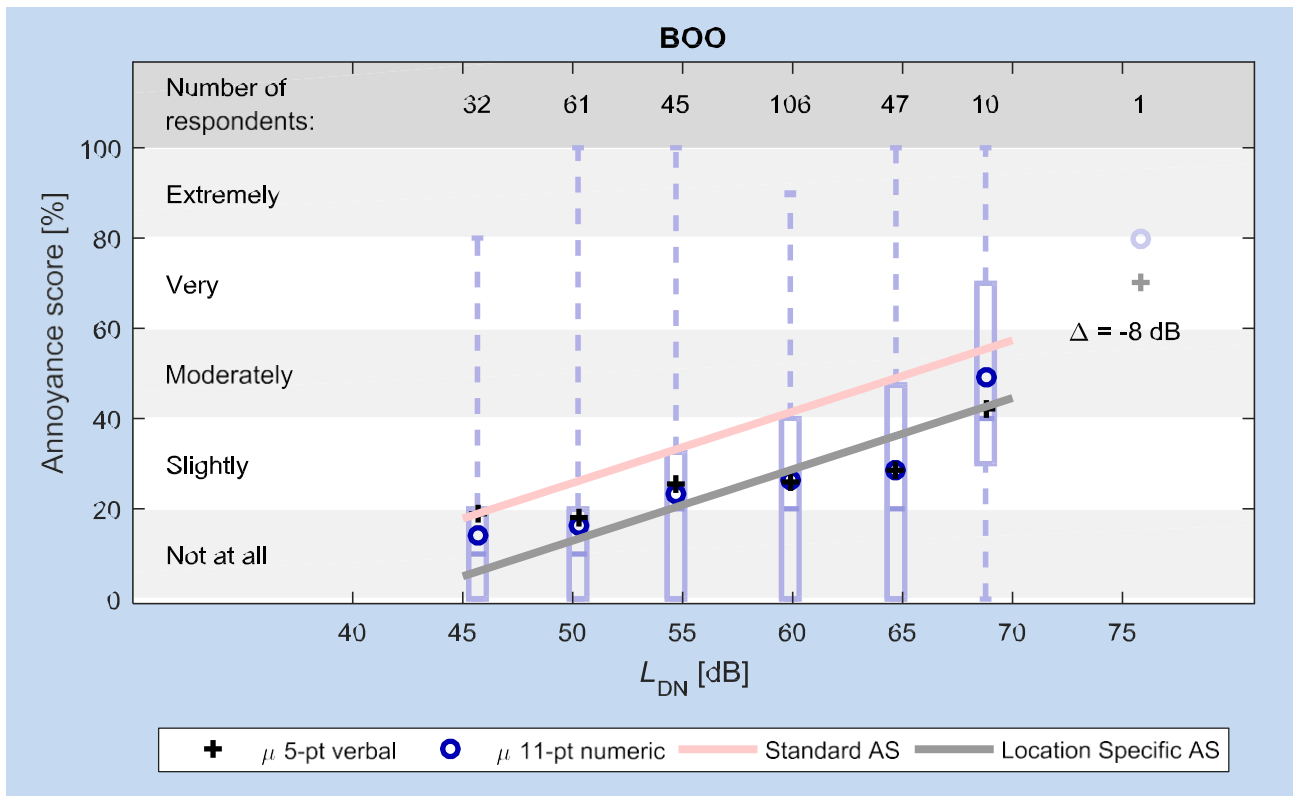
Figur 6-1. Resultat fra OSL. Gjennomsnittlig plagegrad som funksjon av eksponeringsnivå.



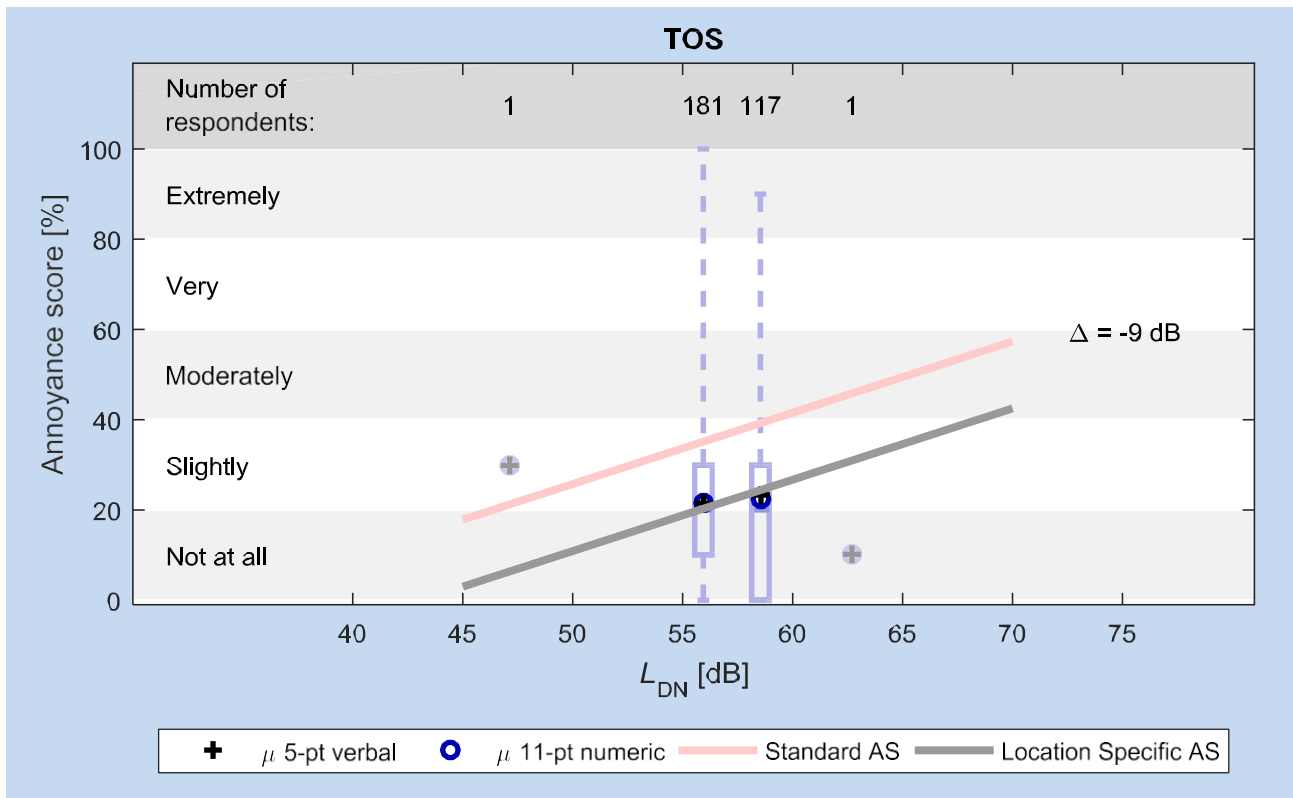
Figur 6-2. Resultat fra SVG. Gjenomsnittlig plagegrad som funksjon av eksponeringsnivå.



Figur 6-3. Resultat fra TRD. Gjenomsnittlig plagegrad som funksjon av eksponeringsnivå.



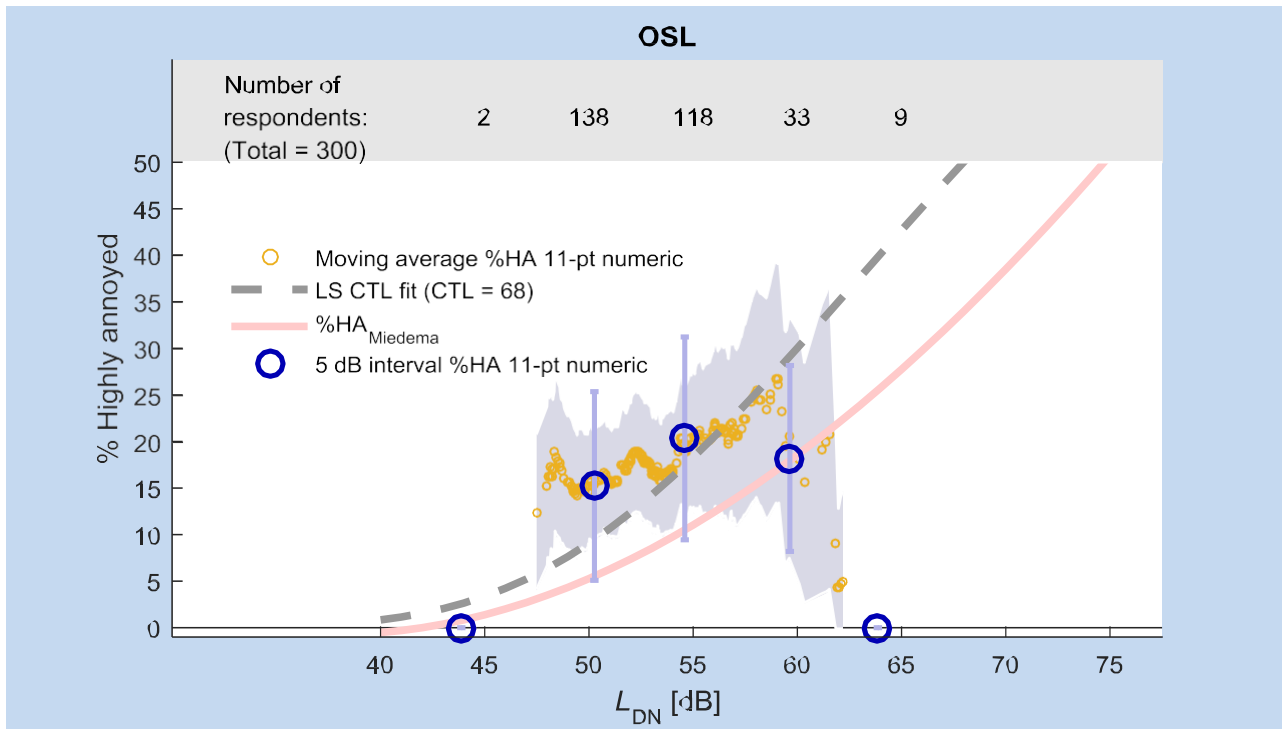
Figur 6-4. Resultat fra BOO. Gjennomsnittlig plagegrad som funksjon av eksponeringsnivå.



Figur 6-5. Resultat fra TOS. Gjennomsnittlig plagegrad som funksjon av eksponeringsnivå.

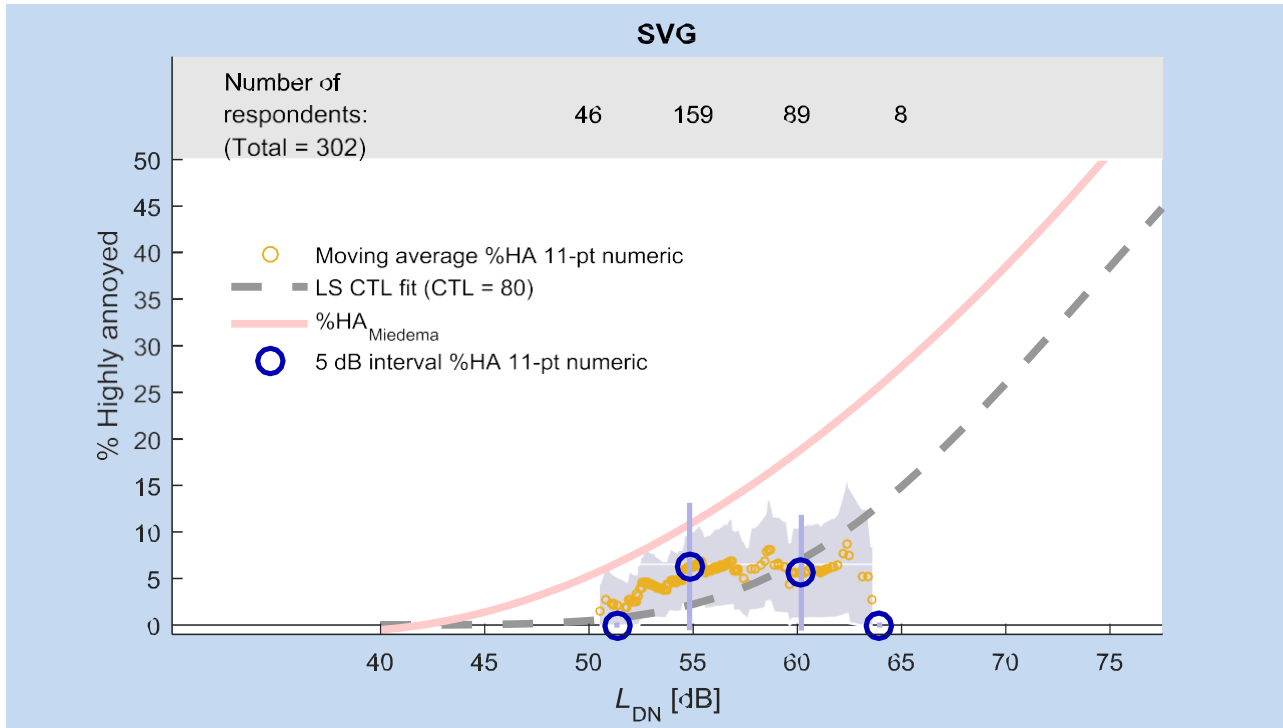
6.2 Andel "svært plaget"

Andelen "svært plaget" som funksjon av støynivået er gitt i **Tabell 6-3** og er vist i **Figur 6-6** til **Figur 6-10**. For hver flyplass er inntegnet midlere andel svært plaget for hvert 5-dB intervall samt den beregnede CTL-funksjonen og dose-responskurven foreslått av Miedema og Oudshoorn, ($\%HA_{\text{Miedema}}$) (Miedema og Oudshoorn, 2001). Det er denne som anbefales brukt i EUs støydirektiv (European Union, 2002). Spredningen i data er inntegnet for både glidende middel⁵ (grå skygge) og diskrete 5 dB intervall (blå stolpe). Det markerte området tilsvarer $\pm 2\sigma$ (to standardavvik).

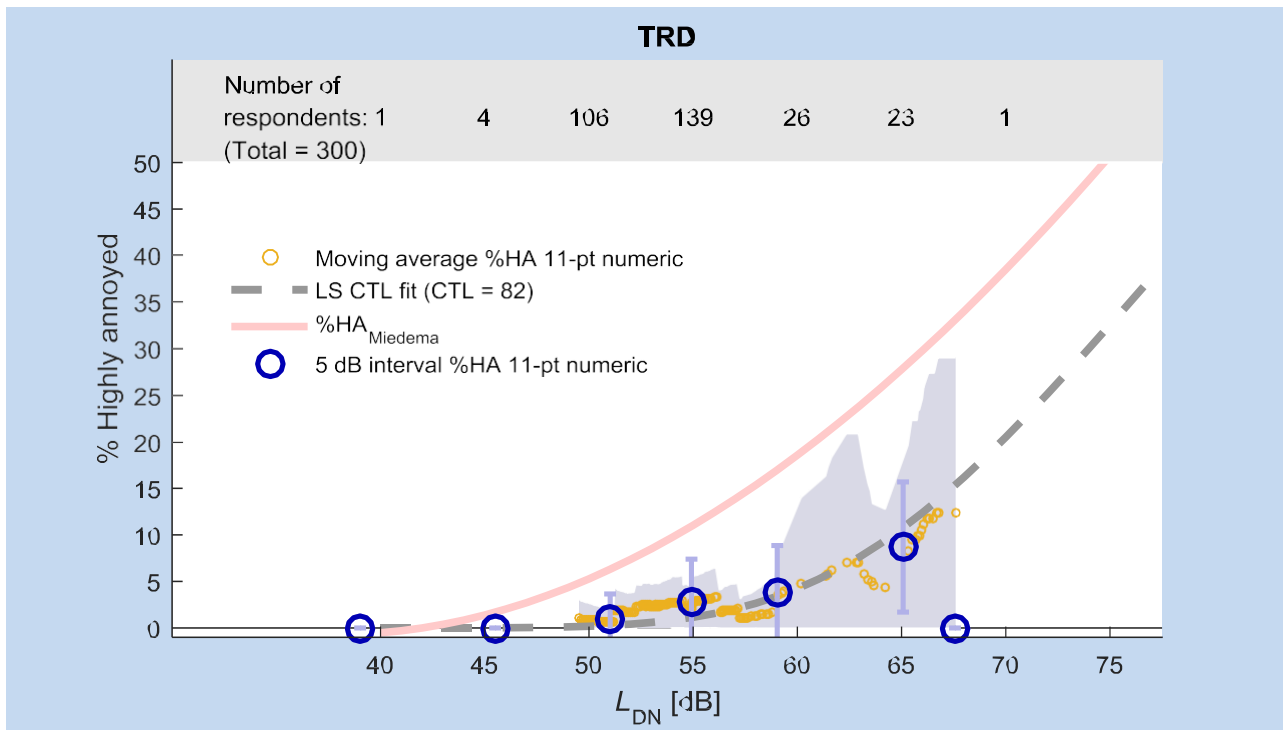


Figur 6-6. Resultat fra OSL. Andel svært plaget som funksjon av eksponeringsnivå sammenliknet med "Miedema-kurven".

