
RAPPORT

Lydforhold i boliger. Evaluering av byggtekniske krav til lydforhold

OPPDRAAGSGIVER

Direktoratet for byggkvalitet

EMNE

Samlerapport

DATO / REVISJON: 1. mars 2016 / 01

DOKUMENTKODE: 127762-RIA-RAP-001



RAPPORT

OPPDRAG	Lydforhold i boliger. Evaluering av byggtekniske krav til lydforhold	DOKUMENTKODE	127762-RIA-RAP-001
EMNE	Samlerapport	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Direktoratet for byggkvalitet	OPPDRAGSLEDER	Ingunn Milford
KONTAKTPERSON		UTARBEIDET AV	Clas Ola Høsøien
KOORDINATER	SONE: - ØST: - NORD: -	ANSVARLIG ENHET	1062 Oslo Akustikk
GNR./BNR./SNR.	- / - / - / Oslo		

SAMMENDRAG

Denne rapporten sammenstiller resultater fra litteraturstudie og spørreundersøkelse om lydforhold i boliger. Spørreundersøkelsen (subjektiv oppfattelse) er knyttet opp mot lydmålinger (objektive parametere), og utgjør sammen med funn i litteraturstudien basis for vurdering av om gjeldende bygningstekniske krav og ytelser ligger på riktig nivå.

Ut fra resultatene fra spørreundersøkelsen er det ikke grunnlag for å differensiere lydkrav for ulike typer boenheter basert på type bolig, antall rom eller hvilken etasje boenheten ligger i. Det er ikke noe som tyder på at unge folk i små leiligheter er mer tolerante for støy.

Krav og grenseverdi for luftlydisolasjon mellom boenhet og andre arealer anbefales videreført i dagens form, det vil si at det ikke settes et annet krav til lydisolasjon mot gang/trapperom osv. enn mot nabo-boenhet.

Resultatene i spørreundersøkelsen viser at trinnlyd oppleves like plagsomt som støy fra trafikk, og at bruk av omgjøringstall (som inkluderer lavere frekvenser) gir best kobling mot opplevd plage. Det anbefales at omgjøringstall benyttes ved vurdering av trinnlydnivå. Det er ikke avklart om dette betinger endring på forskriftsnivå.

Standardiserte målestørrelser gir generelt bedre korrelasjon enn normaliserte, og ut fra en akustikk-faglig vurdering anbefales det å benytte disse målestørrelsene i stedet for gjeldende målestørrelser. Det er ikke avklart om dette betinger endring på forskriftsnivå

01	1.3.2016	Endelig rapport	AH, AL, RK, COH	SH, JHR	IM
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Definisjoner	6
3	Bygningsstandard og lydisolering	7
4	Litteraturstudie.....	8
4.1	Generelt	8
4.2	Ekstern støy	8
4.2.1	Utearealer	8
4.2.2	Nivå oppholdsrom og soverom stille side	8
4.3	Lydisolasjon mellom boenheter.....	9
4.3.1	Vertikalt (horisontal skillekonstruksjon)	9
4.3.2	Horisontalt (vertikal skillekonstruksjon)	9
4.3.3	Luftlydisolasjon	9
4.3.4	Trinnlydnivå	10
4.4	Kommunikasjonsarealer	10
4.4.1	Trapperom og korridorer	10
4.4.2	Svalgang og andre adkomstarealer	10
4.5	Tekniske installasjoner.....	10
4.5.1	Kontinuerlig støy.....	10
4.5.2	Ikke-kontinuerlig støy	10
4.6	Oppsummering litteraturstudie	11
5	Lydmålinger	12
5.1	Generelt	12
5.2	Luftlydisolasjon	12
5.3	Trinnlydnivå	13
5.4	Støy fra tekniske installasjoner	14
6	Brukerundersøkelse.....	16
6.1	Generelt	16
6.2	Metode	16
6.2.1	Sosio-akustisk studie – spørreskjema koplet opp mot målinger	16
6.2.2	Modellbasert undersøkelse i boliger med målinger	16
6.2.3	Hovedutvalg og svarprosent	17
6.2.4	Studentutvalg.....	17
6.2.5	Spørreskjema	18
6.2.6	Gruppering etter lyd kvalitet	18
6.2.7	Regresjonsanalyser for vurdering av isolasjonsmål	18
6.3	Utvalgte resultater hovedutvalg	20
6.3.1	Støy som problem	20
6.3.2	Luftlydisolasjon vertikalt mellom boliger	21
6.3.3	Luftlydisolasjon horisontalt mellom boliger.....	21
6.3.4	Trinnlydnivå fra naboer over.....	23
6.3.5	Luftlydisolasjon mellom bolig og trapperom, svalgang, korridor mv.....	24
6.3.6	Trinnlydnivå fra svalgang, trapperom, korridor mv.	25
6.3.7	Tekniske installasjoner	26
6.4	Virkningskurver hovedutvalg (vanlige boliger)	27
6.4.1	Beskrivelse av kurvene	27
6.4.2	Tale, TV, dataspill mv. for horisontal luftlydisolasjon	29
6.4.3	Musikk med bass og trommer for horisontal luftlydisolasjon.....	30
6.4.4	Tale, TV, dataspill for vertikal luftlydisolasjon	32
6.4.5	Musikk, bass og trommer for vertikal luftlydisolasjon	33
6.4.6	Virkningskurver for trinnlydnivå	35
6.4.7	Virkningskurver for luftlydisolasjon mot trapperom, svalgang, korridor mv.	36
6.4.8	Virkningskurver for trinnlydnivå fra trapperom, svalgang mv.	37
6.5	Utvalgte plagefordelinger studentutvalg	38
6.6	Plage og hensyn til naboer	42
6.7	Oppfatning av myndighetskrav og betalingsvillighet	43
7	Vurderinger og anbefalinger	45
7.1	Luftlydisolasjon mot trapperom og korridor.....	45

7.2	Bruk av omgjøringstall for spektrum.....	47
7.3	Støy fra utendørs kilder	49
7.4	Andre forhold.....	49
7.5	Anbefalinger	51
8	Referanser	52
9	Vedlegg 1: Litteraturstudie – referanser.....	53
10	Vedlegg 2: Sammendrag litteraturstudie – ekstern støy.....	55
10.1	Utearealer	55
10.2	Nivå oppholdsrom	55
10.3	Soverom stille side	57
11	Vedlegg 3: Sammendrag litteraturstudie – lydforhold mellom boenheter	58
11.1	Vertikalt (horisontal skillekonstruksjon)	58
11.2	Horisontalt (vertikal skillekonstruksjon)	59
11.3	Luftlydisolasjon	60
11.4	Trinnlydisolasjon	62
11.5	Lette konstruksjoner	64
11.6	Tunge konstruksjoner	64
12	Vedlegg 4: Sammendrag litteraturstudie – kommunikasjonsarealer.....	65
12.1	Trapperom og korridorer	65
12.2	Svalgang	65
13	Vedlegg 5: Sammendrag litteraturstudie – tekniske installasjoner	67
13.1	Ventilasjon og varmpumper	67
13.2	Generelt/annet	67
14	Vedlegg 6: Spørreskjema	68
15	Vedlegg 7: Oversikt over lydmålingene	73

1 Innledning

Denne rapporten sammenstiller resultater fra litteraturstudie og spørreundersøkelse om lydforhold i boliger. Spørreundersøkelsen (subjektiv oppfattelse) er knyttet opp mot lydmålinger (objektive parametere), og utgjør sammen med funn i litteraturstudien basis for vurdering av om gjeldende bygningstekniske krav og ytelser ligger på riktig nivå.

Byggt teknisk forskrift (TEK, gjeldende versjon for denne rapporten er TEK10 [1]) angir helse relaterte krav som skal sikre brukernes mulighet for arbeid, hvile, rekreasjon, søvn, konsentrasjon, kommunikasjon, god taleforståelse, og oppfattelse av faresignaler og mulighet for orientering (se kapittel 2). På området "lydforhold" er kravene i forskriften gitt som rene funksjonskrav, hvor kriteriet er at "personer skal sikres tilfredsstillende lyd- og vibrasjonsforhold ut fra forutsatt bruk".

I vurderingene er funksjonskravene i TEK 10 og preaksepterte ytelser gitt i lydklasse C i NS 8175 [2] lagt til grunn, og omfatter:

- TEK10 §13-7 Lydisolasjon, første og annet ledd, det vil si luftlyd og trinnlyd/strukturlyd.
- TEK10 §13-9 Støy fra bygningstekniske installasjoner og utendørs lydkilder, første og annet ledd.

Vurderingene er videre gjennomført med utgangspunkt i brukers beskrivelse av lydforhold i boligen for følgende utvalgte indikatorer: Hvile, rekreasjon, søvn, konsentrasjon og god talekommunikasjon der dette er aktuelt.

Formålet er å kunne gi dokumenterte og begrunnede konklusjoner på:

- om kravsnivået for de aktuelle lydforhold bør differensieres for ulike boliger og i så fall hvilke
- om kravsnivået bør opprettholdes, skjerpes eller lempes for ulike boliger

Rapporten er resultat av et samarbeidsprosjekt mellom SINTEF Byggforsk, Transportøkonomisk institutt (TØI) og Multiconsult utført for Direktoratet for byggkvalitet (DiBK).

Bidragstyttere har vært:

- Anders Homb og Sigurd Hveem fra SINTEF Byggforsk
- Ronny Klæboe og Hanne Beate Sundfør fra TØI
- Clas Ola Høsøien, Anders Løvstad, Ingunn Milford, Jens Holger Rindel og Sigrid Husebø Øygard fra Multiconsult

Direktoratet for byggkvalitet har bidratt med verdifulle innspill i prosessen fram til ferdig rapport.

2 Definisjoner

Følgende begreper og målestørrelser er omtalt i denne rapporten:

Etterklangstid : den tiden det tar for lydtryknivået å avta 60 dB etter at lydkilden er stoppet.
Angis i sekunder (s).

Luftlydisolasjon : en konstruksjons evne til å isolere mot luftlydoverføring i bygninger. Jo høyere verdi av R'_w desto bedre er konstruksjonens evne til å isolere mot luftlyd. Angis i desibel (dB).

Lydnivå (støynivå): styrken av lyd (støy) i eller utenfor en bygging, tidsmidlet over gitt periode eller maksimalnivå. Kan angis med ulike veiekurver. Angis i desibel (dB).

Trinnlydisolasjon : en konstruksjons evne til å isolere mot lyd fra fottrinn, dunking o.l i bygninger.

R'_w : Luftlydisolasjon, veid feltmålt lydreduksjonstall¹

$D_{nT,w}$: Luftlydisolasjon, veid standardisert nivåddifferanse¹

$R'_w + C_{50-5000}$: Luftlydisolasjon, summen av lydreduksjonstallet og omgjøringsstallet for spektrum $C_{50-5000}$. Korreksjonsfaktor for å vurdere lydisolasjonen i et utvidet frekvensområde ved lave frekvenser (inkluderer frekvensområdet 50-5000 Hz).