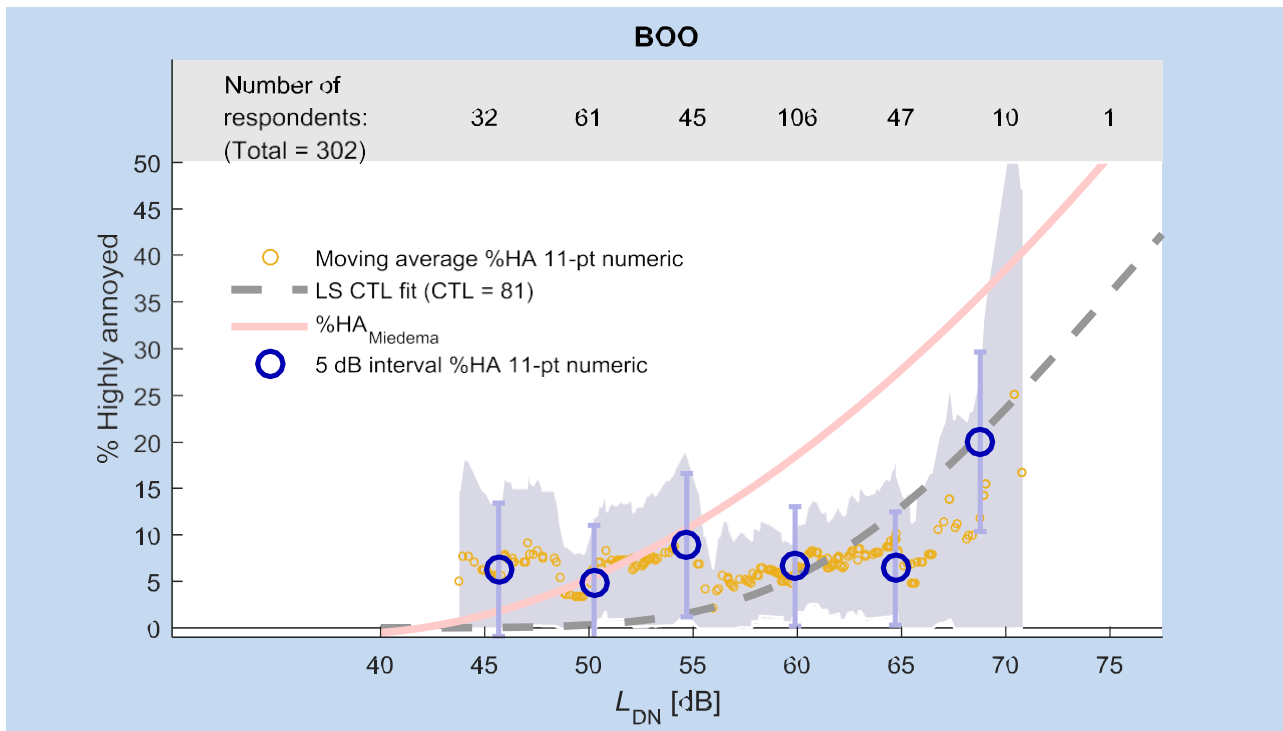
⁵ Ved beregning av glidende middelerverdi er det benyttet datapunkt som ligger innenfor 2.5 dB på hver side av det aktuelle punktet



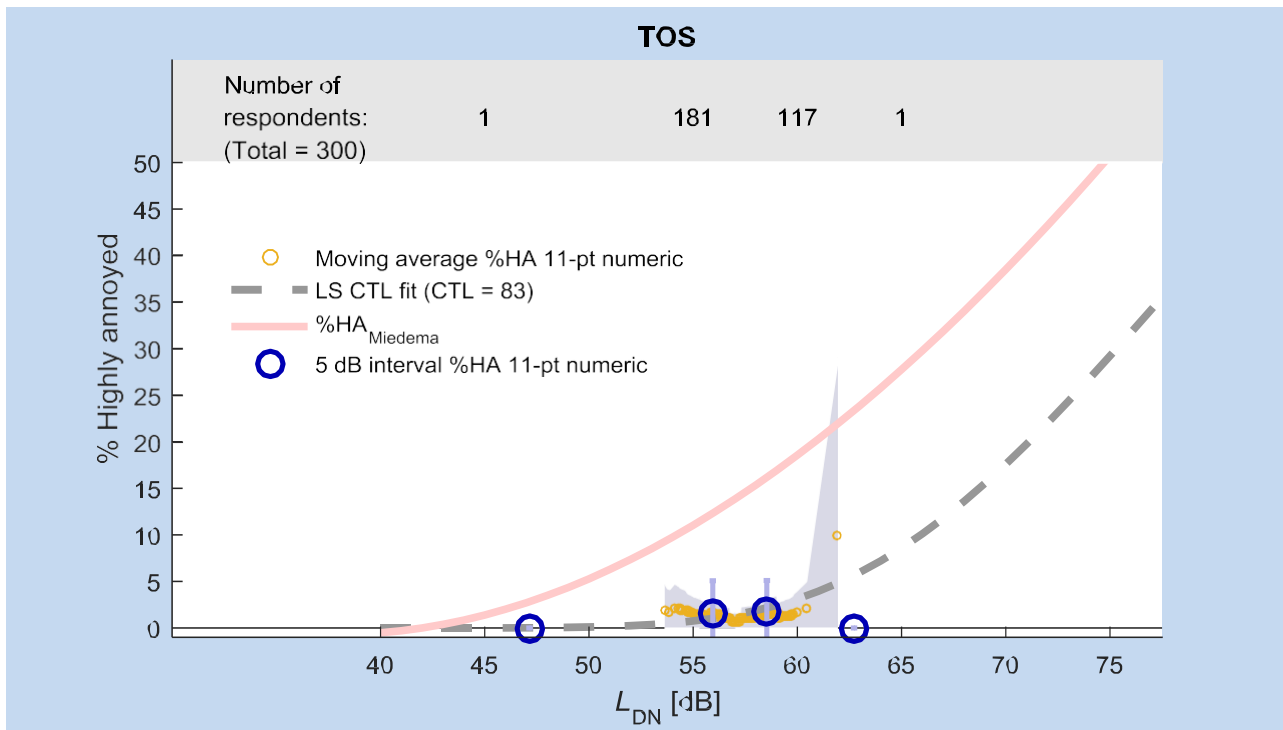
Figur 6-7. Resultat fra SVG. Andel svært plaget som funksjon av eksponeringsnivå sammenliknet med "Miedema-kurven".



Figur 6-8. Resultat fra TRD. Andel svært plaget som funksjon av eksponeringsnivå sammenliknet med "Miedema-kurven".



Figur 6-9. Resultat fra BOO. Andel svært plaget som funksjon av eksponeringsnivå sammenliknet med "Miedema-kurven".



Figur 6-10. Resultat fra TOS. Andel svært plaget som funksjon av eksponeringsnivå sammenliknet med "Miedema-kurven".

Tabell 6-4 viser beregnet CTL for de fem undersøkte flyplassene der datapunkt som omfatter færre enn 10 respondenter, er utelatt. I tabellen er også angitt hvor mye støynivået må endres for at responsen skal tilsvare EU-referansen. Positive differanser angir at befolkningen ved denne flyplassen er mindre plaget enn "EU-gjennomsnittet".

Tabell 6-4. CTL-verdier for de undersøkte flyplassene.

OSL		SVG		TRD		BOO		TOS	
L _{ct}	Δ	L _{ct}	Δ	L _{ct}	Δ	L _{ct}	Δ	L _{ct}	Δ
68 dB	-5 dB	80 dB	7 dB	82 dB	9 dB	81 dB	8 dB	83 dB	10 dB

Resultatene fra CTL-beregningen kan sammenliknes med resultatene fra beregning av gjennomsnittlig plagegrad. **Tabell 6-5** viser beregnet avvik fra gjennomsnittet, det vil si hvor mange desibel støynivået må endres for å få samme plagereaksjon som "EU-gjennomsnittet". Positive differanser angir at befolkningen her er mindre plaget enn gjennomsnittet.

Tabell 6-5. Beregnede differanser i forhold til EU-gjennomsnittet.

OSL		SVG		TRD		BOO		TOS	
ΔCTL	ΔAS	ΔCTL	ΔAS	ΔCTL	ΔAS	ΔCTL	ΔAS	ΔCTL	ΔAS
-5	-7.0	7	6.3	9	10.1	8	8.2	10	9.5

Tabell 6-5 viser at de to analysemetodene gir ganske samsvarende resultat. Samlet viser resultatene svært lave tall for støyplage. For fire av flyplassene: Stavanger, Trondheim, Bodø og Tromsø, ligger responsen lavere enn EU-standarden. Det betyr at befolkningen som bor omkring disse flyplassene er mer tolerante overfor flystøy enn det etablerte gjennomsnittet. Tabellen viser at eksponeringsnivået for støyen vil måtte økes med 6 - 10 dB (middelverdi 8.5 dB) for at man skulle få reaksjoner sammenliknbare med EU-standarden.

Tilsvarende analyser fra andre flyplasser har vist at disse metodene er ganske robuste og det er jevnt over en høy korrelasjon mellom loudness-funksjonen og plagegradsfunksjonen og andelen svært plaget (Fidell *et al.*, 2011; Gjestland *et al.*, 2013) Det er derfor grunn til å anta at metodene også kan anvendes på resultatene våre, selv om datagrunnlaget i enkelte tilfelle er noe mangelfullt.

Befolkningen rundt Gardermoen gir imidlertid uttrykk for å være mer plaget av flystøy enn gjennomsnittet. Forskjellen tilsvarer en nødvendig reduksjon i eksponeringsnivået på 5 - 7 dB for å få sammenliknbare reaksjoner med EU-standarden.

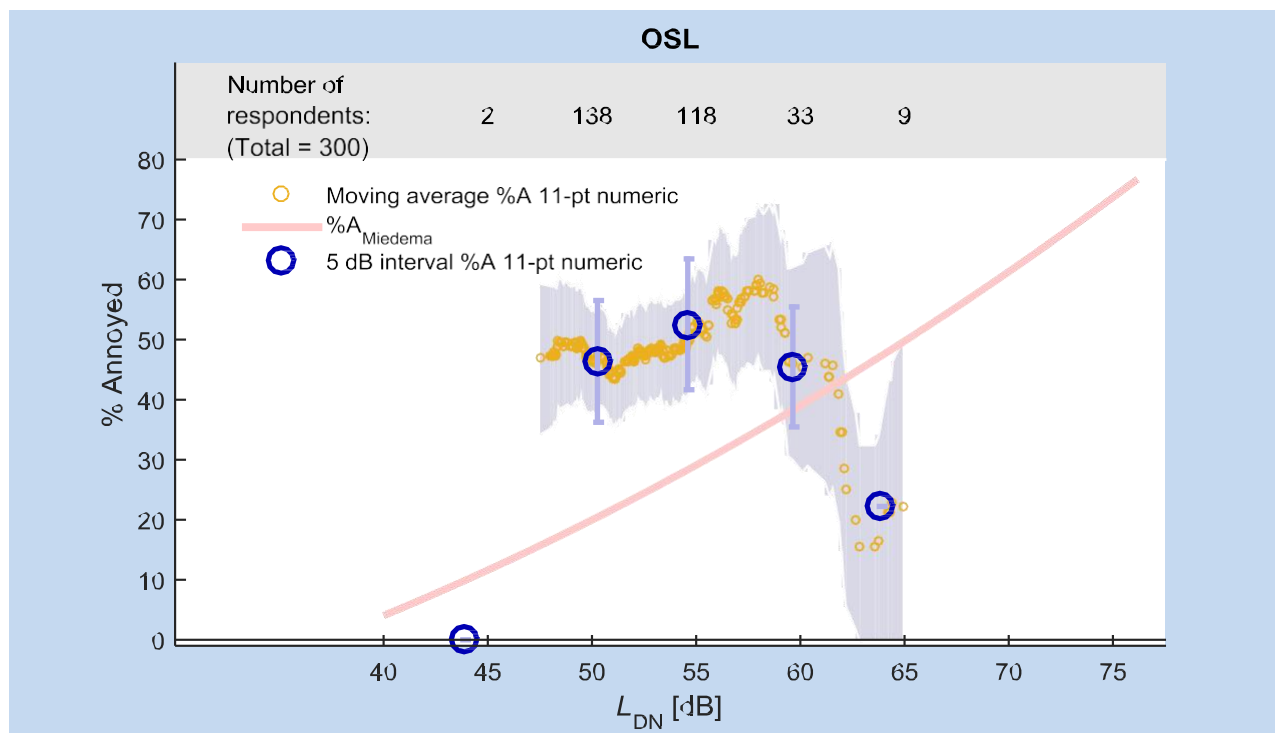
Et gjennomgående trekk for responsen ved disse flyplassene med unntak av Gardermoen og delvis Sola er en svært lav plagegrad og altså veldig lav andel som er "svært plaget". Beregningen av gjennomsnittlig plagegrad, **Figur 6-1** til **Figur 6-5**, viser imidlertid at det jevnt over er en tydelig økning i plagen med økende støynivå.

6.3 Andel "plaget"

Det er vanlig å angi støyplogen som "andel svært plaget" slik det er gjort i Kapittel 6.2 i denne rapporten. Det er også "andel svært plaget"⁶ som er utgangspunktet for den norske støyretningslinjen T-1442. For å få en bedre forståelse av de bakenforliggende forholdene som bestemmer graden av plage, kan det også være fornuftig å se på en lavere grad av plage. I dette kapittelet omtales andelen som tilhører den øverste halvparten av plageskalaen. Vi betegner disse personene som "plaget" (heri inngår selvsagt også de som er svært plaget). I denne rapporten er personer som bruker de seks øverste trinnene på den numeriske skalaen, kategorisert som "plaget". Det utgjør 6/11 (de øverste 54.5 %) av plageskalaen.

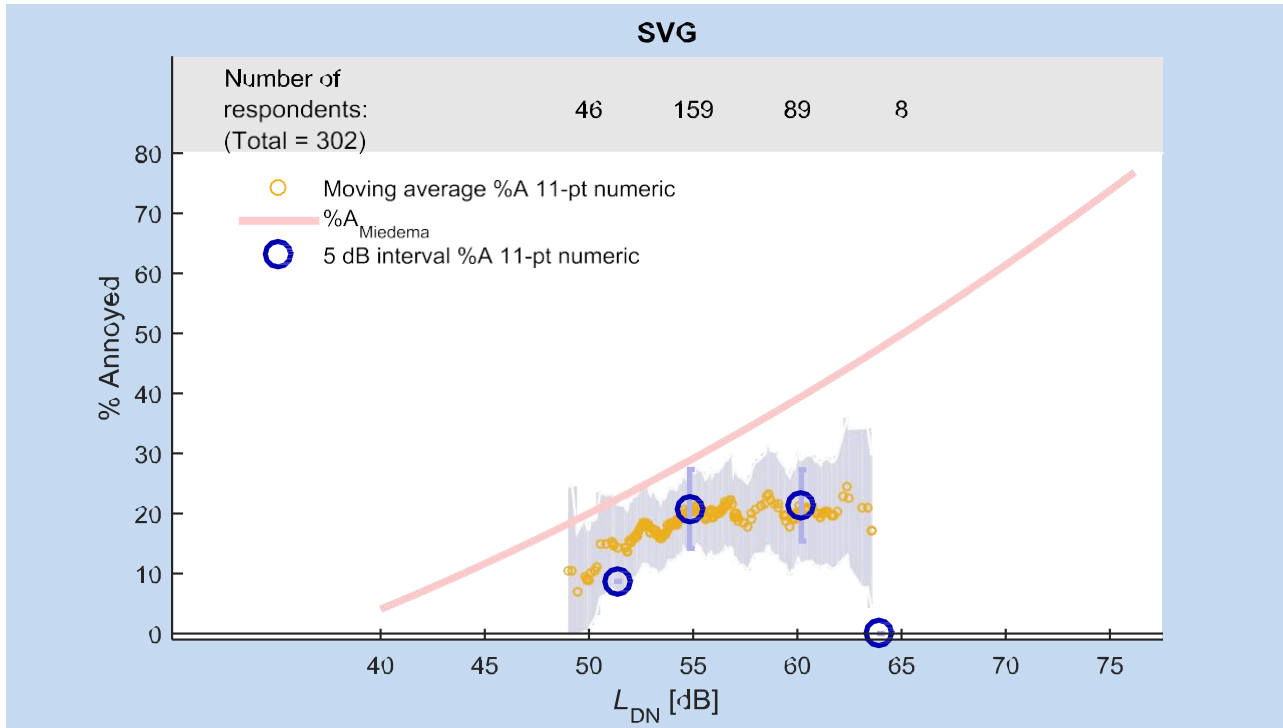
Figur 6-11 til **Figur 6-15** viser data for hver av de undersøkte flyplassene. Her er inntegnet midlere andel "plaget" med tilhørende standardavvik for hvert 5-dB intervall samt den anbefalte "EU-kurven" for andel "plaget" (Miedema og Oudshoorn, 2001).

Gardermoen skiller seg fortsatt ut fra de fire andre, men det er nå en noe tydeligere sammenheng mellom responsen og støynivået. Graden av plage, og altså andelen som er plaget, øker stort sett med økende støynivå for eksponeringsnivå i området DNL 47 dB til omkring DNL 60 dB. Det er her vi har hovedtyngden av respondenter (se **Figur 6-11** og data for "moving average"). Vi kan derfor fastslå at folk faktisk "svarer på spørsmålet" om plage på grunn av flystøy, når vi tar med de som er moderat plaget.