$D_{nT,w} + C_{50-5000}$: Luftlydisolasjon, summen av standardisert nivåddifferanse og omgjøringsstallet for spektrum $C_{50-5000}$. Korreksjonsfaktor for å vurdere lydisolasjonen i et utvidet frekvensområde ved lave frekvenser (inkluderer frekvensområdet 50-5000 Hz).

$L'_{n,w}$: Trinnlydisolasjon, feltmålt veid normalisert trinnlydnivå¹

$L_{nT,w}$: Trinnlydisolasjon, feltmålt veid standardisert trinnlydnivå¹

$L'_{n,w} + C_{i50-2500}$: Trinnlydisolasjon, summen av feltmålt veid normalisert trinnlydnivå og omgjøringsstall for spektrum $C_{i50-2500}$. Korreksjonsfaktor for å vurdere lydisolasjonen i et utvidet frekvensområde ved lave frekvenser (inkluderer frekvensområdet 50-2500 Hz).

$L_{nT,w} + C_{i50-2500}$: Trinnlydisolasjon, feltmålt veid standardisert trinnlydnivå og omgjøringsstall for spektrum $C_{i50-2500}$. Korreksjonsfaktor for å vurdere lydisolasjonen i et utvidet frekvensområde ved lave frekvenser (inkluderer frekvensområdet 50-2500 Hz).

$L_{p,A,T}$: Lydnivå, A-veid tidsmidlet lydtryknivå

$L_{p,AF,max}$: Lydnivå, A-veid maksimalt lydtryknivå, tidsmidling "fast"

$L_{p,CF,max}$: Lydnivå, C-veid maksimalt lydtryknivå, tidsmidling "fast"

¹ Luftlydreduksjonstall og trinnlydnivåer gjelder i frekvensområdet 100-3150 Hz, med mindre annet frekvensområde er angitt.

3 Bygningsstandard og lydisolering

For at byggverk skal kunne oppføres lovlig i Norge må de som minimum ha bygningstekniske egenskaper som angitt i TEK. Gjeldende utgave av forskriften er TEK10 [1]. Krav til lydforhold er formulert som rene funksjonskrav, hvor kriteriet er at de skal være tilfredsstillende ut fra forutsatt bruk:

§ 13-6 Generelle krav om lyd og vibrasjoner

(1) Byggverk og brukerområde som er del av byggverk med tilhørende uteoppholdsareal avsatt for rekreasjon og lek, skal planlegges, prosjekteres og utføres slik at personer sikres tilfredsstillende lyd- og vibrasjonsforhold ut fra forutsatt bruk. Det skal sikres mulighet for arbeid, hvile, rekreasjon, søvn, konsentrasjon, kommunikasjon, god taleforståelse, oppfattelse av faresignaler og mulighet for orientering.

Veiledningen til forskriften (VTEK, [3]) gir føringer for hvordan kravene kan etterkommes i praksis. På området lydforhold angir VTEK klasse C i NS 8175 [4] som preaksepterte ytelser, det vil si at når byggverk tilfredsstiller grenseverdiene i klasse C i standarden, anses forskriftskravene å være oppfylt.

Fram til 1997 lå ytelsene i selve forskriften. Etter dette har som nevnt kravene vært formulert som funksjonskrav, og ytelsene i form av grenseverdier er flyttet til klassifiseringsstandard NS 8175. Tabell 1 nedenfor viser hovedkravene/grenseverdiene for lydisolasjon i boliger de siste 30 årene.

Tabell 1: Utviklingen av krav til lydforhold i bolig for luftlydisolasjon og trinnlydnivå.

Forskrift årstall	Luftlydisolasjon	Trinnlydnivå	Kommentar
1987 (forskrift)	$R'_{w} \geq 55$ dB	$L'_{n,w} \leq 53$ dB	Rekkehus og andre sammenbygde småhus (boenheter med vertikal skillekonstruksjon).
	$R'_{w} \geq 52$ dB	$L'_{n,w} \leq 58$ dB	Flerfamiliehus (boligblokker, terrassehus, hybelhus osv).
1997 (standard)	$R'_{w} \geq 55$ dB	$L'_{n,w} \leq 53$ dB	Gjelder alle typer boliger, mellom boenheter og mellom boenheter og korridor, fellesgang osv.
2010 (standard)	$R'_{w} \geq 55$ dB	$L'_{n,w} \leq 53$ dB	Gjelder alle typer boliger, mellom boenheter og mellom boenheter og korridor, fellesgang osv.
	$R'_{w} \geq 45$ dB		Mellom svalgang og rom med vindu direkte mot svalgang.

Som vist i tabellen ble det innført en endring i 1997 ved at det ikke skilles mellom ulike boligtyper og krav til lydisolasjon. Eget krav til svalgang ble innført i standard i 2008.

Videre i rapporten brukes begrepene luftlydisolasjon og trinnlydnivå, som henholdsvis sier noe om en konstruksjons evne til å isolere, eller redusere, lyd i form av tale, musikk, osv., og det lydnivået som oppstår i naborom ved gange i boenheten over eller ved siden av. Begrepet lydisolering dekker både luftlydisolasjon og trinnlydnivå. Gjeldende krav og grenseverdier er gitt som målestørrelsene feltmålt veid lydreduksjonstall R'_{w} , og feltmålt veid normalisert trinnlydnivå, $L'_{n,w}$, som angitt i Tabell 1.

Omgjøringstall for spektrum kan knyttes til både luftlydisolasjon og trinnlydnivå. Hensikten med disse omgjøringstallene er å inkludere effekten av lavfrekvent lyd.

Begrepene boenhet og leilighet brukes om hverandre, og betegner en selvstendig bolig med alle nødvendige funksjoner som bad, toalett, kjøkken og oppholds-/soverom.

4 Litteraturstudie

4.1 Generelt

Materialet i litteraturstudien er sortert i fire hovedområder:

- Ekstern støy
- Lydisolasjon mellom boenheter
- Kommunikasjonsarealer
- Tekniske installasjoner

Tabell 2 viser oversikt over inndelingen og antall referanser fordelt mellom disse. Noen referanser er knyttet til flere underkategorier.

Tabell 2: Oversikt over inndeling i 4 hovedområder med antall relevante referanser.

Ekstern støy	Lydisolasjon mellom boenheter	Kommunikasjonsarealer	Tekniske installasjoner
Utearealer: 4 Nivå oppholdsrom: 6 Soverom stille side: 2	Vertikalt: 6 Horisontalt: 9 Luftlydisolasjon: 16 Trinnlydisolasjon: 17 Lette konstruksjoner: 9 Tunge konstruksjoner: 7	Svalgang: 1 Trapperom og korridorer: 3	Ventilasjon og varmepumper: 2 Annet/generelt: 3

Tabellen viser at det har vært en betydelig forsknings- og utviklingsaktivitet det siste tiåret knyttet til lydforhold mellom boenheter. Årsaken til dette er i stor grad mangelfullt samsvar mellom målestørrelsene for lydisolasjon og opplevd lydisolasjon.

På grunnlag av litteratursøket og sammendragene er det gjort en vurdering og oppsummering av funnene. Hensikten er å belyse problemstillingene ut fra kunnskap som er kjent, samt å gi underlag for videre arbeid i prosjektet.

4.2 Ekstern støy

4.2.1 Utearealer

Innenfor denne kategorien er det funnet dokumentert underlag i et begrenset antall artikler og referanser. Referanse fra Berglund et al. (2000), også kalt WHO-rapporten, baserer seg imidlertid på en meget omfattende innsamling og evaluering av artikler og rapporter, og det angis konkrete anbefalte lydnivåer på utearealer ved bolig og skole. På flere punkter gir WHO-rapporten strengere eller antatt strengere anbefalinger enn grenseverdiene i NS 8175. De to øvrige referansene, Klæboe et al. (2004) og Boverket (2012) er først og fremst verktøy som bør benyttes for de som skal utarbeide og gjennomføre spørreundersøkelser knyttet til akustiske forhold.

4.2.2 Nivå oppholdsrom og soverom stille side

Innenfor denne kategorien er det funnet en rekke rapporter og artikler. WHO-rapporten, se Berglund et al. (2000), angir grenseverdier for en del av de bygningskategoriene og bruksområdene som også er gitt i NS 8175. Artikkel fra Goethals (2014) dokumenterer betydningen av støyhendelser på dag og natt i forhold til helse, og konkluderer med nivåer som ikke bør overstiges for å unngå alvorlige helsekonsekvenser. Basert på en mengde data viser Waye (2006) at lavfrekvent støy underestimeres, og at lavfrekvent støy ikke blir korrekt bedømt med å bruke A-veid lydnivå.

Grenseverdier som er angitt i WHO-rapporten er meget godt dokumentert, og grenseverdier for boliger er på linje med NS 8175. Gjennomgang av litteratur tilsier at dagens grenseverdier i all hovedtrekk må videreføres. Videre er det er betydelig dokumentasjon som tilsier at lydnivå ved lave frekvenser bør få mer fokus på grunn av helsemessige effekter.

4.3 Lydisolasjon mellom boenheter

4.3.1 Vertikalt (horisontal skillekonstruksjon)

Det har blitt gjennomført en rekke studier som omhandler lydisolasjon vertikalt, dvs. med horisontal skillekonstruksjon, herunder undersøkelser med brukerundersøkelser og lyttetester.

Hovedmomenter fra de gjengitte studiene er at lydisolasjonskravet basert på grenseverdiene i NS 8175 generelt er tilfredsstillende, mens det er en økt andel misfornøyde i horisontaldelte boliger sammenlignet med vertikaldelte. Det er en betydelig misnøye med trinnlydisolasjonen i lette konstruksjoner. Årsaken er høyere lavfrekvent lydnivå gjennom lette konstruksjoner. Med tunge konstruksjoner ser grenseverdien ut til å være ok.

Det er lagt ned betydelig FoU-innsats også når det gjelder utarbeidelse av spørreskjema og det har vært en rekke studier med formål å vurdere alternative bedømmingskriterier (entallsverdier) og målemetoder for trinnlydisolasjon. Formålet har i korte trekk vært å finne entallsverdier som gir samme tilfredshet med lette konstruksjoner som tunge konstruksjoner. Det er foreslått flere aktuelle entallsverdier, basert på noe divergerende sammenhenger mellom subjektive og objektive parametere, se også "Trinnlydisolasjon" nedenfor. Rapporten fra Mortensen (1999) angir endring (i %) av beboernes tilfredshet pr. dB endring av lydisolasjonen.

4.3.2 Horisontalt (vertikal skillekonstruksjon)

Også innenfor denne kategorien eksisterer det et stort antall studier med mange rapporter og artikler. Noen er naturlig nok felles for kategoriene oppsummeringen er delt inn i, ref. vertikalt, luftlydisolasjon, trinnlydisolasjon m.m. Hovedmomenter fra de gjengitte studiene er at lydisolasjonskravet basert på grenseverdiene i NS 8175 generelt er akseptabelt, men at bedre verdi er mer ideelt. Studie av Hongisto et al. (2014) angir samme grad av tilfredshet om det er lett eller tung vertikal skillekonstruksjon, noe som skulle tilsi at det er unødvendig å innføre spektrums-korreksjon for lave frekvenser. Studien er imidlertid knyttet til gitte støyspektrere, hvor det har vært lite innslag av lavfrekvent støy. For fasadeisolering angir samme referanse at lavfrekvenskorreksjon kun forbedrer korrelasjonen når det er tunge kjøretøyer i støyspekteret.