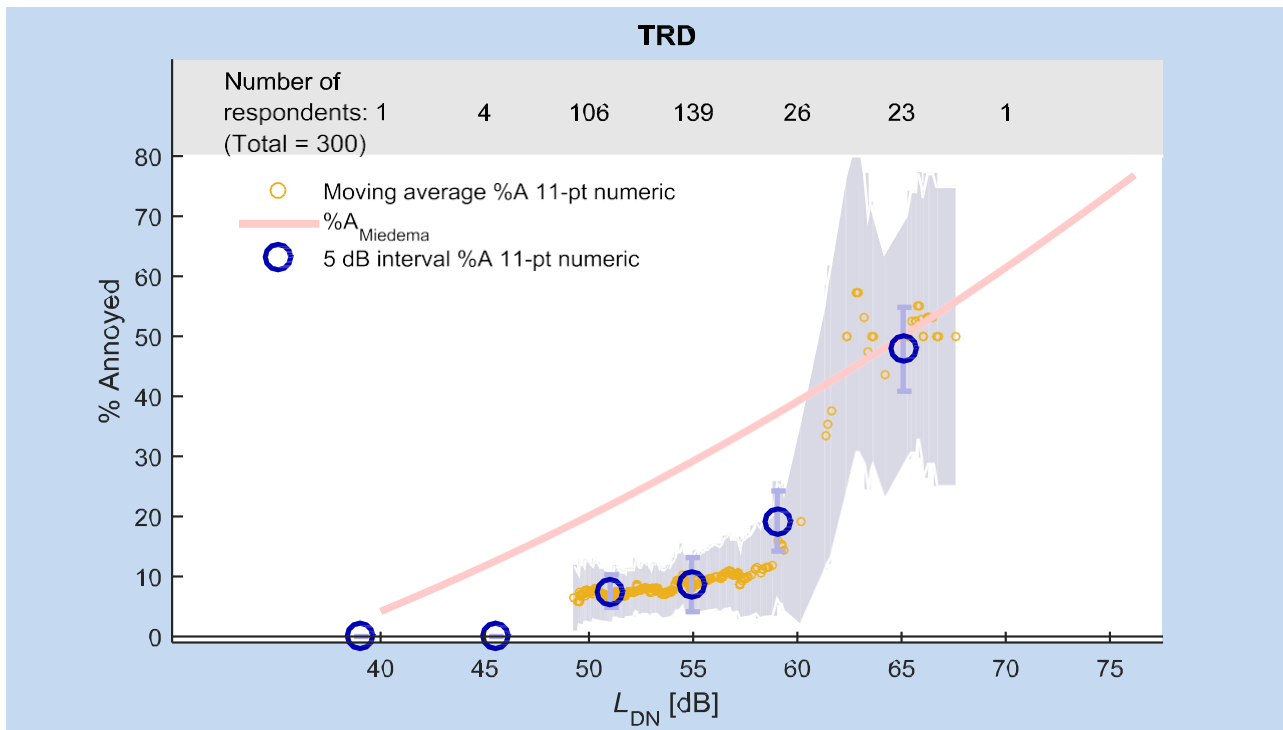


Figur 6-11. Resultat fra OSL. Andel plaget som funksjon av eksponeringsnivå sammenliknet med den tilsvarende "Miedema-kurven".

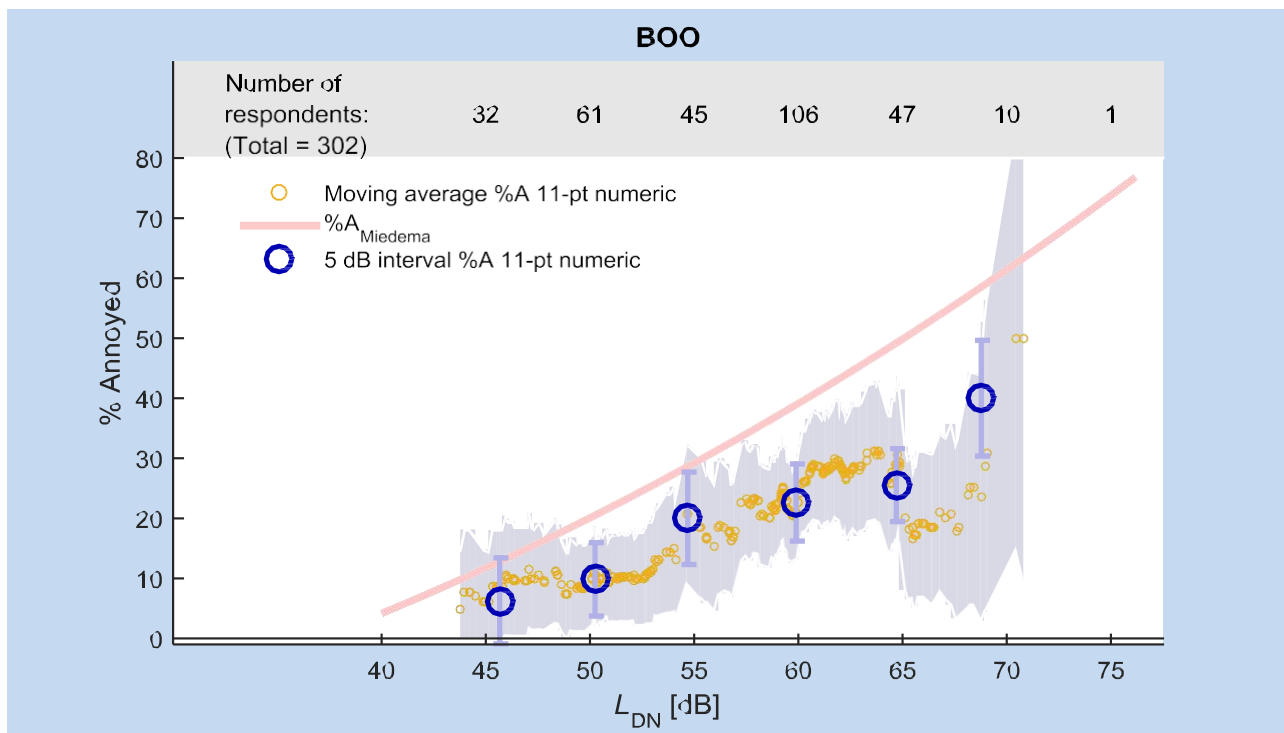
⁶ I den opprinnelige utgaven av T-1442 ble begrepet "sterkt plaget" bruk i samme betydning som "svært plaget" i denne rapporten.



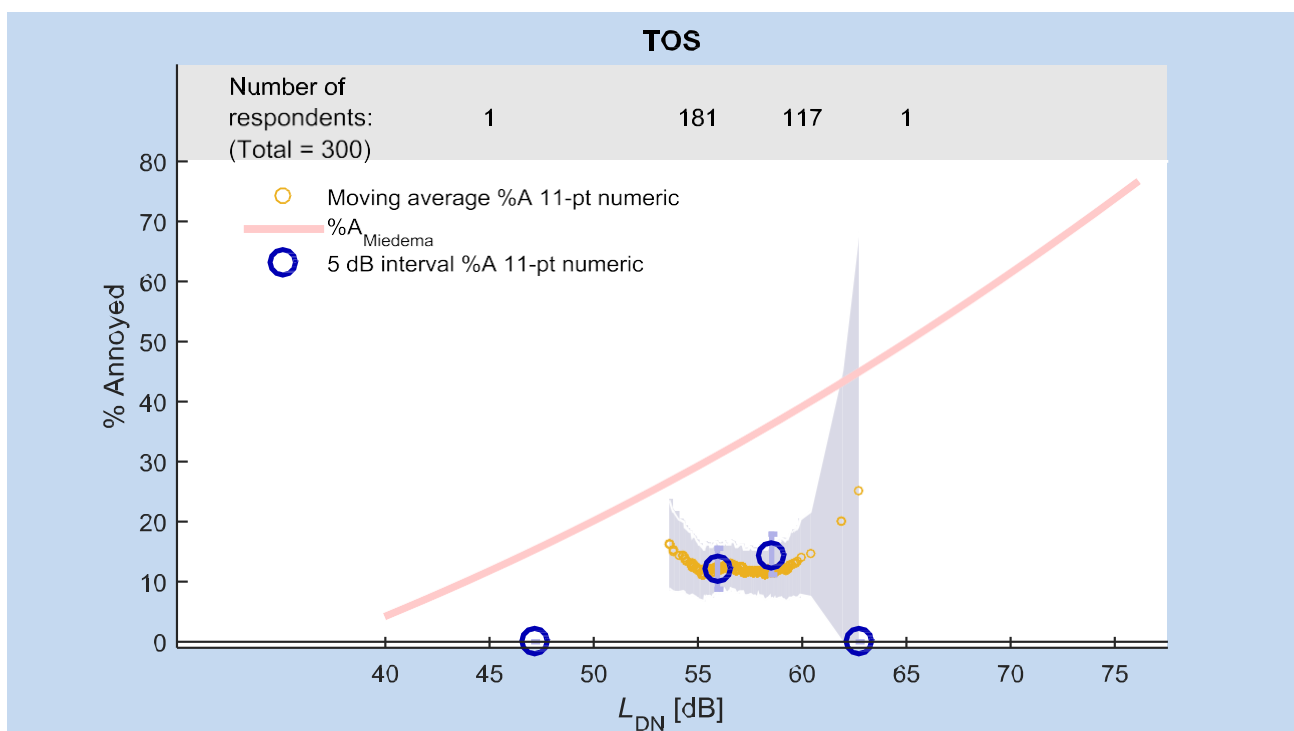
Figur 6-12. Resultat fra SVG. Andel plaget som funksjon av eksponeringsnivå sammenliknet med den tilsvarende "Miedema-kurven".



Figur 6-13. Resultat fra TRD. Andel plaget som funksjon av eksponeringsnivå sammenliknet med den tilsvarende "Miedema-kurven".



Figur 6-14. Resultat fra BOO. Andel plaget som funksjon av eksponeringsnivå sammenliknet med den tilsvarende "Miedema-kurven".



Figur 6-15. Resultat fra TOS. Andel plaget som funksjon av eksponeringsnivå sammenliknet med den tilsvarende "Miedema-kurven".

6.4 Dose-responskurver for norske flyplasser

Det er gjort en rekke forsøk på å sammenfatte resultat fra ulike støyundersøkelser til en "generell" dose-responskurve. En av vanskelighetene man støter på, er at det er benyttet ulike undersøkelsesmetoder, og ulike beregningsmetoder for støyen. I vårt tilfelle har vi et veldig homogent datagrunnlag fra fem forskjellige norske flyplasser. Det er benyttet identisk spørreskjema på alle fem, og støyen er beregnet med samme programvare, NORTIM.

Graden av støyplage, altså resultatene i **Tabell 6-1**, **Tabell 6-2**, **Tabell 6-3**, fremstilles gjerne som såkalte dose-responskurver, som så sammenliknes med internasjonale standarder og anbefalinger.

Hvis vi antar at de fem flyplassene er representative for norske forhold, kan vi sammenfatte resultatene til en "norsk dose-responskurve". Resultatet er vist i **Tabell 6-6**.

Resultater fra annen forskning indikerer at støyplagen kan være avhengig av en del "ikke-akustiske" forhold. I situasjoner der det har skjedd store og brå endringer i eksponeringsnivået og/eller trafikksituasjonen, kan man observere en grad av støyplage som er høyere enn hva som kan forventes ut fra nivåøkningen alene (Brown og Van Kamp, 2008). Den samme effekten har man kunnet observere der det foreligger kontroversielle planer om utvidelser som potensielt vil kunne medføre høyere støyinnivå. "Overreaksjonen" vil da kunne observeres allerede før endringen har funnet sted (Gjestland *et al.*, 2015; Van Kempen og Van Kamp, 2005; Schreckenberget og Meis, 2006).

Ved analyse av tidligere undersøkelser foreslås å dele flyplassene i to kategorier (Gjestland *et al.*, 2015; Janssen og Guski, 2015) (se Kapittel 4.4):

- Steder der det har skjedd store og brå endringer i trafikksituasjonen, det foreligger kontroversielle planer for endringer eller er stort mediefokus på miljøet ("high-rate-of-change airports") og
- Steder der trafikksituasjonen har vært mer stabil over lengre tid ("low-rate-of-change").

Tabell 6-6. Samledata for fem norske flyplasser. Svært plaget (highly annoyed) som funksjon av eksponeringsnivået (kategori 8, 9, 10 på 11-punkt skala).

Nivå	OSL	SVG	TRD	BOO	TOS	Samlet	
Ldn	Antall HA	Antall HA	Antall HA	Antall HA	Antall HA	Antall HA	% HA
40 dB	-	-	0	-	-	0	0
45 dB	0	-	0	2	0	2	5.1
50 dB	21	0	1	3	-	25	7.1
55 dB	24	10	4	4	3	45	7.0
60 dB	6	5	1	7	2	21	5.7
65 dB	0	0	2	3	0	5	5.7
70 dB	-	-	0	2	-	2	18.2
75 dB	-	-	-	1	-	1	100

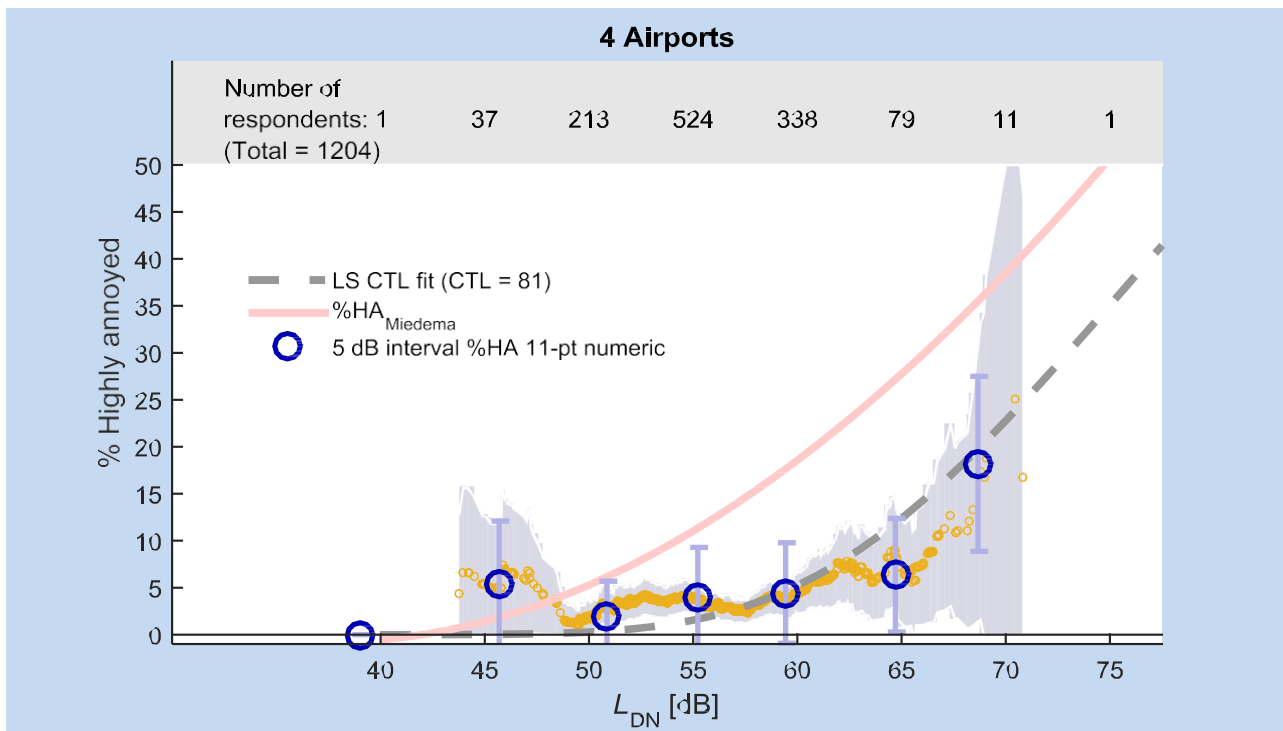
En inspeksjon av resultatene og en vurdering av de stedlige forholdene tilsier at Gardermoen bør kategoriseres som "HRC-flyplass", mens de andre fire har hatt mer stabile forhold. Vi kan da sammenfatte resultatene for disse fire for å lage en dose-responskurve som gjelder for "norske flyplasser med stabile støyforhold". Dette er vist i **Figur 6-16**.

Figuren viser at befolkning rundt norske flyplasser med stabile driftsforhold, LRC-flyplass, er mer støytolerante enn gjennomsnittet beskrevet av "EU-kurven". Denne befolkningen "tåler" 7.7 dB høyere støynivå for å gi uttrykk for samme grad av støyplage.

Tilsvarende kan man sammenfatte resultatene fra beregning av plagegrad. For norske flyplasser med stabile forhold får man:

$$AS = 1.58(L_{den} - 33.7 - 8.5)$$

De to betraktningmåtene gir omtrent samme resultat: Responskurvene ved disse fire flyplassene ligger omkring 8 dB "forskjøvet" i forhold til gjennomsnittet, henholdsvis 7.7 dB og 8.5 dB for de to metodene. Det betyr at befolkningen rundt disse flyplassene i gjennomsnitt "tåler" 8 dB høyere støynivå enn gjennomsnittet for å gi uttrykk for en viss grad av plage.



Figur 6-16. Resultat fra 4 norske flyplasser (alle undersøkte unntatt OSL). Andel "svært plaget" som funksjon av eksponeringsnivå sammenliknet med den anbefalte "EU-kurven".

6.5 "Svært plaget" vs. antall hendelser

Enkelte land, f.eks. Australia, benytter antallet støyhendelser over et gitt nivå (typisk L_{pA} 70 dB) som indikator for støyplage. En støyhendelse i denne sammenhengen er lyden av et fly som lander eller tar av. Begrunnelsen for å benytte dette som indikator er at støyopplevelsen er karakterisert av en rekke mer eller mindre hørbare enkelthendelser, og det kan argumenteres for at det er enkelthendelser man hører og ikke ekvivalentnivået.

Vi har gjort beregning av antall hendelser over to forskjellige nivå: 55 dBA (NA55) og 70 dBA (NA70). Med en grense på 55 dBA vil man i praksis få med alle hendelser som er tydelig hørbare utendørs, og med grense på 70 dBA vil man få med de hendelsene som er tydelig hørbare innendørs samtidig som man vil

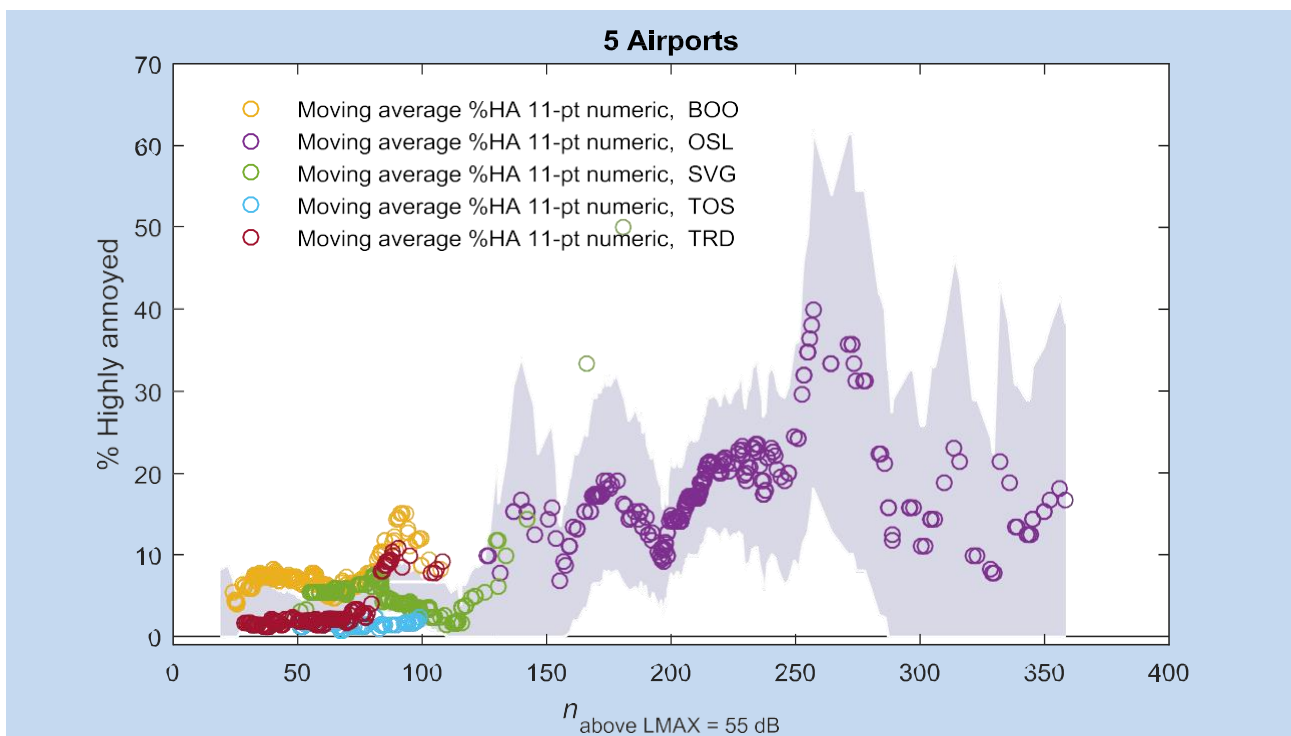
oppleve disse hendelsene som svært forstyrrende utendørs, det vil si at man f.eks. må avbryte en pågående samtale. Resultatet av analysen er vist i **Figur 6-17** og **Figur 6-18**.

Resultatet for hendelser over 55 dBA, **Figur 6-17**, synes å indikere at det er en økende andel svært plagete ved økende antall hendelser. Ved 50 hendelser i døgnet med maksimalnivå over 55 dBA er det omkring 5 % svært plaget, mens denne andelen øker til omkring 25 % ved 250 hendelser i døgnet.

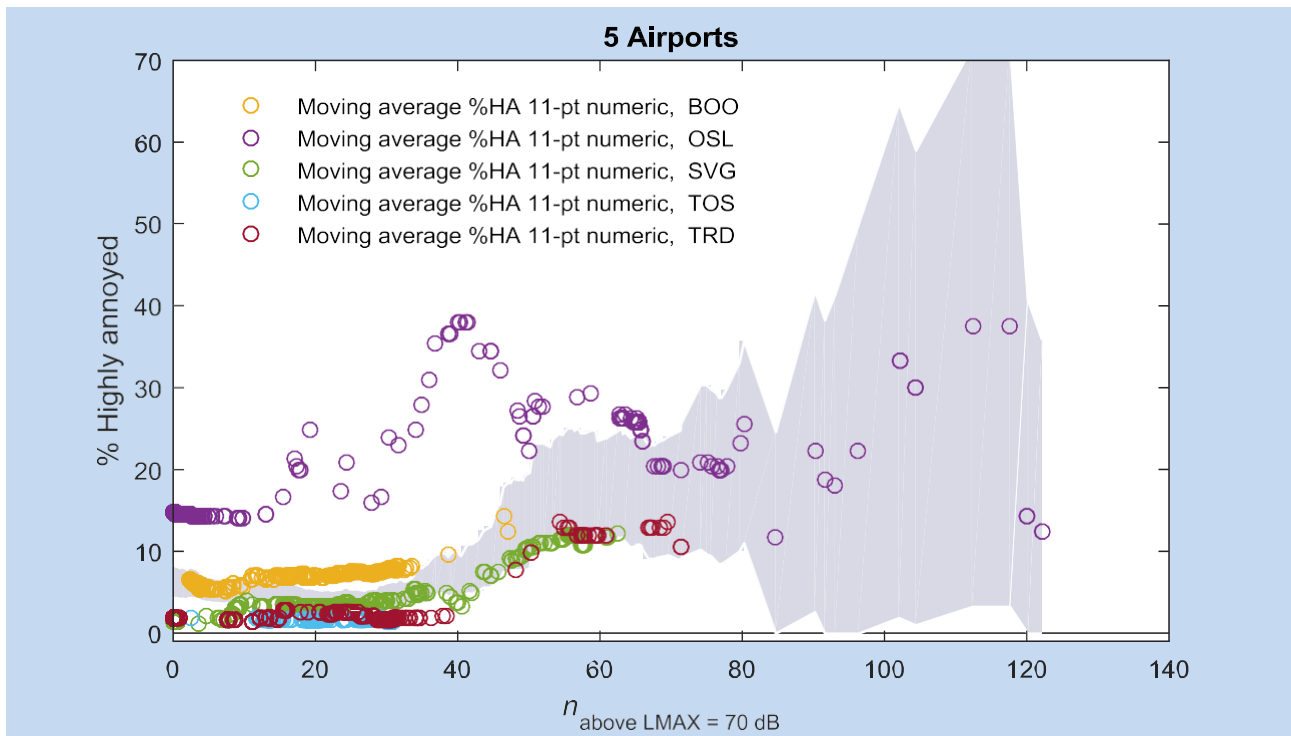
Den tilsvarende tendensen ser man ikke like tydelig i **Figur 6-18** som viser plage som funksjon av antall hendelser over 70 dBA.

Disse resultatene kan tolkes som om det er forekomsten av fly som utløser plagereaksjonen: Kan man høre flybevegelser så føler man seg plaget, og graden av plage øker med økende antall fly. Det synes imidlertid å spille mindre rolle hvor høye maksimalnivåene er, med andre ord hvor godt hørbart den enkelte flybevegelsen er. For et gitt ekvivalentnivå skulle det ifølge denne observasjonen være "bedre" (mindre plagsomt) med noen få godt hørbare flystøyhendelser enn med mange hendelser ved lavt nivå.

Tilsvarende observasjoner er gjort ved andre flyplasser og innen fagmiljøet har man begynt å diskutere fenomenet "pusterom" (engelsk: respite). Det synes som om mulighet for pauser i støyeksponeringen, og spesielt opphold i støyeksponeringen som er forutsigbare, er gunstig med hensyn på støyplagen. Ved enkelte flyplasser blir trafikken bevisst rutet slik at støyen konsentreres til bestemte områder, mens andre områder får liten belastning. Over tid får imidlertid alle områder samme belastning som tidligere, men vissheten om at enkelte perioder vil være "støyfrie", har redusert den generelle støyplagen (Hudson, 2015).



Figur 6-17. Plage som funksjon av antall støyhendelser over L_{pAmax} 55 dB. Den grå flaten viser gjennomsnittet $\pm 2\sigma$ (to standardavvik) beregnet uten at det skilles mellom de forskjellige flyplassene.



Figur 6-18. Plage som funksjon av antall støyhendelser over L_{pAmax} 70 dB. Den grå flaten viser gjennomsnittet $\pm 2\sigma$ (to standardavvik) beregnet uten at det skiller mellom de forskjellige flyplassene.

6.6 Plagegrad om natten

Spørsmål 17 og 18 omhandler flystøy i forhold til søvn og vekking. **Tabell 6-7** angir graden av støyplage om natten (11-punktsskala) og **Tabell 6-8** viser andelen respondenter som oppgir at det hender de vekkes om natten på grunn av flystøy.

En gjennomgående tendens er at når man sammenlikner plage om natten (**Tabell 6-7**) med total støyplage (**Tabell 6-2**), så følger disse hverandre ganske tett. Gradene av støyplage om natten tilsvarer jevnt over halvparten av den totale støyplagen. Det kan indikere at støy om natten ikke representerer noe spesielt problem, og at respondenten derfor bevisst "fordeler" plagen utover døgnet. Man husker hva man svarte på spørsmålet om total støyplage, og da støy om natten ikke synes å være noe spesielt problem, setter man plagen til halvparten av totalen.

Omfanget av støyproblem om natten vises best i **Tabell 6-8**. Det er færre enn 10 % som vekkes så ofte som 1-2 ganger pr uke, mens 70–90 % oppgir at de nesten aldri vekkes av flystøy om natten. Prosentandelen som vekkes ofte er 2-3 ganger høyere ved OSL enn ved de andre flyplassene. Det gjenspeiler nattaktiviteten idet OSL har 2-3 ganger flere ankomster etter midnatt enn de andre flyplassene.

Tabell 6-7. Grad av støyplage om natten (11-punktskala).

Nivå Ldn [dB]	OSL			SVG			TRD			BOO			TOS		
	AS	σ	n	AS	σ	n	AS	σ	n	AS	σ	n	AS	σ	n
40	-	-	0	-	-	0	0	0	1	-	-	0	-	-	0
45	0	0	2	-	-	0	3	5	4	5	16	32	0	0	1
50	18	25	138	4	10	46	5	14	106	3	8	61	-	-	0
55	25	29	117	13	19	159	7	16	139	6	12	45	12	19	180
60	25	32	33	15	21	89	15	25	26	11	19	106	11	18	115
65	3	7	9	6	7	8	27	28	23	13	20	47	0	0	1
70	-	-	0	-	-	0	30	0	1	24	28	10	-	-	0
75	-	-	0	-	-	0	-	-	0	30	0	1	-	-	0

Tabell 6-8. Forekomst av vekking om natten.

	OSL	SVG	TRD	BOO	TOS
Aldri / nesten aldri 1–2 pr år [%]	72	81	89	84	80
Av og til 1–2 pr måned [%]	19	16	6	11	15
Ofte 1–2 pr uke [%]	9	3	6	5	5

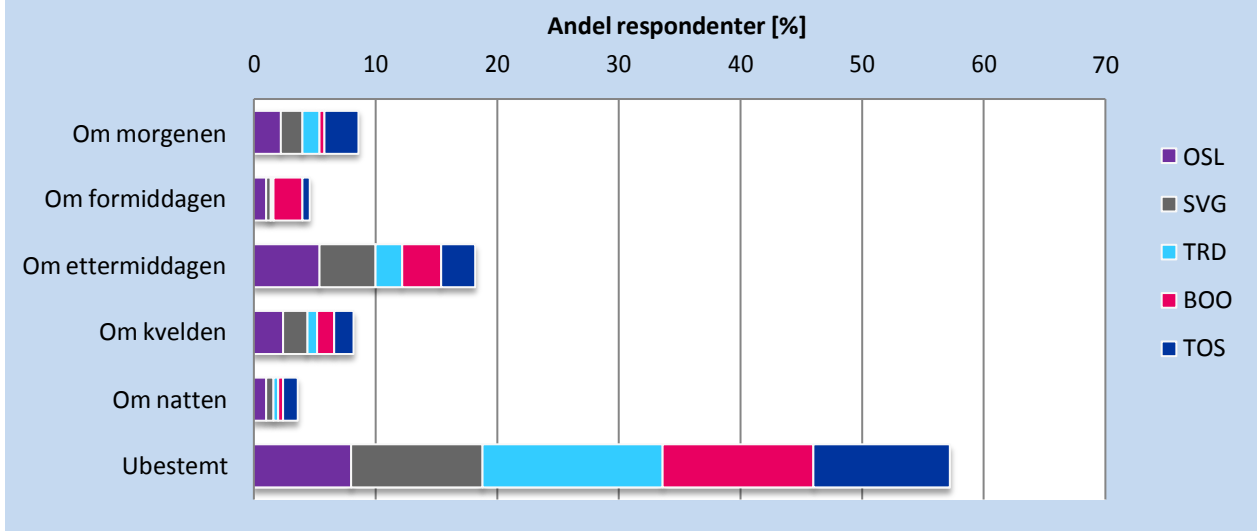
6.7 Mest plagsom tid på døgnet

Spørsmål 19 omhandler støyplage på ulike tider av døgnet. Respondenten ble bedt om å angi på hvilket tidspunkt støyen er mest plagsom. Spørsmålet ble stilt til samtlige respondenter, også de som svarte "ikke plaget" på spørsmålet om generell plage (spm 14). **Tabell 6-9** og **Figur 6-19** viser når på døgnet støyen opplever mest plagsom. Legg merke til at mer enn halvparten av respondentene ikke besvarte dette spørsmålet. Det kan tolkes som om støyplage er noe ikke spesifikt som er knyttet generelt til stedet og situasjonen, og som altså ikke kan kobles til spesielle tidspunkter eller hendelser.

Tabell 6-9. Støyplage på ulike tider av døgnet.

	OSL		SVG		TRD		BOO		TOS	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Morgen, 06–09	33	11	28	9	22	7	7	2	41	14
Form. 09–12	15	5	5	2	3	1	35	12	8	3
Etterm. 12–18	82	27	69	23	34	11	48	16	42	14
Kveld, 18–23	36	12	29	10	12	4	20	7	24	8
Natt, 23–06	15	5	9	3	6	2	6	2	17	6
Uspesifisert	119	40	162	54	223	74	186	62	168	56

Når på døgnet er støy fra flytrafikken mest plagsom?



Figur 6-19. Tidspunkt på døgnet hvor støyen oppleves mest plagsom.

Blant de som henviste til en bestemt tid på døgnet, synes støy om ettermiddagen å være mest plagsom. BOO har også en relativt høy andel på formiddag, noe som kan skyldes at det er i denne perioden at det er flest avganger med militære jagerfly. Andelen som oppgir støy om natten som mest plagsom er ganske lav, og bekrefter resultatene som er vist i **Tabell 6-7** og **Tabell 6-8**.

Norske myndigheter benytter indeksen DENL for å beskrive en støysituasjon. Dette er i tråd med anbefalinger fra EU. DENL er et A-veid døgnekvivalentnivå med en ekstra tidsveiling på 10 dB for natten (23–07) og 5 dB for kvelden (19–23). DENL beregnes som et middel for hele året.

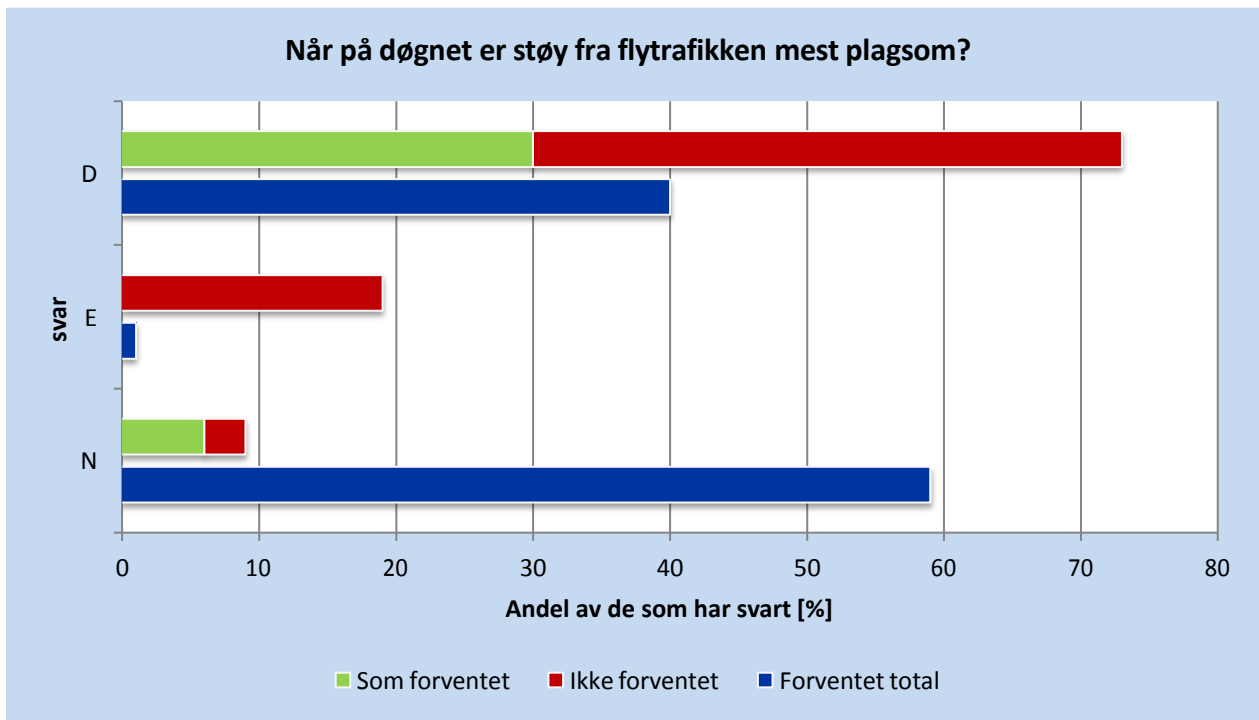
Vi har undersøkt hvordan denne tidsveilingen "stemmer" med støyopplevelsen på ulike tider av døgnet. Dag-, kveld- og nattbidraget til DENL beregnes på følgende måte:

$$10^{L_{den}/10} = C_d + C_e + C_n \tag{1}$$

$$C_d = \frac{12}{24} 10^{L_{eq-day}/10} \quad C_e = \frac{4}{24} 10^{(L_{eq-evening}+5)/10} \quad C_n = \frac{8}{24} 10^{(L_{eq-night}+10)/10} \tag{2}$$

For hver respondentadresse ble de tre delbidragene beregnet. Vi antok at delbidraget burde være størst for den perioden der respondenten ga uttrykk for størst støyplage. Resultatet er vist i **Figur 6-20**. De blå søylene viser når på døgnet de enkelte delbidragene er størst. Vi ser at for 40 % av respondentene er støybidraget på dagtid størst og for 59 % er støybidraget om natten størst. Bare for 1 % av respondentene er støybidraget på kveldstid størst. Beregningene er bare gjort for de respondentene som anga en spesifikk periode for når støyen var mest plagsom.