4.3.3 Luftlydisolasjon

Det finnes et meget stort antall studier med rapporter og artikler som omhandler luftlydisolasjon mellom boenheter. Generelt viser gjennomgangen at det kan være behov for å innføre ny entallsbedømming for å oppnå bedre korrelasjon med opplevd lydisolasjon. For øvrig divergerer konklusjonene. Om dagens kravnivå ($R'_w \geq 55$ dB) er tilfredsstillende eller ikke varierer i undersøkelsene, men hovedtendensen er at dette kan være tilfredsstillende som minimumsnivå. Det er imidlertid en markert dissens når det gjelder behovet for spekterkorreksjon for lave frekvenser. I undersøkelsene som konkluderer med at spekterkorreksjon $C_{50-5000}$ er nødvendig (forbedrer korrelasjon mot opplevd lydisolasjon) er det et mer representativt utvalg av støykilder enn i de øvrige studiene. Rapport fra Studentsamskipnaden (2010) argumenterer for særskilte krav (reduisert luftlydisolasjon) til studentboliger. Dette er basert på konsulenteres vurderinger, mens de øvrige oppsummeringene her er basert på dokumenterte undersøkelser.

4.3.4 Trinnlydnivå

Det finnes et meget stort antall studier med rapporter og artikler inkludert spørreundersøkelser og subjektiv evaluering. Generelt viser gjennomgangen at det er nødvendig å innføre en ny entallsbedømming for å oppnå bedre korrelasjon med opplevd lydisolasjon til lette konstruksjoner, dvs. inkludere lavere frekvenser på en eller annen måte. Det dokumenteres lite klager med tunge konstruksjoner basert på dagens grenseverdier i NS 8175. Flere artikler angir at bruk av standardisert trinnlydapparat og spekterkorreksjon $C_{1,50-2500}$ gir tilfredsstillende korrelasjon med opplevd trinnlydnivå. Noen andre studier viser at man enten må gjøre spekterkorreksjon ned til 20 Hz eller innføre gummiball som testmetode for å oppnå god korrelasjon (for å ha tilstrekkelig signal/støyforhold ned til høregrensen 20 Hz). Dvs. det er entydig at lavfrekvenskorreksjon må innføres, men ikke entydig hvilket frekvensområde og hvilken metode som gir best samsvar med opplevd plage.

4.4 Kommunikasjonsarealer

4.4.1 Trapperom og korridorer

Det er funnet et meget begrenset antall artikler og rapporter som omhandler denne bruksituasjonen. Internasjonalt har dette ikke vært en problemstilling med høyt fokus. Rapport fra Norges byggforskningsinstitutt (2005) har klare begrensninger både metodisk og med hensyn på svarprosent. Artikkel fra Gärdhagen (2015) viser hvordan de nye svenske forskriftene differensierer kravet avhengig av risiko for støyforstyrrelse, dvs. strengere krav i de nederste etasjene, hvor det er forventet størst belastning. Undersøkelsen fra SINTEF (2006) har en god svarprosent, men er basert kun på ett enkelt byggeprosjekt.

4.4.2 Svalgang og andre adkomstarealer

Det er kun funnet én relevant rapport som omhandler dette bruksområdet, Norges byggforskningsinstitutt (2004). Undersøkelsens resultater viser at 80 prosent av beboerne er tilfreds med svalgangsløsningen med hensyn til lyd. Konklusjonen gjelder imidlertid kun for undersøkelsens utvalg og planløsning med en fordeling mellom de som har mye forbigående trafikk, lite forbigående trafikk og om det er soverom mot svalgang eller ikke. Andre planløsninger kan derfor medføre en annen vurdering.

4.5 Tekniske installasjoner

4.5.1 Kontinuerlig støy

Typisk eksempel på kontinuerlig støy er ventilasjon og varmpumper. Det er funnet relativt få studier, men referanse fra Berglund et al. (2000), som nevnt under kapittel 4.2, er meget solid og dekker denne type støykilder. Anbefalinger i denne referansen ligger på samme nivå som gjeldende krav. Artikkel fra Rindel (2007) dekker støy fra varme og ventilasjon eksplisitt, og her dokumenteres det at A-veid lydnivå må være klart lavere enn dagens grenseverdier i NS 8175 for at 80 % av respondentene vurderer støysituasjonen som tilfredsstillende. Det er derfor en viss divergens mellom disse resultatene.

4.5.2 Ikke-kontinuerlig støy

Med ikke-kontinuerlig støy menes kilder som genererer støy i form av enkelthendelser. Typiske eksempler er heis-start og -stopp, og nedtrekk/spyling av toalett. I søket er det ikke funnet rapporter eller artikler som omhandler dette eksplisitt, med unntak av studier som knyttes til maksimalnivåer

fra utendørs kilder (dag eller natt) og Homb (2009). For tekniske installasjoner er grenseverdiene eller kravnivåene i ulike land er forskjellige. I enkelte land er både grenseverdiene strengere og mer omfattende enn tilsvarende grenseverdier i NS 8175, mens det er motsatt i en del andre land. Flere artikler fokuserer på betydningen av lavfrekvent støy, noe som er meget relevant for diverse typer tekniske installasjoner. En rekke studier omhandler målemetoder som inkluderer lavfrekvent støy. Her er det gjengitt artikkel fra Pedersen et al (2006) som representativ for dette temaet. Det forskes på reproduerbare og repeterbare metoder. Konklusjonen så langt er at entydige og sikre metoder fortsatt mangler, og at koblingen til subjektive studier derfor også har begrenset sikkerhet.

4.6 Oppsummering litteraturstudie

WHO-rapporten er en sentral referanseartikkel for ekstern støy og lydnivå på utearealer, og den angir strengere eller antatt strengere anbefalinger enn grenseverdiene i NS 8175. For lydnivåer innendørs fra utendørs lyd kilder tilsier litteraturgjennomgangen at dagens grenseverdier i all hovedsak må videreføres. Dette er svært godt dokumentert, blant annet i WHO-rapporten. Det er også omfattende dokumentasjon som tilsier at lydnivå ved lave frekvenser bør få mer fokus på grunn av helsemessige effekter.

Det finnes svært mange studier og undersøkelser knyttet til lydisolasjon mellom boenheter. Hovedtrenden i gjennomgåtte artikler og rapporter er at nåværende grenseverdier i NS 8175 er nødvendige for å ivareta overordnede funksjonskrav i forskriften. Det er en rekke studier som underbygger dette. Unntaket er trinnlydisolasjon i lette konstruksjoner. Her er det dokumentert betydelig avvik mellom forskriftskrav og opplevd forstyrrelse, det vil si at de kvantitative grenseverdiene i NS 8175 må skjerpes eller at grenseverdien inkluderer korreksjon for lavfrekvent lyd for å oppfylle forskriftskravet om tilfredsstillende lydforhold.

Både for trapperom, korridorer, svalganger og andre kommunikasjonsarealer er det funnet svært få artikler og rapporter som underbygger dagens grenseverdier i NS 8175. Dette temaområdet har hatt lite fokus i Europa, og kravnivåene varierer i de ulike land. I Sverige differensieres det i forhold til trafikk på arealene.

Det har blitt gjennomført flere større studier om støy fra tekniske installasjoner. Det er imidlertid en viss divergens i anbefalingene, mellom hvorvidt dagens grenseverdier er strenge nok eller om de burde være enda strengere. Litteraturgjennomgangen viser at det ikke er grunnlag for å forenkle eller redusere kravnivået.

5 Lydmålinger

5.1 Generelt

Alle tall i dette kapittelet refererer til opprinnelig utvalg av målinger, og ikke de målingene som er knyttet til faktiske respondenter.

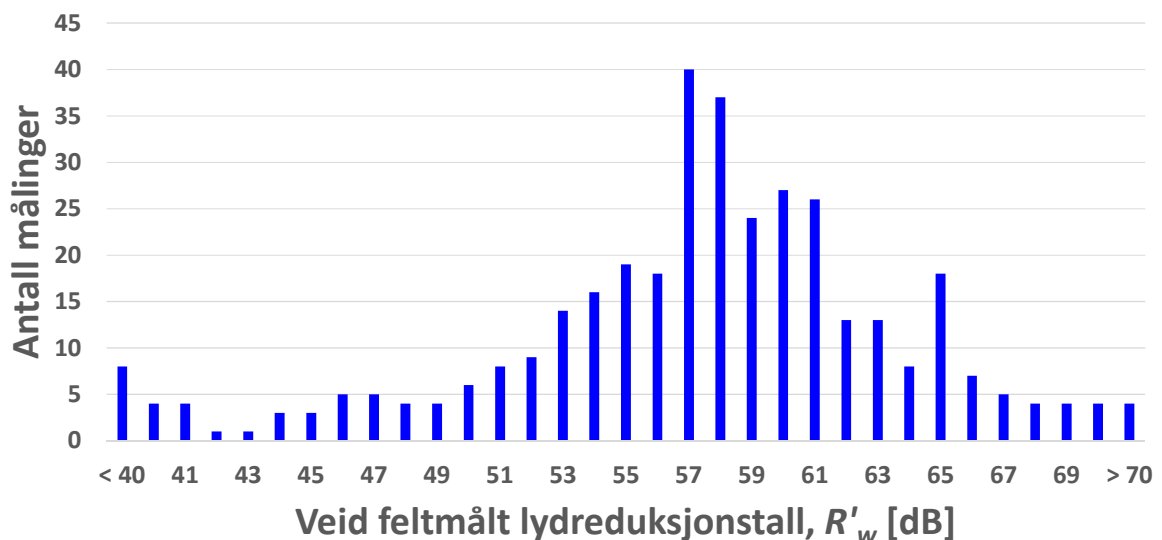
Det er tatt utgangspunkt i lydmålinger Multiconsult og SINTEF Byggforsk har utført i boliger fra 2002 fram til i dag. Disse er koplet mot de respektive adresser. Dette har resultert i 366 luftlydmålinger, 387 trinnlydmålinger og 165 målinger av støy fra tekniske installasjoner.

Det er medtatt 6 prosjekter som er studentboliger i utvalget. Det er kun gjort lydmålinger i to av disse. De øvrige er kontaktet via studentsamskipnader spesielt for dette prosjektet, og for disse er det beregnet luft- og trinnlydisolasjon ut fra plantegninger og informasjon om konstruksjonene.

Lydmålinger av luft- og trinnlydisolasjon er registrert ned til 50 Hz for alle målinger. Virkningen av å utvide frekvensområdet ned til 50 Hz er gjort ved å beregne omgjøringsstallene $C_{50-5000}$ og $C_{1,50-2500}$ for henholdsvis luftlydisolasjon og trinnlydnivå. Videre er standardisert lydtrykknivådifferanse ($D_{nT,w}$ og $D_{nT,w} + C_{50-5000}$) og trinnlydnivå ($L_{nT,w}$ og $L_{nT,w} + C_{1,50-2500}$) beregnet for nesten samtlige målinger. Målinger av støy fra tekniske installasjoner er i alle tilfeller registrert over et bredt frekvensområde.