De grønne og røde søylene i **Figur 6-20** viser de virkelige svarene. Grønn søyle angir at svaret til respondenten "stemmer" med beregningene, det vil si at respondenten er mest plaget i den perioden som gir det største delbidraget til DENL. Den røde søylen angir at respondenten var mest plaget i en periode som ikke ga det største delbidraget til DENL.



Figur 6-20. Oversikt over når på døgnet flystøy oppleves mest plagsom.

Figur 6-20 viser at mens 59 % av respondentene hadde det største delbidraget til DENL om natten, var det bare 9 % (6 % grønn + 3 % rød) som oppga at de var mest plaget i denne perioden. Og av disse 9 % var det faktisk en tredel (3 % rød) som opplevde det største delbidraget til DENL på en annen tid av døgnet.

Svært mange svarte at de var mest plaget av flystøy om kvelden på tross av at bare for 1 % av respondentene var delbidraget til DENL størst i denne perioden.

Som en generell konklusjon kan vi si på grunnlag av denne analysen synes støy om natten å bli tillagt for stor vekt samtidig som støy om kvelden blir underestimert ved beregning av DENL.

Disse beregningene omfatter bare de som svarte på spørsmål 19 om når på døgnet støyen var mest plagsom. Et manglende svar kan bety at respondenten var indifferent og altså at delbidragene fra de enkelte periodene var omtrent det samme. En analyse av standardavviket for delbidragene støtter ikke denne hypotesen. De respondentene som ikke besvarte spørsmål 19 hadde omtrent samme gjennomsnittlige standardavvik for delbidragene som de øvrige, og det var ingen signifikant forskjell mellom de to gruppene.

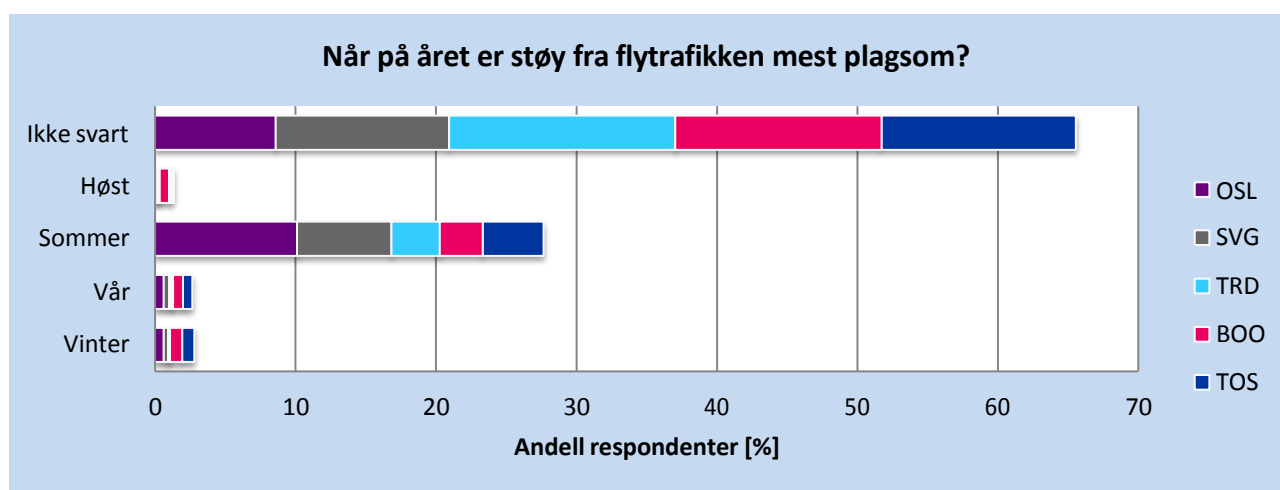
6.8 Mest plagsom tid på året

Spørsmål 20 omhandler støyplage på ulike tider på året. Respondenten ble bedt om å angi på hvilken tid av året støyen er mest plagsom. **Tabell 6-10** og **Figur 6-21** viser når på året støyen oppleves mest plagsomt. Legg merke til at mer enn halvparten av respondentene ikke besvarte dette spørsmål.

Tabell 6-10. Støyplage på ulike tider av året.

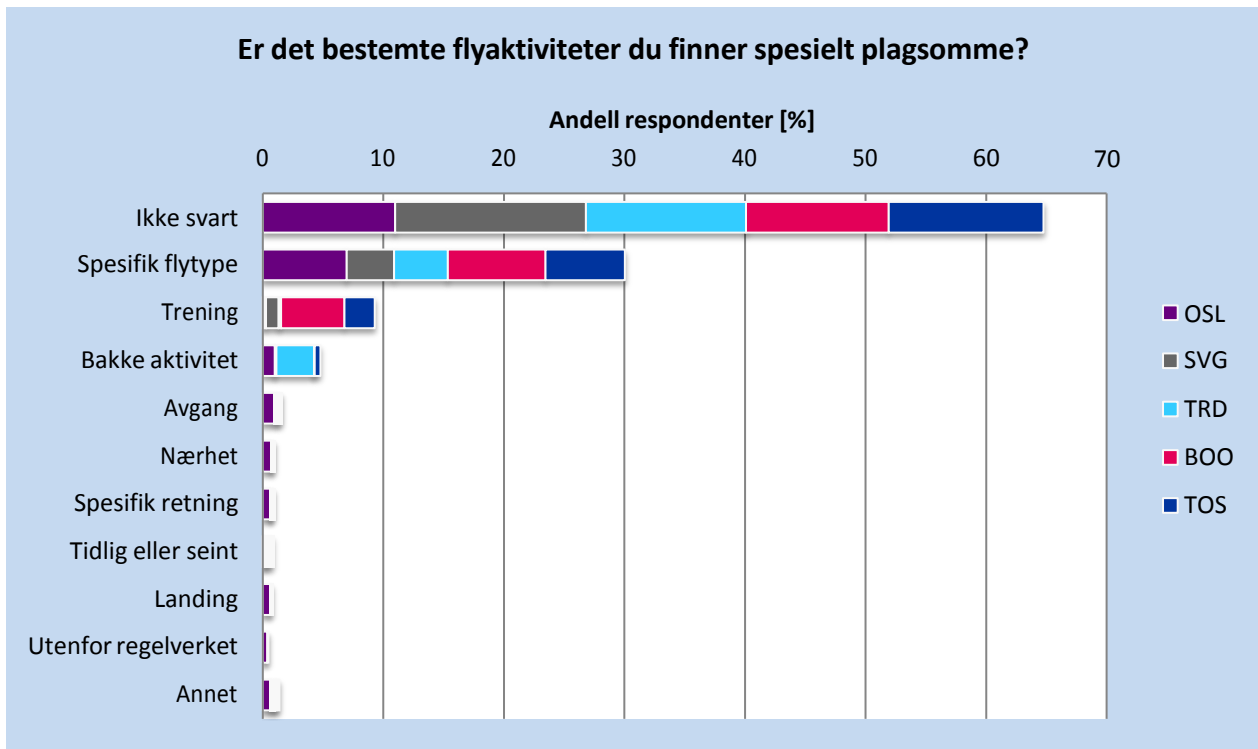
	OSL		SVG		TRD		BOO		TOS	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Vinter	9	3	6	2	1	0	13	4	13	4
Vår	9	3	7	2	3	1	11	4	10	3
Sommer	152	51	101	33	52	17	46	15	65	22
Høst	1	0	2	1	2	1	11	4	4	1
Uspesifisert	129	43	186	62	242	81	221	73	208	69

Blant de som svarer er det sommeren som blir utpekt som den perioden hvor flystøyen er mest plagsom. Det kan indikere at flystøyplage først og fremst er et utendørsfenomen, og at flystøy bare i liten grad oppleves innendørs bortsett fra om sommeren hvor man i stor utstrekning har åpne vinduer. Det kan videre bety at ekstra fasadeisolering av boligen bare i liten grad vil ha betydning for støyplagen, kanskje bortsett fra de helt ekstreme tilfellene der de enkelte støyhendelsene er svært godt hørbare innendørs. Effektiviteten av fasadeisolering og lignende tiltak er også sett på som tvilsomt i litteraturen (Fidell, 1991; Schreckenberget og Meis, 2006).


Figur 6-21. Oversikt over når på året flystøy oppleves mest plagsom.

I spørsmål 21 ble respondentene spurt om det var spesielle flytyper eller spesielle flyoperasjoner eller aktiviteter som de opplevde særlig plagsomme. Svarene er vist i **Figur 6-22**. Man hadde mulighet for å beskrive flere alternativ. Bare ca. en tredel av respondentene svarte på dette spørsmålet.

Blant de som svarte var det vanlige operasjoner (avgang og landing) med bestemte flytyper som pekte seg ut som de mest plagsomme.



Figur 6-22. Oversikt over spesielt plagsomme flyaktiviteter.

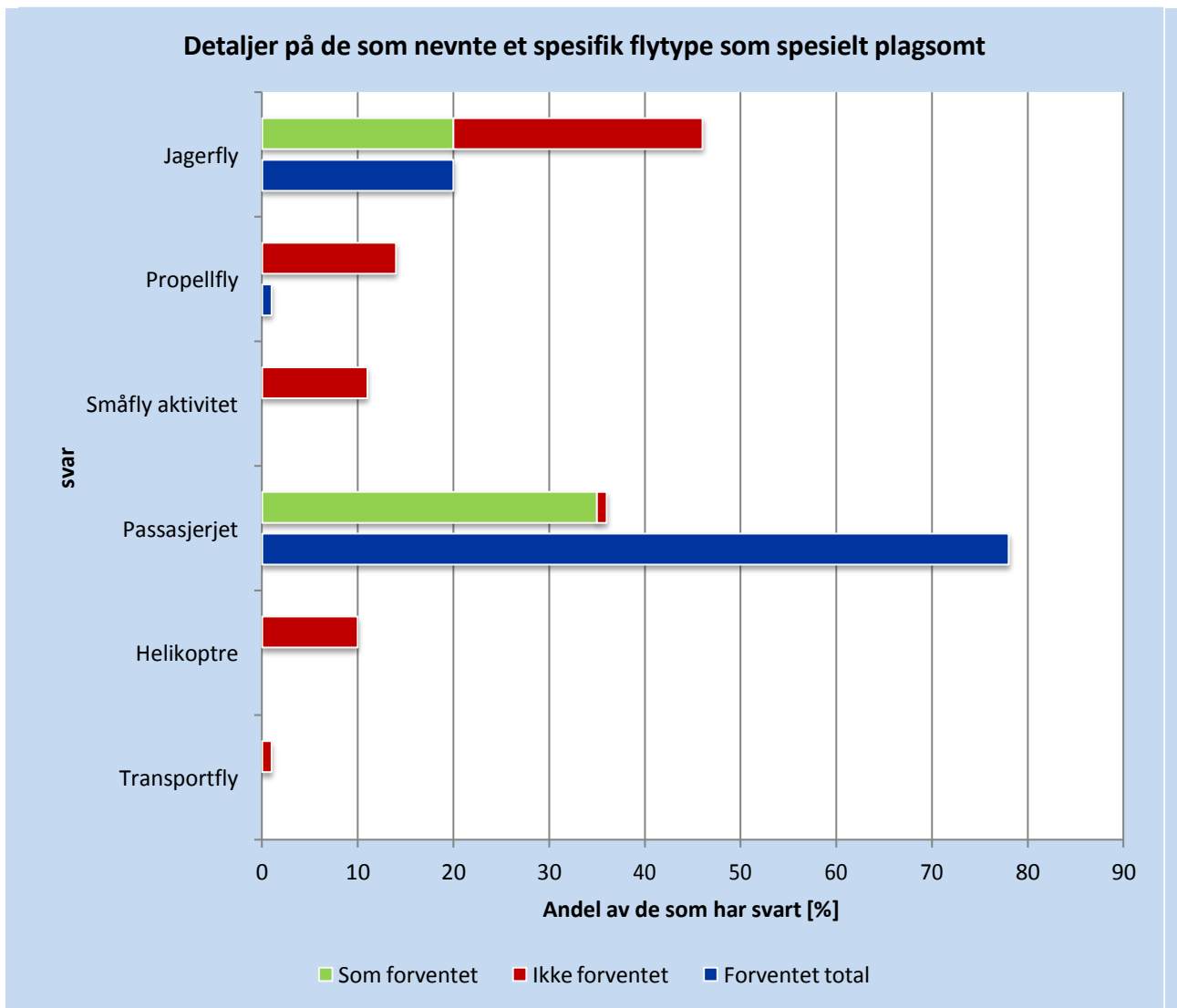
Vi gjorde beregninger av hvilke flytyper som ga størst bidrag til DENL hos den enkelte respondenten og sammenliknet dette med de svarene som ble gitt. Resultatet er vist i **Figur 6-23**. De blå søylene angir hvilken flytype som gir det største delbidraget. Vi ser at for 20 % (av de som svarte) er det jagerfly som er den dominerende kilden, mens for nærmere 80 % er det vanlige passasjerjetfly (vesentlig B737 og A320).

De grønne søylene angir andelen av respondentene som identifiserte den mest dominerende støykilden som den mest plagsomme, mens de røde søylene angir andelen som var mest plaget av noe annet enn den mest dominerende flytypen.

Vi ser at 45 % av de som avga svar, peker på jagerfly som den mest plagsomme støykilden, mens det bare er for snaut halvparten av disse at støy fra jagerfly gir det største bidraget til DENL.

For over 75 % av respondentene gir støy fra vanlige passasjerjetfly det største delbidraget til DENL, men det er noe under halvparten av disse som oppgir denne kilden som mest plagsom.

Støy fra propellfly (turboprop) blir også fremhevet som en stor kilde til støyplage, men det er bare hos 1 % av respondentene at denne støyen dimensjonerer ekvivalentnivået.



Figur 6-23. Oversikt over hvilke fly som oppleves mest plagsomme.

6.9 Flytting

Etter første runde med spørreundersøkelser, Værnes og Bodø, ble det lagt til et ekstra spørsmål om mulige flytteplaner. Folk ble spurt om de hadde planer eller ønsker om å flytte, og i tilfelle hva som var grunnen til dette. Resultatet er vist i **Tabell 6-11**.

Vi ser av tabellen at det er bare ved Gardermoen at flystøy synes å ha noen betydning for flytteplaner. Her oppgir snaut halvparten av de som vil flytte, flystøy som grunn til dette. Nesten samtlige av disse (27 av 30) sier de er plaget av flystøy (øvre halvpart av plageskalaen), mens det bare er halvparten (15 av 30) av de som ønsker å flytte på grunn av flystøy, som karakteriserer seg selv som "svært plaget".

Tabell 6-11. Andel som har ønsker eller planer om å flytte i de nærmeste årene.