5.2 Luftlydisolasjon

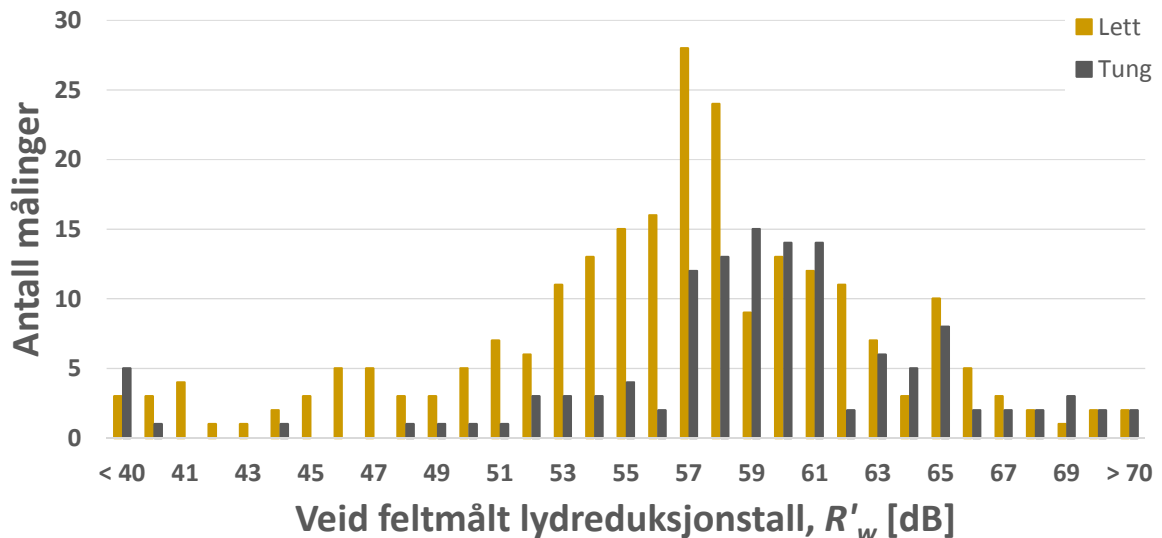
Figur 1 viser fordelingen av feltmålt veid lydreduksjonstall, R'_w , som inkluderes i vurderingsgrunnlaget. Gjeldende krav iht. TEK 10 [1] angir at $R'_w \geq 55$ dB er minstekravet. Som figuren viser så har utvalget minst 15 målinger for samtlige verdier av R'_w fra 54 til 61 dB, og minst 5 målinger for alle verdier i intervallet fra 50 til 66 dB. Dette anses som tilstrekkelig god fordeling som grunnlag for evaluering av kravnivået.



Figur 1: Fordeling av veid feltmålt lydreduksjonstall, R'_w , som inkluderes i vurderingsgrunnlaget.

Figur 2 viser tilsvarende fordeling for R'_w , men inndelt i lette (brune stolper) og tunge (grå stolper) konstruksjoner. De tunge konstruksjonene tilfredsstiller i all hovedsak gjeldende krav på $R'_w \geq 55$ dB da dette i de alle fleste tilfeller oppnås med de konstruksjonstyper og tykkelser som brukes i dag. Selv om hovedtyngden her ligger fra $R'_w = 57-65$ dB er noen målinger ned mot $R'_w = 50$ dB inkludert i

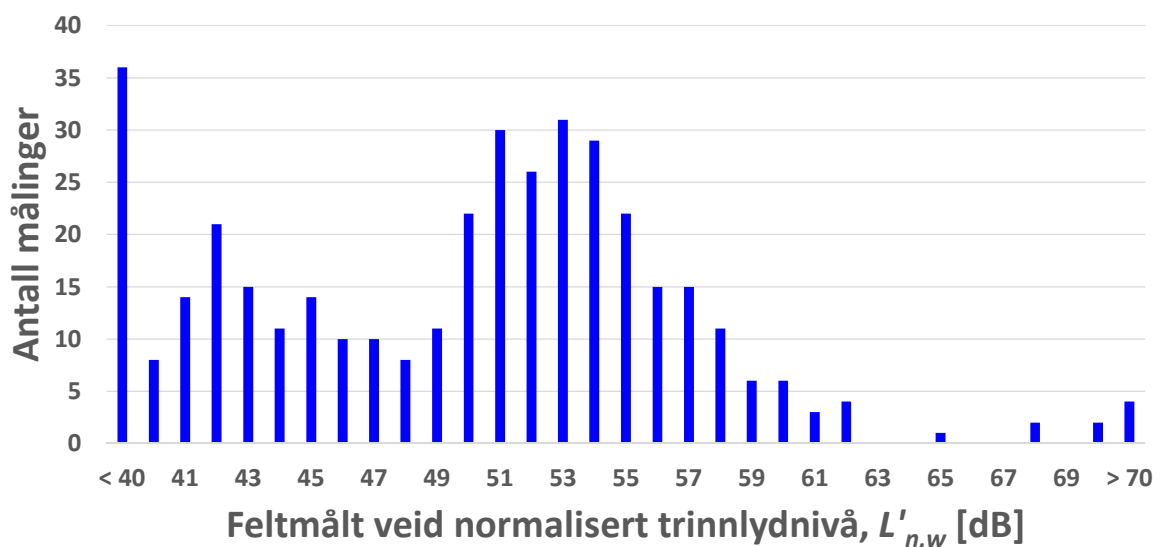
grunnlaget. For de lette konstruksjonene er det registrert minst 9 målinger for verdier fra $R'_w = 53$ til 62 dB, og minst 5 målinger fra 50 til 63 dB. Det skiller ikke mellom vertikale og horisontale målinger i figurene som vises her, men dette er registrert for samtlige målinger.



Figur 2: Fordeling av veid feltmålt lydreduksjonstall, R'_w , delt inn i lette og tunge konstruksjoner.

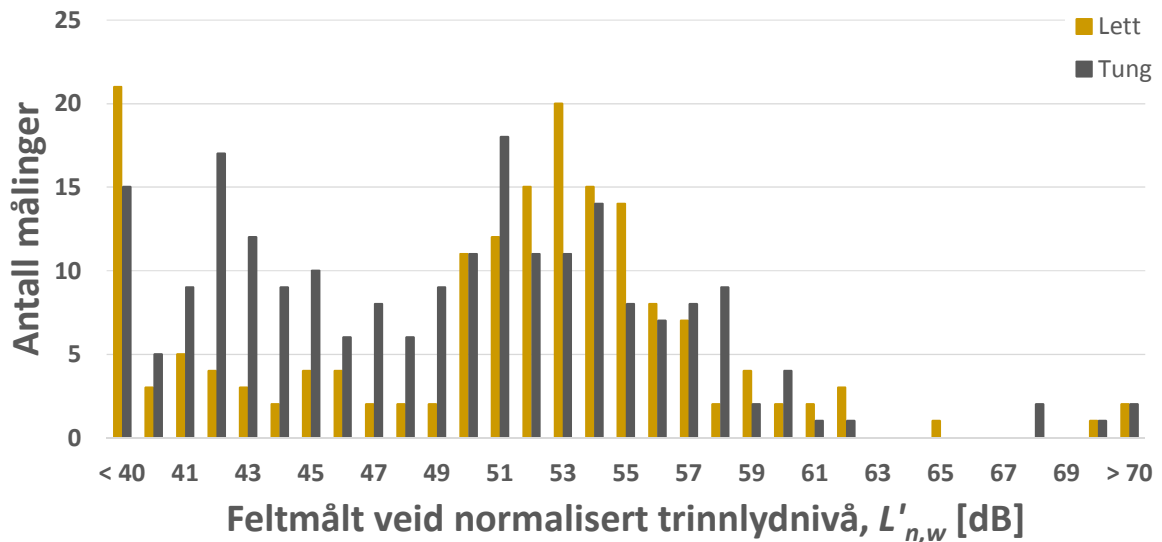
5.3 Trinnlydnivå

Figur 3 viser fordelingen av feltmålt veid normalisert trinnlydnivå, $L'_{n,w}$, som inkluderes i vurderingsgrunnlaget. Minstekrav iht. TEK 10 [1] tilsvarer et trinnlydnivå på $L'_{n,w} \leq 53$ dB. Det er registrert minst 10 målinger for hver verdi fra $L'_{n,w} = 41$ til 58 dB, med ett unntak der det er registrert 8 målinger. Trinnlydmålinger med resultat $L'_{n,w} \geq 60$ dB er i liten grad tatt med, da disse tilfellene i stor grad er forbundet med klagesaker.



Figur 3: Fordeling av feltemålt veid normalisert trinnlydnivå, $L'_{n,w}$, som inkluderes i vurderingsgrunnlaget.

Figur 4 viser fordeling av målt trinnlydnivå inndelt i lette (brune stolper) og tunge (grå stolper) konstruksjoner. Bygges etasjeskillere med tunge konstruksjoner vil normalt krav til trinnlydnivå kunne tilfredsstilles relativt greit ved korrekt utførelse. Likevel presses mange prosjekter slik at overgulv skal bygge minst mulig og/eller uten noen form for himling, derved kan minstekravet til trinnlydnivå bli problematisk. I grunnlaget er det minst 5 målinger for alle verdier $L'_{n,w} = 40$ til 58 dB for tunge konstruksjoner.



Figur 4: Fordeling av feltmålt veid normalisert trinnlydnivå, $L'_{n,w}$, delt inn i lette og tunge konstruksjoner.

For de lette konstruksjonene er det en hovedvekt av målinger fra $L'_{n,w} = 50$ -58 dB, der det er registrert 5 målinger for hver verdi. Rundt kravet, fra $L'_{n,w} = 50$ -55 dB er det over 10 målinger per verdi, men klart flest akkurat på kravet med $L'_{n,w} = 53$ dB (20 målinger).

Det er en god fordeling av konstruksjonstyper og variasjon i måleverdier, slik at også for trinnlyd er grunnlaget for evaluering av dagens lydkrav godt. Det skilles ikke mellom vertikale og horisontale målinger i figurene som vises her, men dette er registrert for samtlige målinger, med en overvekt av målinger mellom etasjer.