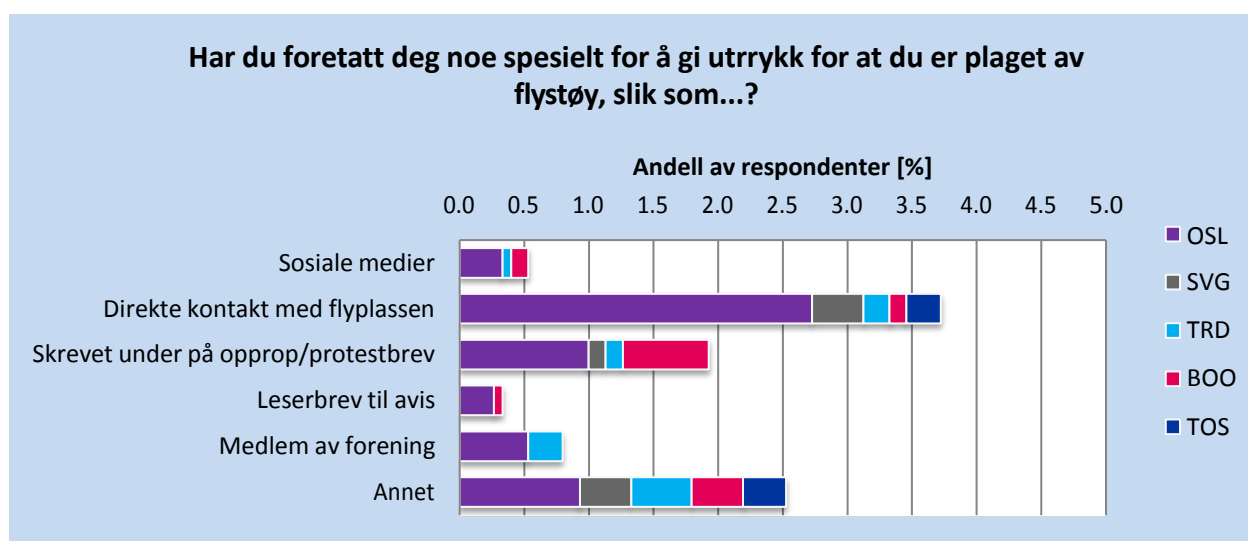
Andel av totalen [%]	OSL	SVG	TOS	Samlet
Har flytteplaner	24	15	22	21
Flytter på grunn av flystøy	10	2	0	4
Flytter på grunn av flystøy og plaget	9	2	0	4
Flytter på grunn av flystøy og svært plaget	5	1	0	2

6.10 Aktivt uttrykk for støyplage

Respondentene ble spurt om de noen gang hadde gitt aktivt uttrykk for støyplage, og i tilfelle på hvilken måte de hadde gjort dette. Forskjellige måter ble lest opp, og det var mulig å velge flere alternativ. Svarene er vist i **Tabell 6-12** og **Figur 6-24**.

Tabell 6-12. Andel som har gitt aktivt uttrykk for støyplage.

Andel av totalen [%]	OSL	SVG	TRD	BOO	TOS
Andel gitt uttrykk for plage	19	4	4	5	3


Figur 6-24. Måter man har uttrykt støyplage.

Resultatene synes å bekrefte antakelsen om at beboerne ved OSL er mer "aktive" i sin holdning til støysituasjonen.

Det samme forholdet gjenspeiler seg i publikums henvendelser til flyplassene. I 2014 innførte Avinor et felles tilbakemeldingsskjema og støy er et av temaene det kan gis melding om. Fra Avinor har vi fått oppgitt følgende data for 2014 og halve 2015, se **Tabell 6-13**. Tabellen viser tydelig at det i praksis bare er ved Gardermoen at folk har vært vesentlig opptatt av flystøy, men at det er en markant økende tendens for Stavanger.

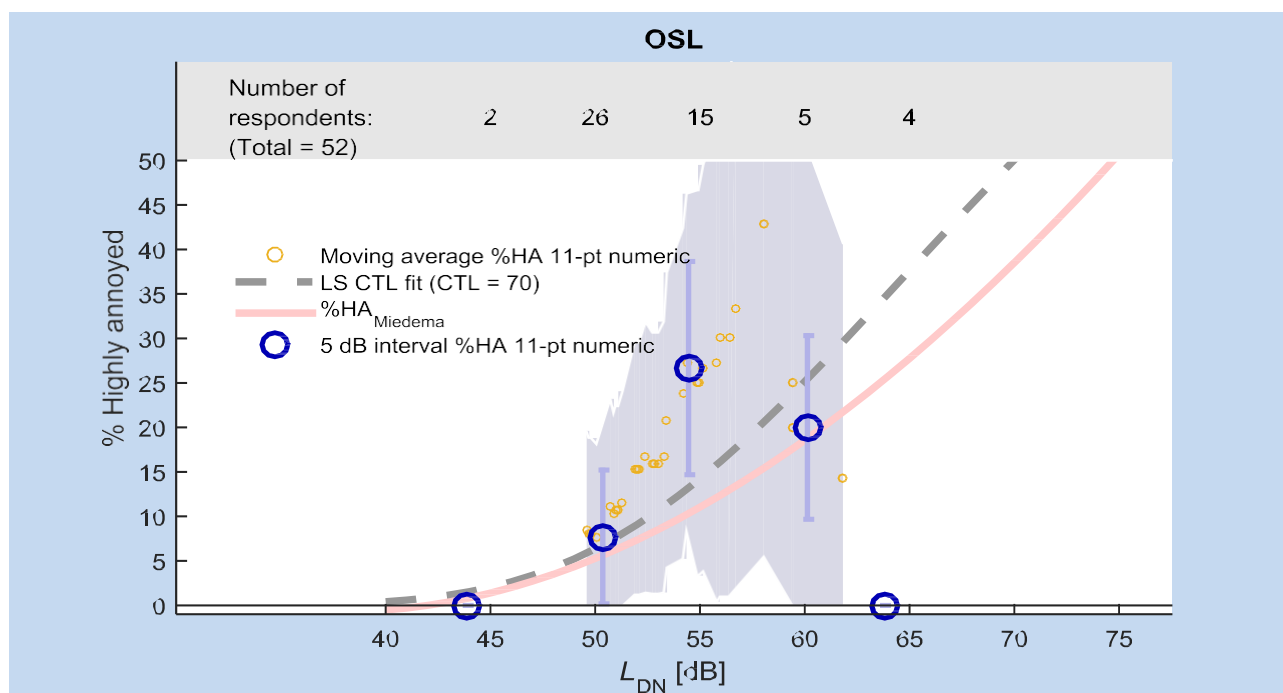
Tabell 6-13. Tilbakemeldinger om støy til Avinor.

OSL		SVG		TRD		BOO		TOS	
2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
5086	5617	14	167	0	3	0	0	0	0

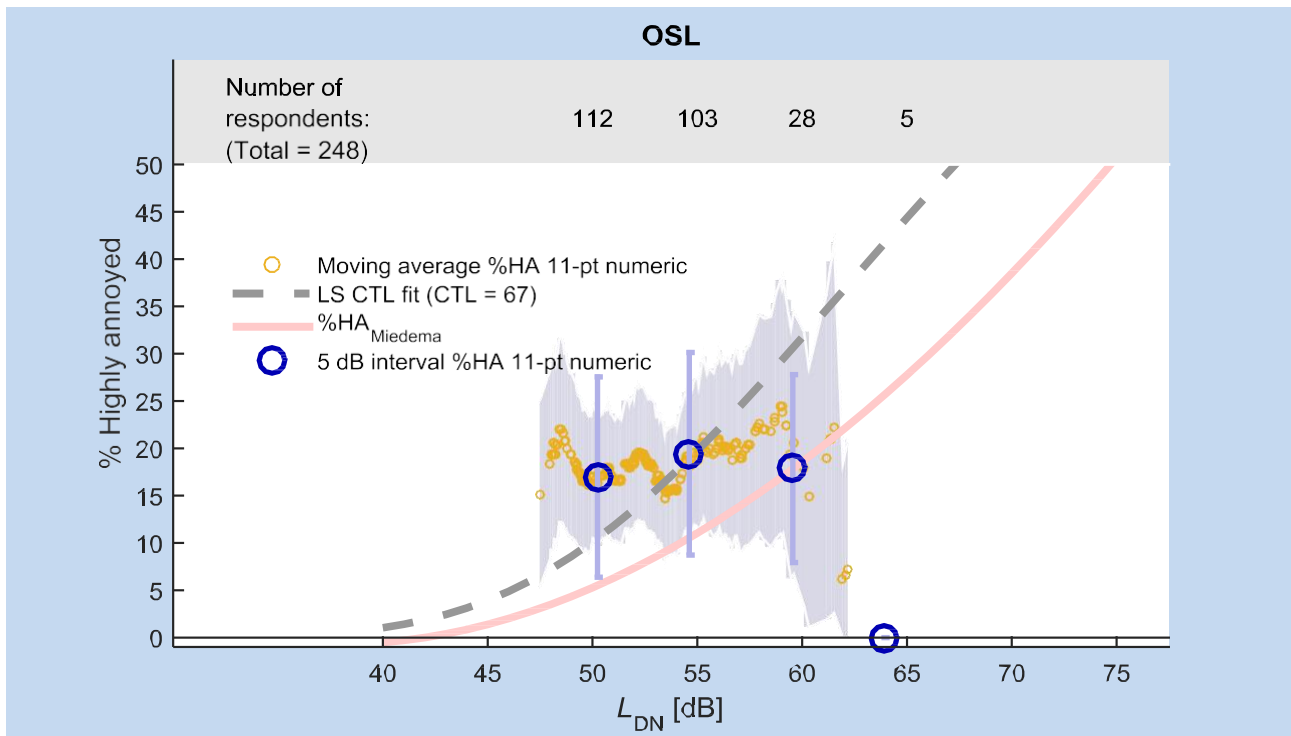
6.11 Flyplassrelatert arbeid

Man kan tenke seg at folk som arbeider ved flyplassen eller som leverer varer og tjenester til flyplassen vil kunne være mer tolerante overfor flystøy ved at de har en viss egeninteresse i at flyplassen eksisterer. Dette ble undersøkt ved en tidligere spørreundersøkelse på Værnes og i Bodø. Den gangen fant man ingen signifikant forskjell i responsen til folk med og uten flyplassrelatert arbeid (Gjestland *et al.*, 1994).

Andelen som har flyplassrelatert arbeid ved Gardermoen er dobbelt så høy (17 %) som ved flyplassene Sola, Værnes og Bodø. Vi sorterte derfor svarene i to grupper, med/uten flyplassrelatert arbeid, og fant andel "svært plaget" som funksjon av støynivået. Resultatet er vist i **Figur 6-25** og **Figur 6-26**.



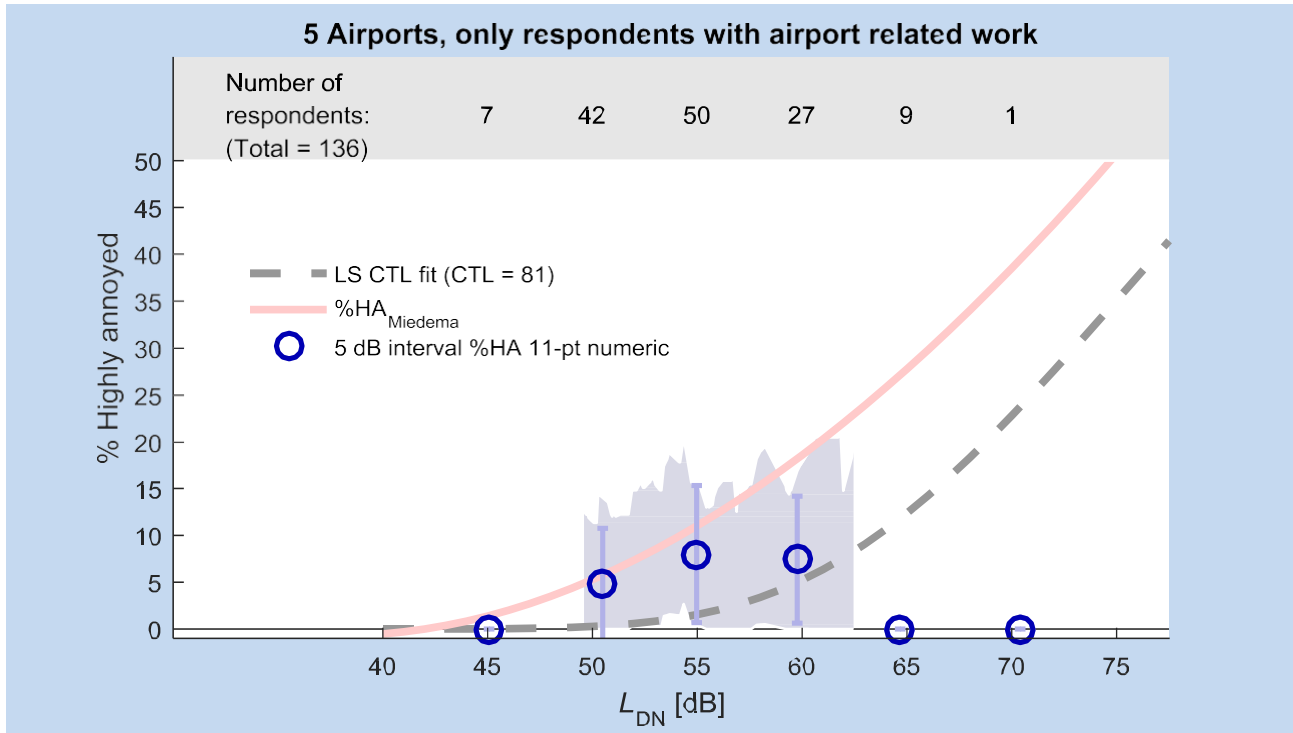
Figur 6-25. Andel svært plaget blant respondenter som har arbeid ved OSL eller som leverer varer og tjenester til denne flyplassen.



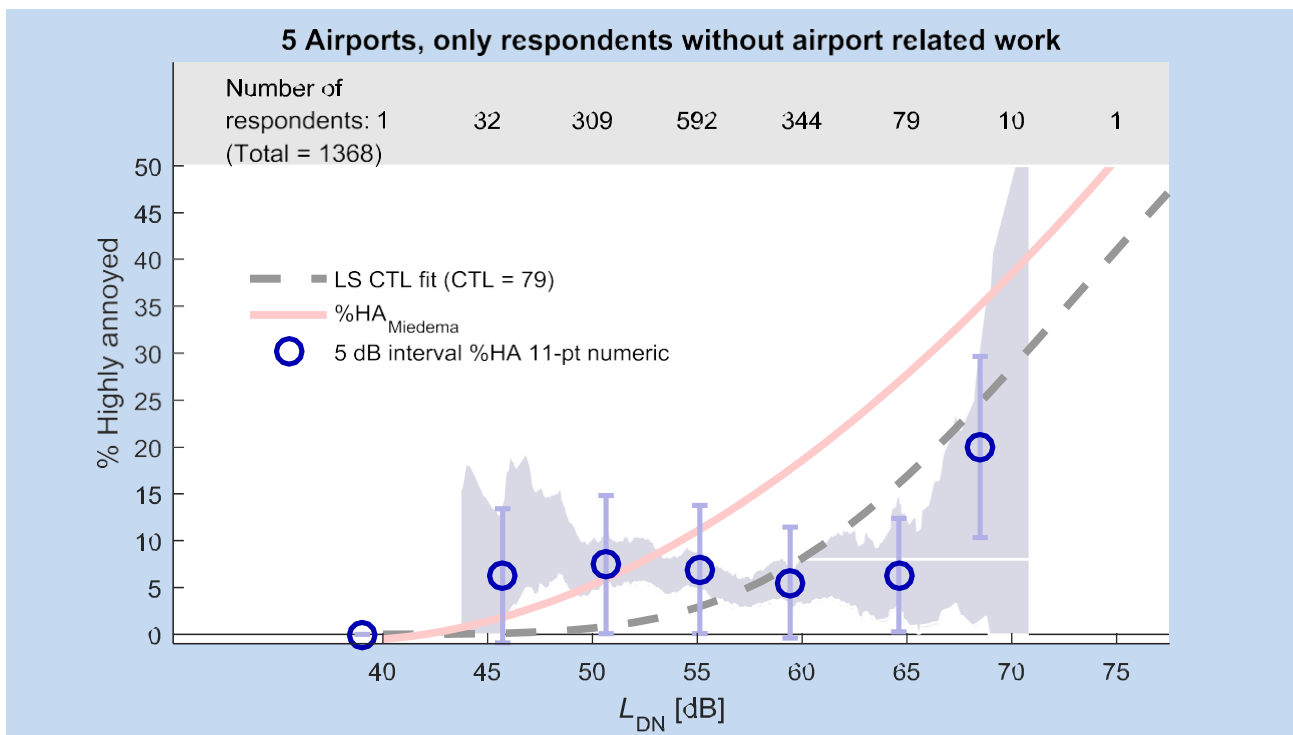
Figur 6-26. Andel svært plaget blant respondenter som ikke har arbeid ved OSL eller som ikke leverer varer og tjenester til denne flyplassen.

Usikkerheten på plageresponsen blant de som har arbeid ved OSL, eller som på annen måte har "egeninteresse" i flyplassens eksistens (**Figur 6-25**) blir veldig stor på grunn av begrenset antall respondenter. Derfor er det umulig å si at det er signifikant forskjell i plageresponsen blant de som har eller ikke har arbeid ved OSL, eller som på annen måte har eller ikke har "egeninteresse" i flyplassens eksistens (**Figur 6-25** og **Figur 6-26**).

Figur 6-27 og **Figur 6-28** viser det samme for alle respondenter ved de flyplassene som er undersøkt. Her er antall respondenter større og usikkerheten mindre, og figurene viser ingen signifikant forskjell i plageresponsen. Dette samsvarer helt med tilsvarende observasjoner fra andre flyplasser (Fields, 1993).



Figur 6-27. Andel svært plaget blant respondenter som har arbeid ved flyplassen eller som leverer varer og tjenester til denne flyplassen.



Figur 6-28. Andel svært plaget blant respondenter som ikke har arbeid ved flyplassene eller som ikke leverer varer og tjenester til disse flyplassene.

7 Relasjon til norsk regelverk

Resultatene fra 4 av de 5 undersøkte flyplassene i denne undersøkelsen viser at responsen er betydelig lavere enn normkurven som ble benyttet som grunnlag for fastsetting av grenseverdiene for gul og rød sone da disse første gang ble definert i 2005. I denne sammenheng kan derfor grensene i retningslinje T-1442 synes å være for strenge.

Den siste utgaven av standarden ISO 1996-1 foreslår imidlertid en skjerping av vurderingsgrunnlaget for flystøy. Slik støy bør ifølge standarden nå få en korreksjon på 5 - 8 dB i forhold til veitrafikkstøy, mens forrige utgave av standarden foreslo 3 - 5 dB. Grunnlaget for endringen i standarden har vært sammenligning av resultater fra spørreundersøkelser over lang tid og disse har vist en økende plagegrad i befolkningen. Det er i noen av sammenstillingene omtalt at de fleste nyere undersøkelser er gjort på flyplasser med store endringer på gang, men det ble ikke trukket noe skille mellom disse og andre når trendene ble undersøkt. Nyere forskning peker på at den tidsmessige trenden som ble lagt til grunn er sterkt påvirket av dette. Når flyplasser deles i to grupper (LRC og HRC) viser reaksjonene i de to gruppene hver for seg å være stabile over tid.

Norske myndigheter har benyttet en korreksjon på 3 dB for flystøy ved utarbeidelsen av støyretningslinjen T-1442. Resultatene fra denne undersøkelsen viser generelt lavere plagegrad enn tilsvarende undersøkelser internasjonalt. De underbygger derfor ikke en skjerping av grensene for flystøy i Norge; tvert imot viser de at grensene ligger høyere enn hva befolkningen normalt aksepterer.

I følge forordet til Retningslinjen T-1442 skal denne legges til grunn ved arealplanlegging og behandling av enkeltsaker etter plan- og bygningsloven i kommunene og i berørte statlige etater. Den gjelder både ved planlegging av ny støyende virksomhet og for arealbruk rundt eksisterende støyende virksomhet. Formålet med retningslinjen er altså å legge til rette for en langsiktig arealdisponering som forebygger støyproblemer.

Vi har i denne rapporten benyttet en klassifisering av flyplassene i to typer: LRC og HRC. Vi vil betrakte en LRC-flyplass, blant annet karakterisert ved relativt stabile operasjonsforhold, som normalsituasjonen. Fire av de undersøkte flyplassene, alle utenom OSL, er av denne typen. Ved bruk av T-1442 i plansaker mener vi derfor at resultatene fra disse fire flyplassene vil være mest representative på landsbasis.

Ved en HRC-flyplass, karakterisert blant annet ved store og brå endringer i operasjonsmønster og/eller kontroversielle planer om fremtidig drift, og gjerne ledsaget av konflikter mellom flyplassen og naboene, vil man registrere en høyere plage enn ved en LRC-flyplass. Plageresponsen her er altså i større grad påvirket av andre ikke-akustiske forhold. Tilstanden er imidlertid ikke stabil, og over tid vil plageresponsen nærme seg den man finner på en LRC-flyplass når elementene som betinget en HRC-klassifisering ikke lenger er tilstede. Vi mener derfor at plageresponsen som registreres ved en HRC-flyplass, ikke kan benyttes i forhold til T-1442 som omhandler langsiktig arealdisponering.

8 Diskusjon og konklusjoner

Det er gjennomført spørreundersøkelser ved fem norske flyplasser: Oslo-Gardermoen (OSL), Stavanger-Sola (SVG), Trondheim-Værnes (TRD), Bodø (BOO) og Tromsø-Langnes (TOS). Ved fire av disse er folk langt mindre plaget av flystøy enn hva man beregner med de vanlig brukte dose-responskurvene. Befolkningen her "tåler" 7-10 dB høyere støynivå enn det normkurven angir. Ved OSL synes imidlertid befolkningen å

være mindre tolerant overfor flystøy. Disse "tåler" 5 dB mindre støy enn det normkurven forutsetter. De "tåler" likevel mer støy enn hva man finner ved tilsvarende flyplasser internasjonalt.

Sammenhengen mellom respons og eksponeringsnivå synes svak for andel "svært plaget". Det skyldes høyst sannsynlig at støyplagen er såpass lav at det er få personer som benytter den øverste delen av plageskalaen. I en normalbefolkning kan man regne med at en viss andel karakteriserer seg som "støyfølsomme" (Van Kamp *et al.*, 2004). At dose-responskurven ikke går til null på lave nivåer, kan dermed betraktes som normalt.

Sammenhengen mellom eksponeringsnivå og andel "svært plaget" kan i en del tilfelle synes uklart på grunn av få respondenter. Ser man på en lavere grad av plage (den øvre halvparten av plageskalaen), **Figur 6-11** til **Figur 6-15**, vises sammenhengen mellom støyplage og eksponeringsnivå ganske tydelig. Plagen er jevnt over økende med økende nivå. Det indikerer at "folk svarer på spørsmålet" om støyplage ved at støynivået ved boligen faktisk har betydning for responsen.

Støykonfliktene mellom beboerne og flyplasser rundt Gardermoen er velkjente. Avinor opplyser at det også har vært "uro" ved flyplassene i Stavanger og i Tromsø. I Stavanger har det vært et par rettsaker relatert til helikoptertrafikken offshore. I Tromsø har det vært klager rettet mot motortesting på østsiden av rullebanen fra de nærmeste beboere, noe som har vært omtalt i media. Disse uromomentene har imidlertid ikke gitt seg utslag på samme måte som for OSL. Forklaringen kan være at for både SVG og TOS dreier det seg om lokale fenomen som ikke har betydning utover disse områdene. Vi ser dette på spørsmålet om hvordan folk eventuelt har gitt aktivt uttrykk for støyplage. Her skiller OSL seg markert ut ved at 19 % av respondentene har hatt kontakt med flyplassen eller på annen måte gitt uttrykk for plage. Ved de andre flyplassene ligger denne andelen mye lavere, typisk omkring 3 – 5 %, og det er ingen markert forskjell mellom SVG og TOS og de to andre. Det viser altså at selv om Avinor har registrert en viss "uro" så har denne ikke gitt seg utslag i aktive handlinger blant respondentene for å klage på støysituasjonen. Dette forholdet gjenspeiles også i tilbakemeldingsskjemaet til Avinor, **Tabell 6-13**. Det er bare ved OSL at det er noen "klagehyppighet" av betydning, men det er grunn til å merke seg at det er en betydelig økning i antall klager ved SVG i 2015.

Det er nærliggende å ville anta at folk som ser en viss "nytteverdi" i støykilden, vil være mer tolerante. Det vil altså si at folk som har sitt arbeid på flyplassen, eller som leverer varer og tjenester til flyplassen, vil uttrykke en lavere grad av støyplage. Ved OSL har dobbelt så mange respondenter flyplassrelatert arbeid i forhold til SVG, TRD og BOO. Det er imidlertid en ubetydelig forskjell i responsen mellom de som har og de som ikke har flyplassrelatert arbeid, **Figur 6-27** og **Figur 6-28**. Dette er helt i samsvar med hva som er rapportert fra andre undersøkelser (Fields, 1993).

Vi har relativt få demografiske data om respondentene fordi man ønsket å holde undersøkelsen så liten/kort som mulig (blant annet begrenset tid for intervju for å få best mulig responsrate). **Tabell 5-2** viser at respondentutvalget er ganske likt med hensyn på kjønn, alder, eierskap for bolig og tid som

tilbringes i hjemmet. I den utstrekning disse faktorene skulle ha innvirkning på responsen, vil ingen av flyplassene skille seg ut spesielt.

Vi har for få respondenter til å kunne gjøre omfattende analyser av undergrupper. Vi har imidlertid sett på hva som finnes rapportert av tilsvarende undersøkelser. En analyse av tidligere spørreundersøkelser (Fields, 1993) har vist at demografiske variabler som alder, kjønn, sosial status, inntekt, utdanning, eierskap for bolig, boligtype, botid og "nytte" av støykilden, har minimal betydning for støyplagen. Analysen til Fields omfattet 136 ulike spørreundersøkelser om støy. Vi anser det derfor sannsynlig at disse faktorene heller ikke spiller noen rolle for vår undersøkelse. Det innebærer at forskjellen mellom responsen ved OSL og de øvrige flyplassene ikke kan forklares ut fra mulige forskjeller i vanlige demografiske variabler.

På grunnlag av svarene om spesielt plagsomme kilder kunne det synes som om støy fra jagerfly er undervurdert ved beregning av DENL, og vanlige jetfly noe overvurdert, men da burde andel plagete ved BOO vært høyere enn ved OSL ved samme beregnede nivå, i stedet for motsatt. Situasjonen kan heller forklares ved at respondentene "husker" støyhendelser med jagerfly bedre uten at det påvirker plagegraden direkte.

På liknende måte antyder svarene om nattrafikken at denne er overvurdert i DENL-beregningene, men da burde man forventet lavere plage ved OSL som er den flyplassen som har mest nattrafikk.

Støy om sommeren oppleves mer plagsomt enn støy resten av året, mens fordelingen av trafikken er ganske lik over året for alle flyplassene. Dette antyder at respondentenes bruk av boligen og arealet rundt er avgjørende for støyplagen, og at støyplage i hovedsak er forbundet med en utendørsopplevelse. Fasadetiltak for å redusere plagegraden vil derfor kunne ha mindre effekt enn forventet ut fra en direkte sammenlikning av før- og etter-nivåer innendørs.

Det er to tydelige forskjeller mellom OSL og de øvrige flyplassene, og disse synes å påvirke responsen i samme retning. For det første er "støybildet" annerledes. For et gitt DNL-nivå opplever beboerne ved OSL flere hendelser som har maksnivå over 55 dB. **Figur 6-17** viser en tydelig økning i plagegraden når antall støyhendelser pr dag øker.

I høyesterettsdommen "Flystøy Gardermoen - erstatning til grunneiere " (HR-2006-00731-A) (Norges Høyesterett, 2006) ble det lagt vekt på at man med hovedflyplassen hadde fått et stort antall daglige flybevegelser med så høyt støyinnivå at utendørs samtale ble forstyrret, mens man ikke lenger hadde de meget støyende flybevegelser som hadde resultert i like høye ekvivalentnivåer for eksempel på Fornebu. Mangelen på stille perioder var en viktig del av begrunnelsen for at naboene ble tilkjent erstatning.

Dette forholdet gjenspeiles i deler av sveitsisk støylovgivning. I Sveits benytter man et ekvivalentnivåbasert referansenivå for å beskrive støysituasjonen (f. eks. grenser for tillatt aktivitet etc.) og støy fra ulike kilder gis en kilde spesifikk korreksjon før det sammenlignes med referansenivået. Støy fra militære flyplasser gis en korreksjon på -8 dB i forhold til sivile flyplasser. Det kan ha sammenheng med at støy fra militære flyplasser er karakterisert ved færre hendelser med høyere nivå enn tilsvarende fra sivile flyplasser for et gitt ekvivalentnivå. Det betyr altså at man betrakter få kraftige støyhendelser som mindre plagsomt enn mange hendelser med lavere nivå.

Forskjellen mellom OSL og de fire andre flyplassene kan også forklares ut fra en vurdering av "rate-of-change", altså bl.a. hvor høyt konfliktnivå man har i forhold til naboer. OSL må fortsatt kunne karakteriseres som en HRC-flyplass, hvor toleransen overfor støy kan forventes å være 8 ± 5 dB lavere (Gjestland *et al.*, 2015). Toleranseverdien vi finner for OSL, er 5 dB lavere enn for gjennomsnittet for de fire andre, men den er likevel 3 dB høyere enn gjennomsnittet for andre HRC-flyplasser internasjonalt. Det indikerer en noe lavere støyplage enn hos gjennomsnittet internasjonalt som opplever noenlunde samme typer rammebetingelser.

Undersøkelsen gir ikke et entydig svar på hvilken av de to forklaringene på forskjellene mellom OSL og de andre som er mest plausibel. Det kan være en kombinasjon av konfliktnivå og hendelseshyppighet som slår ut.

I forhold til internasjonale undersøkelser som ligger til grunn for fastsettelse av grenseverdier tyder denne undersøkelsen på at den norske befolkningen er mer robust i forhold til flystøy og det er ingen resultater som skulle tilsi en skjerping av grensene i retningslinje T-1442. Sammenstillinger av internasjonale undersøkelser er også preget av at et flertall av de nyere undersøkelsene er foretatt i forbindelse med utbygginger (HRC flyplasser).

Referanser

- Babisch, W., Houthuijs, D., Pershagen, G., Cadum, E., Katsouyanni, K., Velonakis, M., Dudley, M.-L., Marohn, H., Swart, W., Breugelmans, O.R.P., Bluhm, G., Selander, J., Vigna-taglianti, F., Pisani, S., og Haralabidis, A. (2009). "Annoyance due to aircraft noise has increased over the years — Results of the HYENA study," *Environ. Int.* **35**, 1169–1176.
- Bartels, S., Márki, F., og Müller, U. (2015). "The influence of acoustical and non-acoustical factors on short-term annoyance due to aircraft noise in the field — The COSMA study," *Sci. Total Environ.* **538**, 834–843.
- Björkman, M., Åhrlin, U., og Rylander, R. (1992). "Aircraft noise annoyance and average versus maximum noise levels," *Arch. Environ. Heal.* **47**, 326–329.
- Brown, A.L., og Van Kamp, I. (2008). "Estimating the magnitude of the change effect," 9th Int. Congr. Noise as a Public Heal. Probl. (ICBEN 2008), 1–8, Foxwoods.
- European Union (2002). Directive relating to the assessment and management of environmental noise. Directive 2002/49/EC.
- Fidell, S. (1991). "An assessment of the effect of residential acoustic insulation on prevalence of annoyance in an airport community," *J. Acoust. Soc. Am.* **89**, 244–247.
- Fidell, S., Mestre, V., Schomer, P.D., Berry, B., Gjestland, T., Vallet, M., og Reid, T. (2011). "A first-principles model for estimating the prevalence of annoyance with aircraft noise exposure.," *J. Acoust. Soc. Am.* **130**, 791–806.
- Fields, J.M. (1993). "Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas," *J. Acoust. Soc. Am.* **93**, 2753–2763.
- Fields, J.M. (1998). "Reactions to environmental noise in an ambient noise context in residential areas," *J. Acoust. Soc. Am.* **104**, 2245–2260.
- Fields, J.M., De Jong, R.G., Gjestland, T., Flindell, I.H., Job, R.F.S., Kurra, S., Lercher, P., Vallet, M., Yano, T., Guski, R., Felscher-Suhr, U., og Schumer, R. (2001). "Standardized General-Purpose Noise Reaction Questions for Community Noise Surveys: Research and a Recommendation," *J. Sound Vib.* **242**, 641–679.
- Gjestland, T., Liasjø, K.H., og Granøien, I.L.N. (1994). Response to noise around Værnes and Bodø Airports. SINTEF, STF40 A94095.
- Gjestland, T., Granøien, I.L.N., og Gelderblom, F.B. (2013). "Noise surveys can be simplified!," *Proc INTER-NOISE 13*, 1292–1301, Innsbruck.
- Gjestland, T., Gelderblom, F.B., Fidell, S., og Berry, B. (2015). "Temporal trends in aircraft noise annoyance," *Proc INTER-NOISE 15*, 1–8, San Francisco, USA.
- Griefahn, B., Sandrock, S., Preis, A., og Gjestland, T. (2007). "The significance of traffic flow and traffic composition for annoyance and performance," *Proc INTER-NOISE 07*, 10, Istanbul, Turkey.
- Guski, R. (1999). "Personal and social variables as co-determinants of noise annoyance," *Noise Health* **1**, 45–56.
- Hatfield, J., og Job, R.F.S. (1998). "Evidence of optimism bias regarding the health effects of exposure to noise," 7th Int. Congr. Noise as a Public Heal. Probl. (ICBEN 1998), 251–254,.

- Hudson, R. (2015). "Re-examining the noise challenge - A new approach to noise disturbance management," Aircr. Noise Emiss. Reduct. Symp., La Rochelle, France.
- International Standards Organisation (2003). *Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys*, Reviewed 2.
- International Standards Organisation (2015). *Description, measurement and assesment of environmental noise - Part 1: basic quantities and assessment procedures*, Annex H [i trykk].
- Janssen, S.A., og Guski, R. (2015). *Aircraft noise and health: review of evidence*, (Directorate General Joint Research Center and Directorate General for Environment, European Union) Chap.7 [i trykk].
- Janssen, S.A., Vos, H., Van Kempen, E.E.M.M., Breugelmans, O.R.P., og Miedema, H.M.E. (2011). "Trends in aircraft noise annoyance: the role of study and sample characteristics.," J. Acoust. Soc. Am. **129**, 1953–1962.
- Job, R.F.S., og Hatfield, J. (2003). "A model of responses to changes in noise exposure," 8th Int. Congr. Noise as a Public Heal. Probl. (ICBEN 1999), 232–234, Rotterdam, The Netherlands.
- Van Kamp, I., Job, R.F.S., Hatfield, J., Haines, M.M., Stellato, R.K., og Stansfeld, S.A. (2004). "The role of noise sensitivity in the noise–response relation: A comparison of three international airport studies," J. Acoust. Soc. Am. **116**, 3471–3479.
- Van Kempen, E.E.M.M., og Van Kamp, I. (2005). Annoyance from air traffic noise: Possible trends in exposure-response relationships. RIVM National Insititute for Public Health and the Environment, 01/2005 MGO EvK.
- Miedema, H.M.E., og Oudshoorn, C.G. (2001). "Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals.," Environ. Health Perspect. **109**, 409–416.
- Miedema, H.M.E., og Vos, H. (1999). "Demographic and attitudinal factors that modify annoyance," J. Acoust. Soc. Am. **105**, 3336–3344.
- Nilsson, M.E., Selander, J., Alvarsson, J., Bluhm, G., og Berglund, B. (2013). Flygbuller på uteplats: Besvärupplevelser och hälsa i relation till maximalnivå och antal flygbullerhändelser.
- Norges Høyesterett (2006). Flystøy Gardermoen - erstatning til grunneiere (HR-2006-00731-A, (sak nr. 2005/548), sivil sak, anke Grannelova § 9 jf. § 2 Oslo Lufthavn AS mot Ullensaker kommune).
- Rylander, R., og Björkman, M. (1997). "Annoyance by aircraft noise around small airports," J. Sound Vib. **205**, 533–537.
- Schreckenber, D., og Meis, M. (2006). Effects of Aircraft Noise on Noise Annoyance and Quality of Life around Frankfurt Airport. Regional Dialogue Forum Frankfurt Airport, Final abridged report.
- Schreckenber, D., og Schuemer, R. (2010). "The impact of acoustical , operational and non-auditory factors on short-term annoyance due to aircraft noise," Proc INTER-NOISE 10, 2164–2173, Lisbon.
- Schreckenber, D., Meis, M., Kahl, C., Peschel, C., og Eikmann, T. (2010). "Aircraft noise and quality of life around Frankfurt Airport.," Int. J. Environ. Res. Public Health **7**, 3382–3405.
- Southgate, D. (2000). "Rethinking our approach to Aircraft noise information - Going beyond the ANEF," Acoust. Aust. **28**, 1–11.