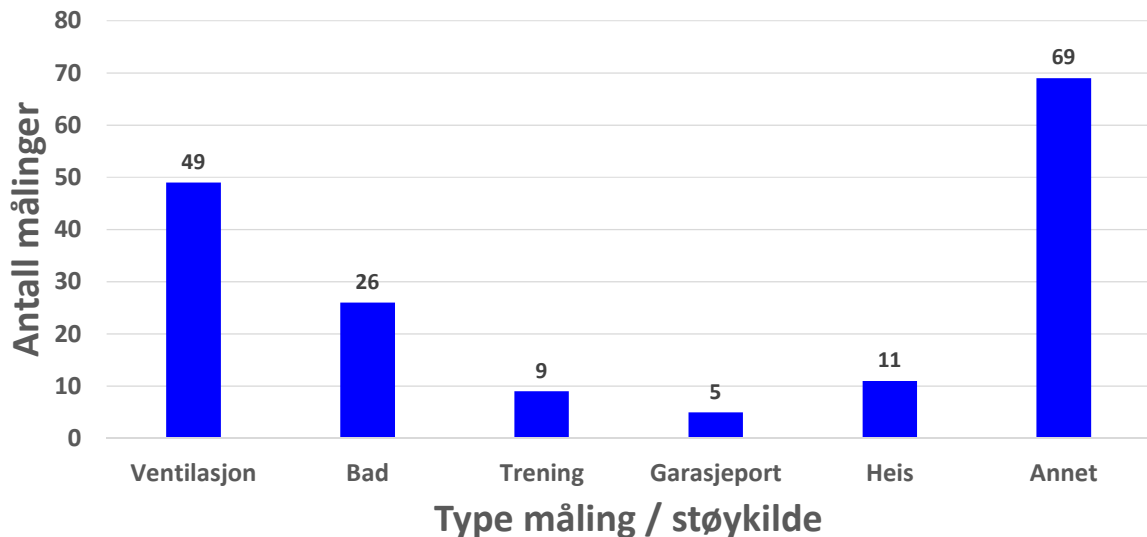
5.4 Støy fra tekniske installasjoner

Krav til støy fra tekniske installasjoner er gitt i NS 8175, klasse C [4], der det stilles krav til A-veid ekvivalent og maksimalt lydnivå på henholdsvis $L_{p,A,T} \leq 30$ dB og $L_{p,AF,max} \leq 32$ dB, samt at det stilles krav til at det ikke skal være spesielt forstyrrende komponenter i støyen, som vurderes ved å benytte RC-verdi. Genereres støyen fra næringsvirksomhet skjerpes grenseverdiene med 5 dB.

I 3. utgave av NS 8175 [2] var det krav til maksimalt C-veid lydnivå på $L_{p,CF,max} \leq 47$ dB, men dette er erstattet med vurdering av RC-verdi i 4. utgave [4]. Bakgrunnen for dette var bl.a. at kravet i mange tilfeller kunne være overskredet, men at det likevel ikke var det lavfrekvente støyinnholdet det ble klaget på, samt at det i mange tilfeller var meget vanskelig å måle med tilstrekkelig sikkerhet grunnet bakgrunnsstøy.

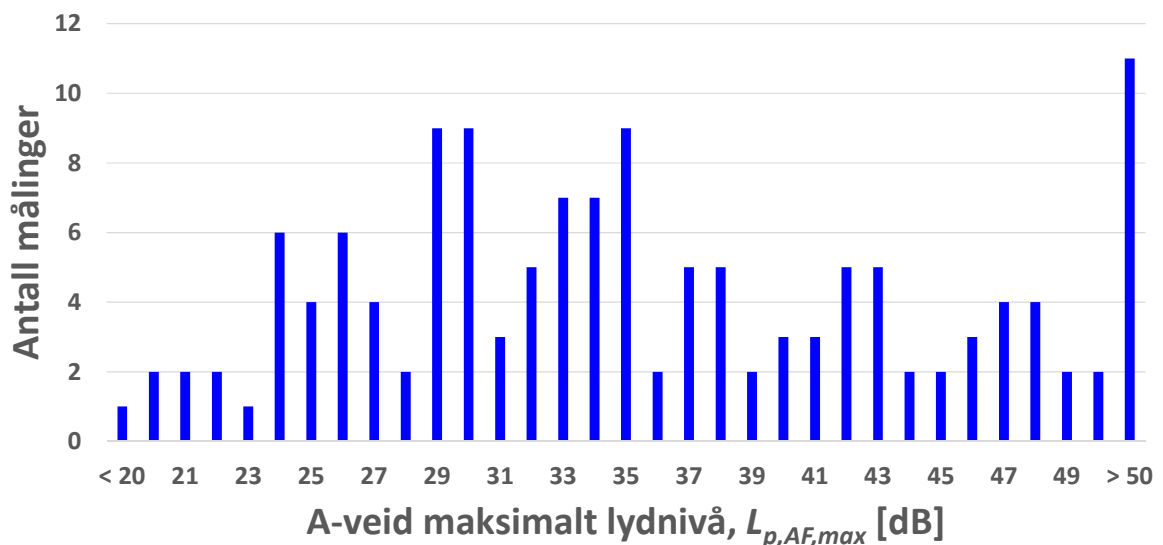
Det er inkludert 165 målinger av støy fra ulike tekniske installasjoner i vurderingsgrunnlaget, som vist i Figur 5. De to støykildene som er hyppigst representert er ventilasjonsstøy og støy fra bad (sanitæranlegg, WC, dusj etc.). Det rapporteres fra flere entreprenører at fra deres side oppleves ventilasjonsstøy som mest problematisk. Hvorvidt årsaken til dette er at kravnivået bør vurderes eller at det er vanskelig å få anleggene innjustert tilstrekkelig slik at dagens krav overholdes, er uklart.

Andre typer støykilder er støy fra heis, garasjeporter, treningsentre m.m. Av disse er det kun støy fra treningsentre som ikke omtales spesifikt i NS-EN ISO 16032 [5], som omhandler måling av lydtrykknivå fra tekniske installasjoner innendørs. Det er angitt i kapittel 5.1 i NS 8175 [4] at lydnivå i boliger fra treningsentre som utgangspunkt skal tilfredsstillere grenseverdier tilsvarende som fra tekniske installasjoner i nærings- og servicevirksomhet.



Figur 5: Fordeling av typer tekniske installasjoner som inkluderes i vurderingsgrunnlaget.

Figur 6 viser måleresultater for A-veid maksimalt lydnivå fra alle de ulike tekniske installasjonene i grunnlaget. Det er stor spredning i målingene, hvilket illustreres ved spennet i måleresultater. Det må antas at flere av disse støykildene er justert inn/utbedret etter at disse målingene ble utført.



Figur 6: Fordeling av målt A-veid maksimalt lydnivå, $L_{p,AF,max}$, fra tekniske installasjoner.

6 Brukerundersøkelse

6.1 Generelt

Plager og forstyrrelser av støy er bare delvis avhengig av bygningskvaliteten. Like viktig er støynivåene som genereres fra kilder i og utenfor bygningen, hvor man oppholder seg i forhold til disse støykildene, hvor ofte og til hvilke tidspunkter man er tilstede, og hvilke aktiviteter som da forstyrres. Beboere på gateplan kan forstyrres ekstra av gangtrafikk inn og ut av bygget, støy fra forbipasserende etc. Leiligheter som vender mot svalganger, fellesarealer, entré og heissjakter, vil kunne være mer utsatt for støy fra disse områdene. Det kan videre være stor variasjon i mengden gangtrafikk, adferd og støy fra de som bruker og oppholder seg nær boligen.

Det hadde også vært ønskelig å ha hatt gode mål på støy fra trafikale kilder. Det har det ikke vært rom for i dette prosjektet. Manglende mål på hvilken støy som genereres har som konsekvens at det ikke er mulig å skille mellom situasjoner der folk ikke er plaget fordi det ikke er støyende aktiviteter, og situasjoner der det foreligger en god del støy, men hvor lydisolasjonen er tilstrekkelig for å redusere den resulterende støyen til et nivå som ikke lenger oppleves som plagsomt.

6.2 Metode

6.2.1 Sosio-akustisk studie – spørreskjema koplet opp mot målinger

Svarene hentet inn fra spørreskjemaundersøkelse er koplet opp mot målinger av luft- og trinnlydisolasjon. Det er således en sosio-akustisk undersøkelse av beboeres reaksjoner på støy i bolig. Hensikten har vært å analysere folks selvrapporterte opplevelse i forhold til objektive målestørrelser på kvaliteten til lydisolasjon mellom boenheten og tilstøtende arealer.

I motsetning til ordinære sosio-akustiske studier, der en ofte har god kontroll med eksponering, sammenholdes her befolkningsreaksjonene opp mot ulike mål på lydisolasjon, noe som kun gir en indirekte indikasjon på hvilke lydnivåer personene er utsatt for. Det har vært lagt vekt på å få et tilstrekkelig antall boliger med ulik isolasjonsstandard slik at det er mulig å anslå hvor stor betydning denne har for folks opplevelse.

6.2.2 Modellbasert undersøkelse i boliger med målinger

Etttersom det er et selektivt utvalg boliger hvor det foreligger målinger av lydisolasjonen, er undersøkelsen ikke en gallupundersøkelse basert på trekking av representative utvalg, men en undersøkelse der en bruker modellbaserte statistiske metoder for å estimere effekten av lydisolasjonskravene.

Dette innebærer at undersøkelsen ikke egner seg for å si noe om hvordan beboere generelt i Norge reagerer på støy fra ulike kilder, blant annet fordi nesten 97 % av respondentene bor i blokk/flermannsbolig, mens andelen for hele landet bare er ca. 17 % (SSB, 2011). Resultatene kan imidlertid brukes til å vurdere om lydisolasjonskravene er oppfylt i den beboergruppen som er undersøkt, og hvilken betydning ulike modifierende faktorer kan ha. Erfaringsmessig spiller demografiske faktorer (kjønn, alder, mv.) liten rolle for støyopplevelsen. Den viktigste modifierende faktoren er sensitivitet overfor lydstimuli. For å ha kontroll med denne faktoren, inngår spørsmål om sensitivitet i undersøkelsen.

I undersøkelsen er det fokusert på endringene i opplevelse når man bor i et godt lydisolert bygg versus et dårlig for å kunne vurdere i hvilken grad dagens krav gir en tilstrekkelig beskyttelse mot å bli støyplaget og forstyrret.

6.2.3 Hovedutvalg og svarprosent

Utvalget for spørreundersøkelsen er et hensiktsmessighetsutvalg med utgangspunkt i bygninger hvor det foreligger kvalifiserte målinger av lydisolasjonsstandard. I boligbygg med flere likeartede leiligheter er det lagt til grunn at målingen (eller settet av målinger) er representative for alle boligene i bygget med samme utførelse.

Det er hentet fram 225 veiadresser, med flere husnummer tilhørende samme adresse (totalt utgjorde dette 599 adresser). Etter gjennomgang av adresser ble 3849 personer kontaktet. Av utvalget som ble kontaktet var det 690 som svarte per internett, og ytterligere 12 personer som svarte per post. Svarprosenten er dermed 18 prosent.

For flere av boligene forelå det flere målinger, slik at antallet målinger overstiger antall respondenter. Det er mange respondenter fra to adresser med mange boliger, noe som innebærer at usikkerheten kan være høyere enn det som framkommer fra de statistiske kjøringene.

Tabell 3 og Tabell 4 nedenfor viser fordeling av respondentene i hovedutvalget etter henholdsvis antall rom i boenheten og type bolig. I de videre vurderingene er alle håndtert samlet, det er med andre ord ikke skilt på antall rom eller boligtype.

Tabell 3: Andel av respondentene etter antall rom (stue + soverom) i boenhet.

Antall rom	Fordeling	Kumulativ fordeling
1-roms boenhet	4,2 %	4,2 %
2-roms boenhet	14,7 %	18,9 %
3-roms boenhet	44,1 %	63,0 %
4-roms boenhet	31,7 %	94,7 %
5 rom eller mer	5,3 %	100,0 %

Tabell 4: Andel av respondentene etter type bygning.

Type bolig	Fordeling	Kumulativ fordeling
Blokk/flermannsbolig	96,8 %	96,8 %
Rekkehus	0,8 %	97,6 %
Studentbolig	1,0 %	99,0 %
Frittliggende enebolig	1,0 %	100,0 %

6.2.4 Studentutvalg

For også å få svar fra respondenter i studentboliger ble ca. 1500 studenter kontaktet via mail. 386 studenter svarte, hvilket gir en svarprosent på 25 prosent.

Det foreligger ikke resultater fra lydmålinger i de bygningene hvor spørreundersøkelsen er gjennomført, og beregning av lydisolasjon gir liten spredning i verdiene. Det kan derfor ikke hentes ut like mye informasjon fra studentutvalget som fra hovedutvalget (hvor det er rimelig god spredning på bygningskvaliteten).

6.2.5 Spørreskjema

Datainnsamlingen ble gjennomført i oktober-november 2015. I informasjonsskriv ble det informert om at formålet med undersøkelsen var å kartlegge hvorvidt dagens tekniske forskrifter og standarder er passe strenge, samt områder og situasjoner hvor kravene bør justeres opp eller ned.

Spørreskjemaet utviklet i COST Action TU0901: "Integrating and Harmonizing Sound Insulation Aspects in Sustainable Urban Housing Constructions" er brukt som utgangspunkt. Den opprinnelige inndelingen er imidlertid erstattet med en fem-delt responskala definert i ISO/TS 15666 (2003), da dette er det mest vanlige i nyere norske bomiljøundersøkelser.

Spørreskjemaet er videre utformet etter samme mal som benyttet i tidligere bomiljøundersøkelser. Dette er spørreskjema en har hatt gode erfaringer med, og som har vært benyttet i en rekke undersøkelser.

Spørreskjemaet omfattet i alt 35 spørsmål (med underspørsmål). I tillegg til bakgrunnsdata om intervjupersonene og deres bolig, hadde skjemaet følgende hovedgrupper av spørsmål:

- Plagegrad for støy i og utenfor bolig
- Sensitivitet for støy
- Plagegrad fra spesifikke støykilder (tekniske installasjoner, nabostøy, trafikk osv.)
- Begrensninger på egen bruk på grunn av uro for å forstyrre andre
- Betalingsvillighet for en bedre isolert bolig

Spørreskjema er vist i vedlegg 6.

6.2.6 Gruppering etter lyd kvalitet

Hver av de tre basismålestørrrelsene for lyd kvalitet er inndelt i fire klasser: To som tilfredsstillende kravet og to som ikke tilfredsstillende kravet, se Tabell 5 nedenfor.

Tabell 5: Feltmålt veid normalisert trinnlydnivå, feltmålt veid lydreduksjonstall og A-veid maksimalt lydnivå er klassifisert om de ligger under normen, eller er dårlig, og motsatt om kravet er tilfredsstillende eller er god.

Målestørrelse og grenseverdi	Dårlig	Krav uoppfyllt	Krav oppfylt	God
Feltmålt veid normalisert trinnlydnivå ($L'_{n,w} \leq 53$ dB)	≥ 58 dB	57-54 dB	53-50 dB	≤ 49 dB
Feltmålt veid lydreduksjonstall ($R'_w \geq 55$ dB)	≤ 50 dB	51-54 dB	55-58 dB	≥ 59 dB
A-veid maksimalt lydnivå ($L_{p,AF,max} \leq 32$ dB)	≥ 37 dB	36-33 dB	32-29 dB	≤ 28 dB

Der det er færre enn 10 respondenter i én klasse, er denne slått sammen med nærmeste klasse (f.eks. at "dårlig" er slått sammen med "krav uoppfyllt").

6.2.7 Regresjonsanalyser for vurdering av isolasjonsmål

Det foreligger alternative målestørrelser for luft- og trinnlydisolasjon, og det pågår diskusjoner nasjonalt om dagens krav og målestørrelser for luftlyd (R'_w) og trinnlyd ($L'_{n,w}$) skal beholdes eller erstattes med andre parametere.

De alternative målestørrelsene som inngår i denne undersøkelsen er:

- Luftlydisolasjon
 - feltmålt veid standardisert nivåddifferanse, $D_{nT,w}$
 - feltmålt veid lydreduksjonstall og omgjøringstall for spektrum, $R'_w + C_{50-5000}$
 - feltmålt veid standardisert nivåddifferanse og omgjøringstall for spektrum, $D_{nT,w} + C_{50-5000}$
- Trinnlydnivå
 - feltmålt veid standardisert trinnlydnivå, $L_{nT,w}$
 - feltmålt veid normalisert trinnlydnivå og omgjøringstall for spektrum, $L'_{n,w} + C_{i50-2500}$
 - feltmålt veid standardisert trinnlydnivå og omgjøringstall for spektrum, $L_{nT,w} + C_{i50-2500}$

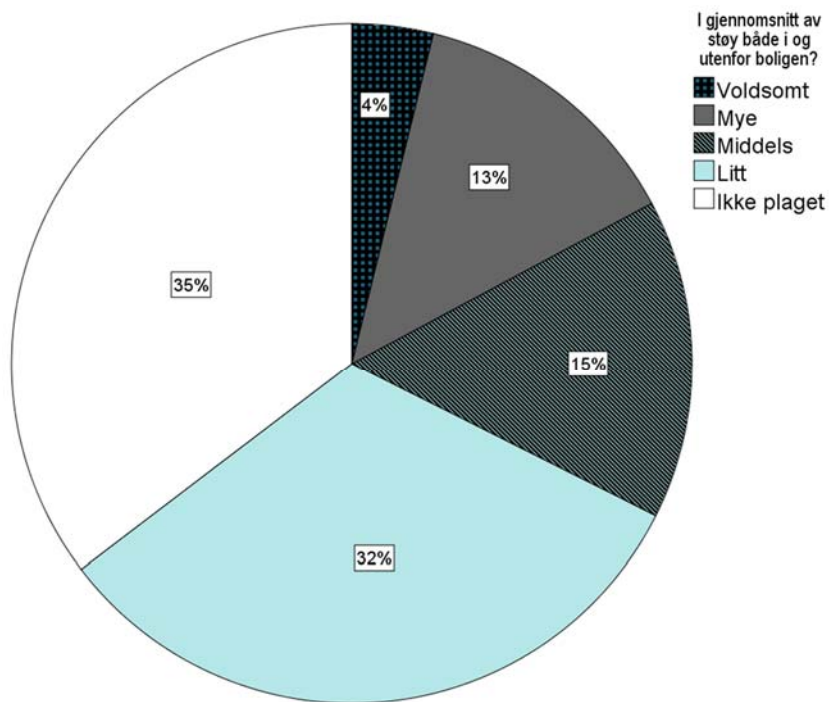
For å finne ut hvilke av disse som best forklarer plageomfanget, er det gjennomført en rekke regresjonsanalyser.

Fordelen med å undersøke sammenhengene i en "reell" feltsituasjon, er at en kan se om forskjellene i mål betyr noe for det som er anvendelsesområdet – bedring av boligens lyd kvalitet. Dersom det er andre faktorer som dominerer opplevelsen kan en spørre hvor stor praktisk betydning mindre forbedringer i standard har.

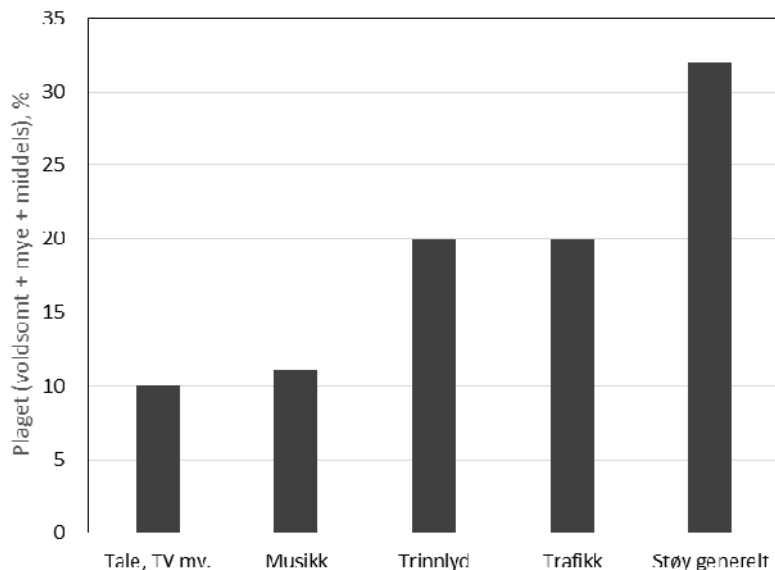
6.3 Utvalgte resultater hovedutvalg

6.3.1 Støy som problem

Det framgår av resultatene at støy er et reelt problem for de beboerne som har svart på undersøkelsen. Godt over halvparten angir at de er plaget av støy i og utenfor boligen, og ca. 17 % av beboerne rapporterer at de er mye og voldsomt plaget. Støy fra samferdsel er en vesentlig årsak til plagene, se Figur 7 og Figur 8 nedenfor. Et noe overraskende funn er at trinnlyd fra naboer over oppleves like plagsomt som støy fra samferdsel, se Figur 8.



Figur 7: Resultater for hvor plagsom støy i og utenfor bolig oppleves.



Figur 8: Resultater for hvor plagsom ulike former for støy oppleves.

6.3.2 Luftlydisolasjon vertikalt mellom boliger

For beboerreaksjoner som funksjon av luftlydisolasjon (R'_w) vertikalt mellom boliger er det veldig få respondenter innenfor klassene "dårlig" og "krav uoppfylt". Årsaken til dette er sannsynligvis at dimensjoner og oppbygging av dekkekonstruksjoner som typisk brukes i leilighetsbygg i dag, i stor grad tilfredsstillende gjeldende grenseverdier.