A.1 Spørreskjema

I dette vedlegget er spørreskjema som Ipsos MMI benyttet til telefonintervjuene vist.

A.1.1 Spørreskjema benyttet for Bodø og Trondheim

	Prosjekt 1304729201
	Skjemanummer

<p>1 Starttid total</p> <p>Starttidspunkt <input type="text"/></p> <p>2 Intervjuernr.</p> <p>Registreres automatisk <input type="text"/></p> <p>3 Dato</p> <p>Dato <input type="text"/></p> <p>4 SMSid</p> <p>SMS id <input type="text"/></p>	<p>5 Random nr. (1-999)</p> <p>Registreres automatisk <input type="text"/></p> <p>6 Stemmer det at ditt postnummer er ...</p> <p>Noter postnr. <input type="text"/></p> <p><input type="checkbox"/> 7 adresse</p> <p>adresse</p> <p>8 grunnkr</p> <p>..... <input type="text"/></p>
<p>9 Hei, mitt navn er og jeg ringer fra markeds- og mediainstituttet Ipsos MMI. På oppdrag fra forskningsstiftelsen SINTEF gjennomfører vi i disse dager en undersøkelse av folks holdninger til støy fra flytrafikk der du bor. I den forbindelse vil jeg gjerne snakke med den i husstanden som er 16 år eller eldre og som sist hadde fødselsdag. Undersøkelsen tar cirka 7 minutter å svare på, og dine svar vil selvsagt bli anonymisert. Kunne du tenke deg å delta i denne undersøkelsen?</p> <p>Dersom respondenter ønsker flere opplysninger om undersøkelsen bes de henvende seg til SINTEF på følgende e-postadresse: fly@sintef.no</p> <p>Ja <input type="checkbox"/> 1</p> <p>Nei (⇒ SCREENED) <input type="checkbox"/> 2</p> <p>10 Hva er din alder?</p> <p>..... <input type="text"/></p> <p><input type="checkbox"/> 11 Hvor lenge har du bodd på din nåværende adresse?</p> <p>Mindre enn ett år (⇒ SCREENED) <input type="checkbox"/> 1</p> <p>Ett år <input type="checkbox"/> 2</p> <p>To år <input type="checkbox"/> 3</p> <p>Mer enn to år <input type="checkbox"/> 4</p> <p>12 Stemmer det at din nåværende adresse er svar fra 7.A ?</p> <p>Ja <input type="checkbox"/> 1</p> <p>Nei (⇒ SCREENED) <input type="checkbox"/> 2</p>	<p>13 Tenk etter på støysituasjonen de siste 12 månedene. Hvor plaget er du av støy fra flytrafikk når du er hjemme? Er du...</p> <p>Dersom respondenter spør, inkluderer "flytrafikk" også helikoptere og bakkeaktivitet på flyplassen</p> <p>Voldsomt plaget <input type="checkbox"/> 1</p> <p>Mye plaget <input type="checkbox"/> 2</p> <p>Ganske plaget <input type="checkbox"/> 3</p> <p>Litt plaget <input type="checkbox"/> 4</p> <p>Ikke plaget <input type="checkbox"/> 5</p> <p>14 Angi på en skala fra null til ti hvor plaget du er av støy fra flytrafikk når du er hjemme. Hvis du ikke er plaget, velger du null. Hvis du er voldsomt plaget, velger du ti. Hvis du vurderer støyplogen mellom disse grensene, velger du et tall mellom null og ti. Tenk etter støysituasjonen de siste 12 månedene. Hvilket tall fra null til ti angir hvor plaget du er av støy fra flytrafikk når du er hjemme?</p> <p>..... <input type="text"/></p> <p>15 Er du vanligvis hjemme på dagtid?</p> <p>Ja <input type="checkbox"/> 1</p> <p>Nei <input type="checkbox"/> 2</p>

+ 20©14 MI Pro 001 +

16 Hvor ofte hender det at du vekkes av støy fra flytrafikk om natten?
les opp

Aldri / nesten aldri
1-2 ganger pr år 1

Av og til
1-2 ganger pr måned 2

Oftre
1-2 ganger pr uke 3

17 Tenk på den samme skalaen for plage der null er "ikke plaget" og ti er "voldsomt plaget". Hvilket tall fra null til ti angir hvor plaget du er av flystøy om natten?

18 Når på døgnet er støy fra flytrafikken mest plagsom?
les opp. Probe.

Om morgenen
06 – 09 1

Om formiddagen
09 – 12 2

Om ettermiddagen
12 – 18 3

Om kvelden
18 – 23 4

Om natten
23 - 06 5

Ikke les: Ikke noe bestemt tidspunkt 6

19 Når på året er støy fra flytrafikken mest plagsom?
les opp. Probe.

Om vinteren
des – mars 1

Om våren
apr – mai 2

Om sommeren
jun – aug 3

Om høsten
sep - nov 4

Ikke les: Ikke noen bestemt årstid 5

20 Er det bestemte flyaktiviteter du finner spesielt plagsomme?
Ikke les, flere svar mulig

Landing eller avgang med militære jagerfly 01.

Bakkeaktiviteter (taxing, oppvarming/rusing og lignende) 02.

Landing eller avgang med passasjerjet (SAS, Norwegian, B737, A320 eller lignende) 03.

Landing eller avgang med propellfly eller lignende (Widerøe) 04.

Landing eller avgang med helikopter 05.

Militære flyøvelser 06.

Småflyaktivitet 07.

Annet, notér _____

Nei, ingen bestemt 09.

21 Har du foretatt deg noe spesielt for å gi uttrykk for at du er plaget av flystøy, slik som...

Gitt uttrykk for dette på sosiale medier (Facebook, Twitter eller lignende) 1

Tatt direkte kontakt med flyplassen, f eks på telefon, brev, e-post, osv 2

Skrevet under på opprop/protestbrev 3

Skrevet leserbrev til avis 4

Er medlem av forening som ivaretar dine interesser mot flyplassen 5

annet 6

Ingen 7

Tilslutt noen bakgrunnsopplysninger, utelukkende til statistisk bruk:

22 Registrer kjønn:

Mann 1

Kvinne 2

23 Har du arbeid i tilknytning til flyplassen eller er du leverandør eller arbeider hos leverandør av varer og tjenester til flyplassen?

Ja 1

Nei 2

24 Leier du eller din familie boligen du bor i, eller eier du eller din familie boligen?

Leier 1

Eier 2

KOMPLETT

ok 1.

SCREENED

ok 1.

25 Sluttid totalt

Sluttidspunkt

26 Tidsforbruk Totalt	
Tid brukt i sekunder	<input type="text"/>
27 Fylkesfordeling	
	☆
Østfold	<input type="checkbox"/> 01
Akershus	<input type="checkbox"/> 02
Oslo	<input type="checkbox"/> 03
Hedmark	<input type="checkbox"/> 04
Oppland	<input type="checkbox"/> 05
Buskerud	<input type="checkbox"/> 06
Vestfold	<input type="checkbox"/> 07
Telemark	<input type="checkbox"/> 08
Aust-Agder	<input type="checkbox"/> 09
Vest-Agder	<input type="checkbox"/> 10
Rogaland	<input type="checkbox"/> 11
Hordaland	<input type="checkbox"/> 12
Sogn og Fjordane	<input type="checkbox"/> 13
Møre og Romsdal	<input type="checkbox"/> 14
Sør-Trøndelag	<input type="checkbox"/> 15
Nord-Trøndelag	<input type="checkbox"/> 16
Nordland	<input type="checkbox"/> 17
Troms	<input type="checkbox"/> 18
Finnmark	<input type="checkbox"/> 19

A.1.2 Spørreskjema benyttet for Gardermoen, Stavanger og Tromsø

	Prosjekt 1503285501
	Skjemanummer

<p>1 Starttid total</p> <p>Starttidspunkt <input type="text"/></p> <p>2 Intervjuernr.</p> <p>Registreres automatisk <input type="text"/></p> <p>3 Dato</p> <p>Dato <input type="text"/></p> <p>4 SMSid</p> <p>SMS id <input type="text"/></p> <p>5 Random nr. (1-999)</p> <p>Registreres automatisk <input type="text"/></p>	<p>6 Stemmer det at ditt postnummer er ...</p> <p>Noter postnr. <input type="text"/></p> <p>7 adresse</p> <p>adresse</p> <p>8 grunnkr</p> <p>..... <input type="text"/></p> <p>9 OMR</p> <p>Gardermoen <input type="checkbox"/> 1</p> <p>Sola <input type="checkbox"/> 2</p> <p>Tromsø <input type="checkbox"/> 3</p>
---	--

<p>10 Hei, mitt navn er og jeg ringer fra markeds- og mediainstituttet Ipsos MMI. På oppdrag fra forskningsstiftelsen SINTEF gjennomfører vi i disse dager en undersøkelse av folks holdninger til støy fra flytrafikk der du bor. I den forbindelse vil jeg gjerne snakke med den i husstanden som er 16 år eller eldre og som sist hadde fødselsdag. Undersøkelsen tar cirka 7 minutter å svare på, og dine svar vil selvsagt bli aidentifisert. Kunne du tenke deg å delta i denne undersøkelsen?</p> <p>Dersom respondenten ønsker flere opplysninger om undersøkelsen bes de henvende seg til SINTEF på følgende e-postadresse: fly@sintef.no</p> <p>Ja <input type="checkbox"/> 1</p> <p>Nei (⇒ SCREENED) <input type="checkbox"/> 2</p> <p>11 Hva er din alder?</p> <p>..... <input type="text"/></p> <p>12 Hvor lenge har du bodd på din nåværende adresse?</p> <p>Mindre enn ett år (⇒ SCREENED) <input type="checkbox"/> 1</p> <p>Ett år <input type="checkbox"/> 2</p> <p>To år <input type="checkbox"/> 3</p> <p>Mer enn to år <input type="checkbox"/> 4</p>	<p>13 Stemmer det at din nåværende adresse er svar fra 7.A ?</p> <p>Ja <input type="checkbox"/> 1</p> <p>Nei (⇒ SCREENED) <input type="checkbox"/> 2</p> <p>14 Tenk etter på støysituasjonen de siste 12 månedene. Hvor plaget er du av støy fra flytrafikk når du er hjemme? Er du...</p> <p>Dersom respondenten spør, inkluderer "flytrafikk" også helikoptere og bakkeaktivitet på flyplassen</p> <p>Voldsomt plaget <input type="checkbox"/> 1</p> <p>Mye plaget <input type="checkbox"/> 2</p> <p>Ganske plaget <input type="checkbox"/> 3</p> <p>Litt plaget <input type="checkbox"/> 4</p> <p>Ikke plaget <input type="checkbox"/> 5</p> <p>15 Angi på en skala fra null til ti hvor plaget du er av støy fra flytrafikk når du er hjemme. Hvis du ikke er plaget, velger du null. Hvis du er voldsomt plaget, velger du ti. Hvis du vurderer støyplagen mellom disse grensene, velger du et tall mellom null og ti. Tenk etter støysituasjonen de siste 12 månedene. Hvilket tall fra null til ti angir hvor plaget du er av støy fra flytrafikk når du er hjemme?</p> <p>..... <input type="text"/></p>
--	---

16 Er du vanligvis hjemme på dagtid?	
Ja	<input type="checkbox"/> 1
Nei	<input type="checkbox"/> 2
17 Hvor ofte hender det at du vekkes av støy fra flytrafikk om natten?	
les opp	
Aldri / nesten aldri	
1-2 ganger pr år	<input type="checkbox"/> 1
Av og til	
1-2 ganger pr måned	<input type="checkbox"/> 2
Ofte	
1-2 ganger pr uke	<input type="checkbox"/> 3
18 Tenk på den samme skalaen for plage der null er "ikke plaget" og ti er "voldsomt plaget". Hvilket tall fra null til ti angir hvor plaget du er av flystøy om natten?	
.....	<input type="checkbox"/> 1
19 Når på døgnet er støy fra flytrafikken mest plagsom?	
les opp. Probe.	
Om morgenen	
06 – 09	<input type="checkbox"/> 1
Om formiddagen	
09 – 12	<input type="checkbox"/> 2
Om ettermiddagen	
12 – 18	<input type="checkbox"/> 3
Om kvelden	
18 – 23	<input type="checkbox"/> 4
Om natten	
23 - 06	<input type="checkbox"/> 5
Ikke les: Ikke noe bestemt tidspunkt	<input type="checkbox"/> 6
20 Når på året er støy fra flytrafikken mest plagsom?	
les opp. Probe.	
Om vinteren	
des – mars	<input type="checkbox"/> 1
Om våren	
apr – mai	<input type="checkbox"/> 2
Om sommeren	
jun – aug	<input type="checkbox"/> 3
Om høsten	
sep - nov	<input type="checkbox"/> 4
Ikke les: Ikke noen bestemt årstid	<input type="checkbox"/> 5

21 Er det bestemte flyaktiviteter du finner spesielt plagsomme?	
Ikke les, flere svar mulig	
Landing eller avgang med militære jagerfly	<input type="checkbox"/> 01.
Bakkeaktiviteter (taxing, oppvarming/rusing og lignende)	<input type="checkbox"/> 02.
Landing eller avgang med passasjerjet (SAS, Norwegian, B737, A320 eller lignende)	<input type="checkbox"/> 03.
Landing eller avgang med propellfly eller lignende (Widerøe)	<input type="checkbox"/> 04.
Landing eller avgang med helikopter	<input type="checkbox"/> 05.
Militære flyøvelser	<input type="checkbox"/> 06.
Småflyaktivitet	<input type="checkbox"/> 07.
Annet, notér	
Nei, ingen bestemt	<input type="checkbox"/> 09.
22 Har du foretatt deg noe spesielt for å gi uttrykk for at du er plaget av flystøy, slik som...	
Gitt uttrykk for dette på sosiale medier (Facebook, Twitter eller lignende)	<input type="checkbox"/> 1.
Tatt direkte kontakt med flyplassen, f eks på telefon, brev, e-post, osv	<input type="checkbox"/> 2.
Skrevet under på opprop/protestbrev	<input type="checkbox"/> 3.
Skrevet leserbrev til avis	<input type="checkbox"/> 4.
Er medlem av forening som ivaretar dine interesser mot flyplassen	<input type="checkbox"/> 5.
annet	<input type="checkbox"/> 6.
Ingen	<input type="checkbox"/> 7.
Tilslutt noen bakgrunnsopplysninger, utelukkende til statistisk bruk:	
23 Registrer kjønn:	
Mann	<input type="checkbox"/> 1
Kvinne	<input type="checkbox"/> 2
24 Har du arbeid i tilknytning til flyplassen eller er du leverandør eller arbeider hos leverandør av varer og tjenester til flyplassen?	
Ja	<input type="checkbox"/> 1
Nei	<input type="checkbox"/> 2
25 Leier du eller din familie boligen du bor i, eller eier du eller din familie boligen?	
Leier	<input type="checkbox"/> 1
Eier	<input type="checkbox"/> 2
26 Har du klare planer eller ønsker om å flytte fra denne boligen i de nærmeste årene?	
Ja	<input type="checkbox"/> 1
Nei	<input type="checkbox"/> 2
27 Skyldes flytteplanene støy fra flyplassen?	
☆	
Ja	<input type="checkbox"/> 1
Nei	<input type="checkbox"/> 2

KOMPLETT	
ok	<input type="checkbox"/> 1.
SCREENED	
ok	<input type="checkbox"/> 1. ☆
28 Sluttid totalt	
Sluttidspunkt	<input type="text"/>
29 Tidsforbruk Totalt	
Tid brukt i sekunder	<input type="text"/>

30 Fylkesfordeling	
Østfold	<input type="checkbox"/> 01 ☆
Akershus	<input type="checkbox"/> 02
Oslo	<input type="checkbox"/> 03
Hedmark	<input type="checkbox"/> 04
Oppland	<input type="checkbox"/> 05
Buskerud	<input type="checkbox"/> 06
Vestfold	<input type="checkbox"/> 07
Telemark	<input type="checkbox"/> 08
Aust-Agder	<input type="checkbox"/> 09
Vest-Agder	<input type="checkbox"/> 10
Rogaland	<input type="checkbox"/> 11
Hordaland	<input type="checkbox"/> 12
Sogn og Fjordane	<input type="checkbox"/> 13
Møre og Romsdal	<input type="checkbox"/> 14
Sør-Trøndelag	<input type="checkbox"/> 15
Nord-Trøndelag	<input type="checkbox"/> 16
Nordland	<input type="checkbox"/> 17
Troms	<input type="checkbox"/> 18
Finnmark	<input type="checkbox"/> 19
31 OMR	
Gardermoen	<input type="checkbox"/> 1 ☆
Sola	<input type="checkbox"/> 2
Tromsø	<input type="checkbox"/> 3



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no