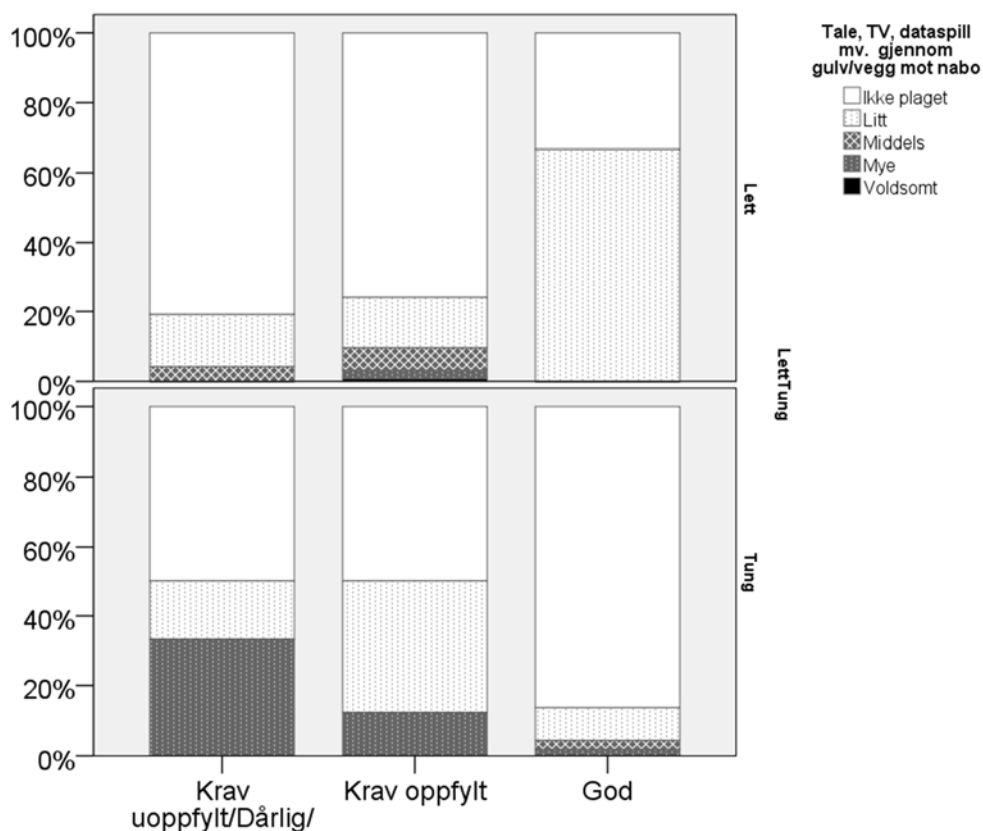
Materialet gir imidlertid grunnlag for å etablere virkningskurver, som er vist i kapittel 6.4.4 og 6.4.5.

6.3.3 Luftlydisolasjon horisontalt mellom boliger

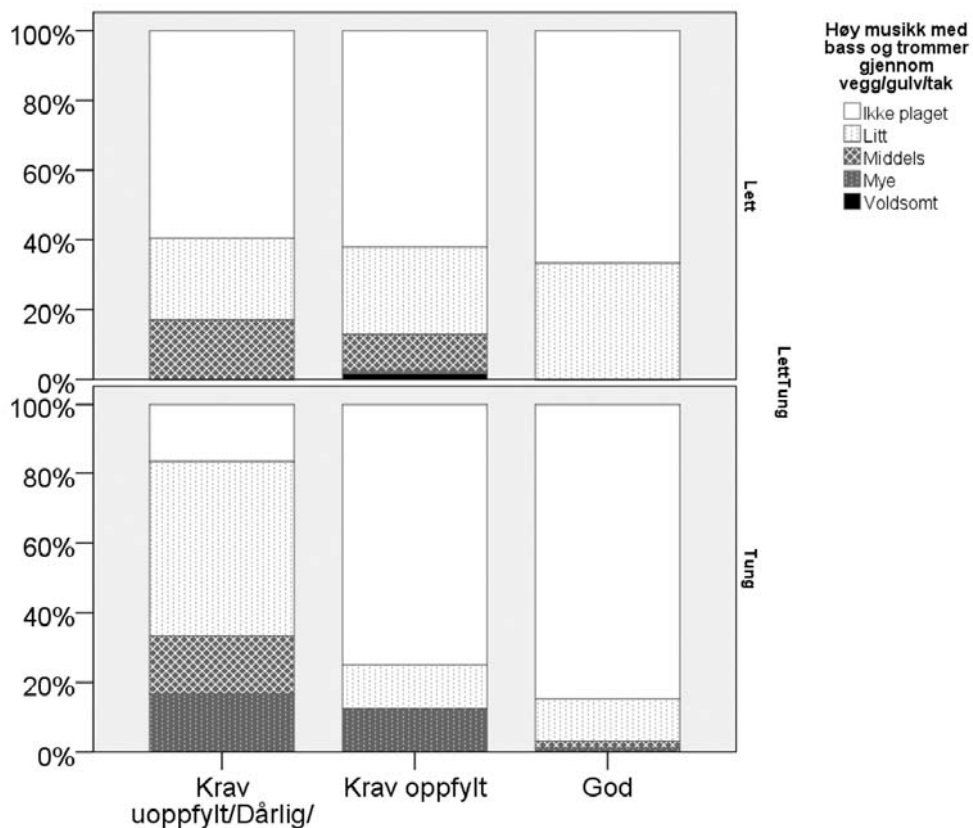
Beboerreaksjoner på tale, TV, dataspill mv. gjennom gulv/vegg mot nabo som funksjon av luftlydisolasjon (R'_w) er vist i Figur 9 nedenfor. Figur 10 viser tilsvarende for høy musikk med bass og trommer.

Merk at det kun er seks personer i klasse "dårlig" for tunge konstruksjoner (betong, mur, hulldekker o.l.), og kun tre personer i klasse "god" for lette konstruksjoner (trebjelkelag, stenderverksvegger o.l.). Dette gjelder både Figur 9 og Figur 10.

Type konstruksjon er relatert til måleretningen, det vil si at i horisontal retning er konstruksjonen enten lett eller tung vegg, og i vertikal retning enten tungt eller lett dekke. Det er skilt mellom lette og tunge konstruksjoner.



Figur 9: Personer som er plaget av tale, TV, dataspill mv. fra nabo relatert til om grenseverdi for luftlydisolasjon (R'_w) er tilfredsstillt eller ikke.

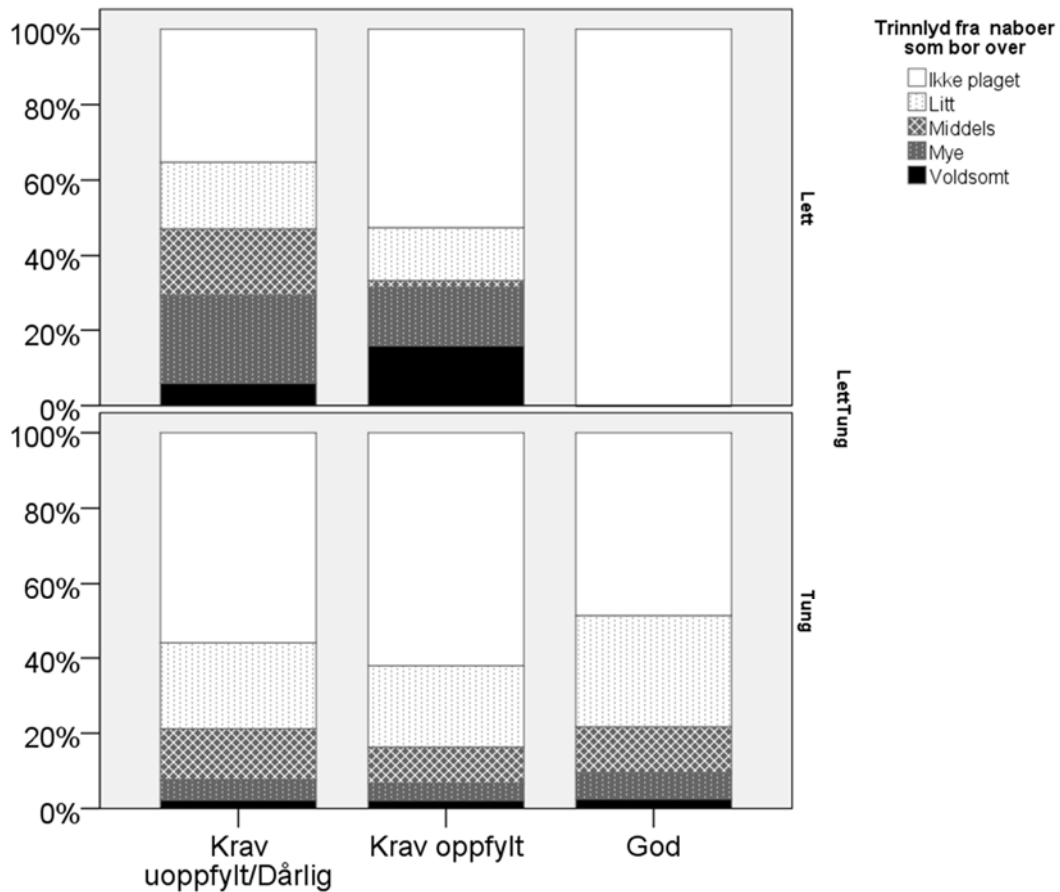


Figur 10: Personer som er plaget av høy musikk med bass og trommer fra nabo relatert til om grenseverdi for luftlydisolasjon (R'_{w}) er tilfredsstilt eller ikke.

6.3.4 Trinnlydnivå fra naboer over

Beboerreaksjoner på trinnlyd fra naboer over som funksjon av trinnlydnivå ($L'_{n,w}$) er vist i Figur 11. Det er skilt mellom tunge og lette dekker. Merk at det kun er to personer som bor i bolig med lett konstruksjon som havner i klasse "god".

Ingen av målestørrelsene $L'_{n,w}$ og $L_{nT,w}$ var signifikante. Samme målestørrelser med omgjøringsstall for spektrum var imidlertid signifikante og virkningskurver er vist i kapittel 6.4.6.

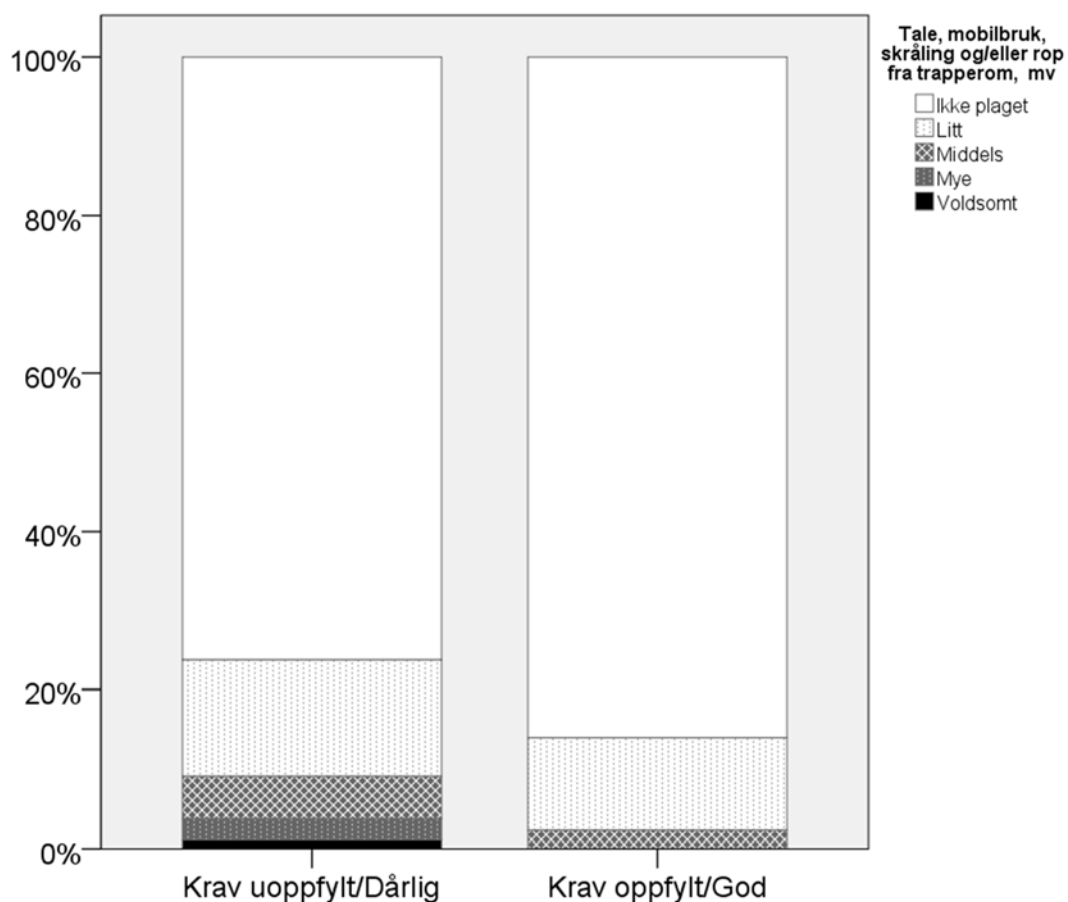


Figur 11: Personer som plages av trinnlyd fra naboer over relatert til om grenseverdi for trinnlydnivå er tilfredsstilt eller ikke. Merk at det kun er to personer som bor i bolig med lett konstruksjon i klasse "god".

6.3.5 Luftlydisolasjon mellom bolig og trapperom, svalgang, korridor mv.

Beboerreaksjoner på tale, mobilbruk, skråling og/eller rop fra trapperom, svalgang, korridor mv. som funksjon av luftlydisolasjon (R'_w) mellom bolig og denne typen arealer er vist i Figur 12. I dette tilfellet er det ikke skilt mellom lett og tung konstruksjon, ut fra antakelse om at det er planløsning og dørenes lydisolerende egenskaper som vil være utslagsgivende for opplevd plage.

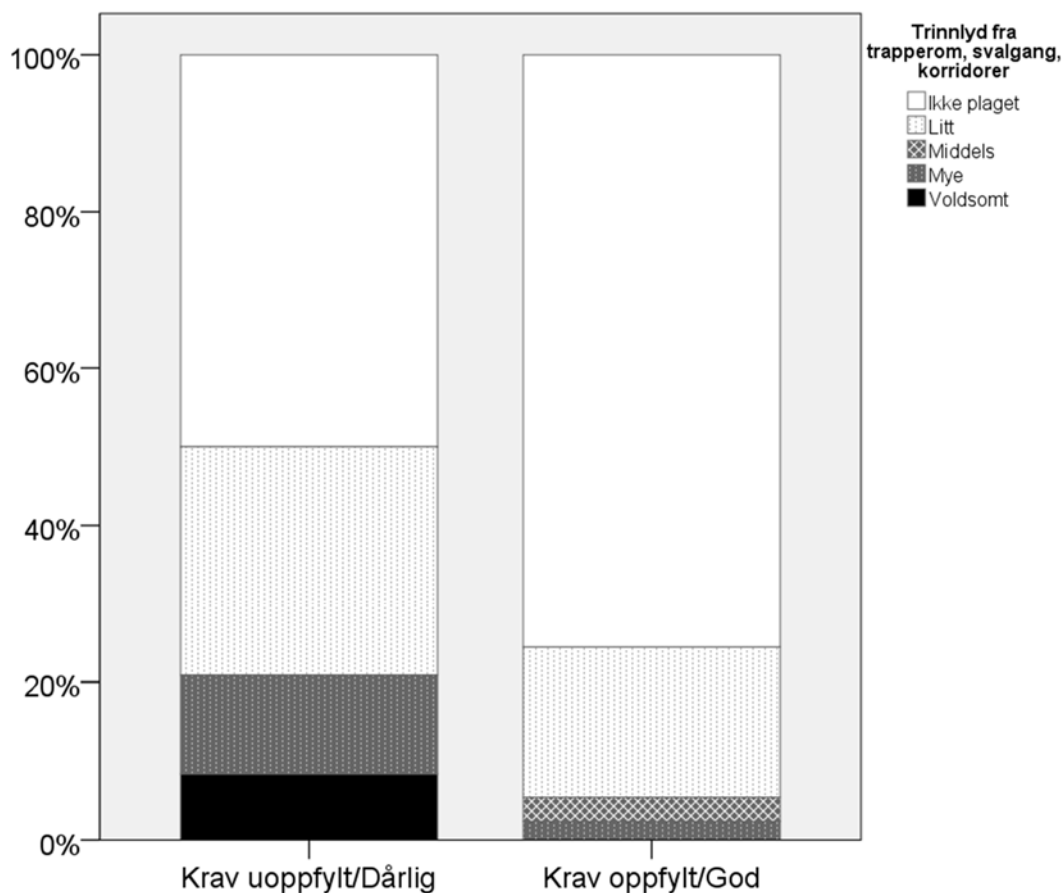
Det bemerkes at det i spørsmålsstillingen ikke er skilt mellom trapperom/korridor og svalgang, selv om grenseverdiene for disse to situasjonene er forskjellig (henholdsvis $R'_w \geq 55$ dB mellom trapperom/korridor og boenhet, og $R'_w \geq 45$ dB mellom svalgang og rom i boenhet med vindu mot svalgang). Andel respondenter som oppgir at de har soverom mot svalgang er 4,9 %, og 0,7 % oppgir at de har stue mot svalgang.



Figur 12: Personer som plages av tale, mobilbruk, skråling og eller rop fra trapperom, svalgang, korridor mv. relatert til om grenseverdi for luftlydisolasjon (R'_w) er tilfredsstilt eller ikke.

6.3.6 Trinnlydnivå fra svalgang, trapperom, korridor mv.

Beboerreaksjoner på trinnlyd fra trapperom, svalgang, korridor mv. som funksjon av trinnlydnivå er vist i Figur 13. Heller ikke her er det skilt mellom tunge og lette konstruksjoner, ettersom konstruksjonstype er knyttet til måleretning, hvilket i dette tilfellet vil si vegg. Det er i undersøkelsen heller ikke skilt på om reaksjonene skyldes trinnlyd horisontalt, vertikalt eller diagonalt.

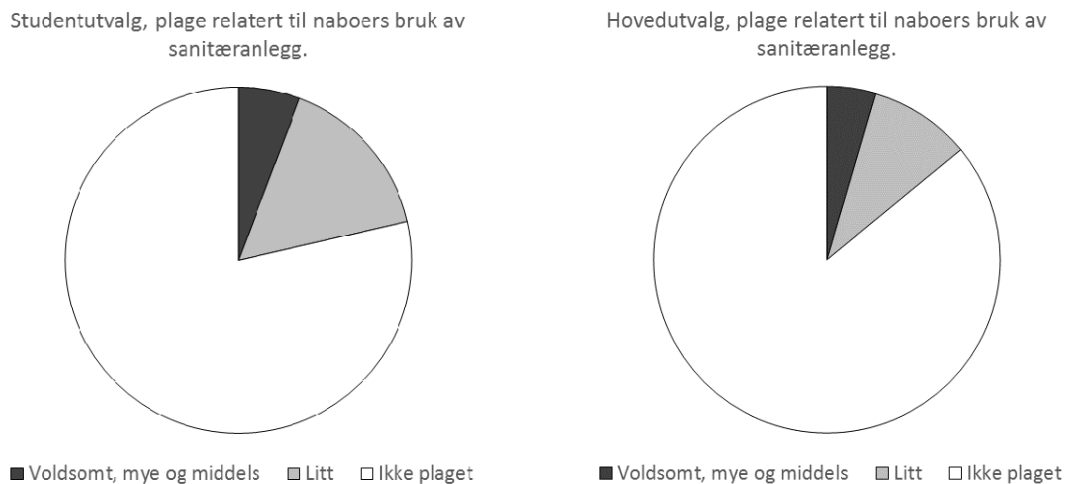


Figur 13: Personer som plages av trinnlyd fra trapperom, svalgang, korridor mv. relatert til om grenseverdi for trinnlydnivå ($L'_{n,w}$) er tilfredsstilt eller ikke.

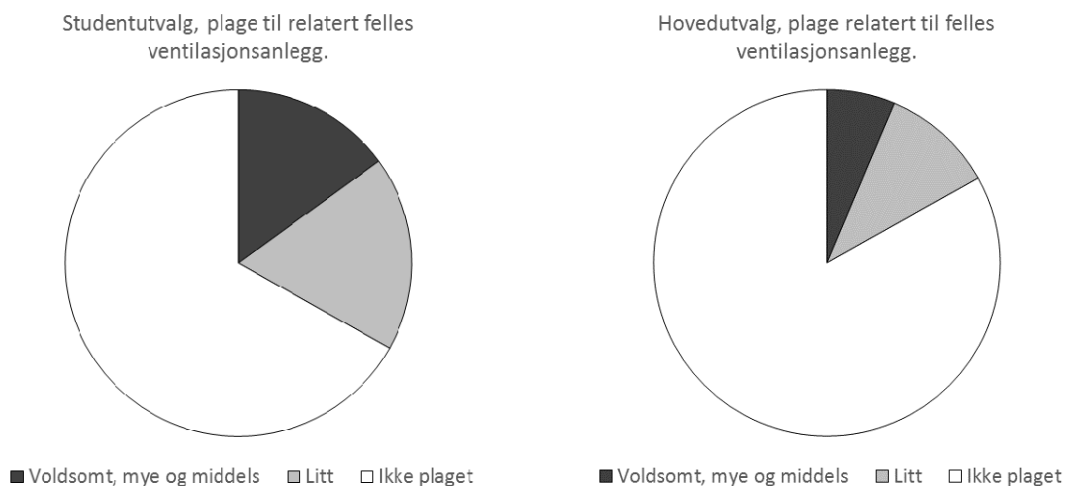
6.3.7 Tekniske installasjoner

Det foreligger såpass få målinger av lydnivå fra tekniske installasjoner i de bygningene det har kommet svar fra, at det ikke har vært mulig å etablere noen sammenhenger. De målingene som er gjennomført er dessuten gjerne knyttet til innjustering av anlegg, klagesaker, osv., og det antas av den grunn at mange av måleverdiene ikke er representative for dagens situasjon.

Det er derfor valgt å presentere respondentenes opplevelse av støy fra tekniske installasjoner uten at dette er relatert til måleresultater og grenseverdier. Det er skilt mellom hovedutvalg og studentutvalg.



Figur 14: Andel plagete relatert til naboers bruk av sanitæranlegg (toalett, vask, dusj osv.).



Figur 15: Andel plagete relatert til støy fra felles ventilasjonsanlegg.

Resultatene viser at det generelt er få som er plaget av støy fra tekniske installasjoner, bortsett fra støy fra felles ventilasjonsanlegg i studentboligene. Det er imidlertid ikke grunnlag for å avgjøre om dette skyldes at lydnivå i studentboligene overskrider grenseverdiene, om det skyldes lav- eller høyfrekvent støy, eller om årsaken er at det er flere i studentutvalget som er eksponert for denne typen støy enn i hovedutvalget.

6.4 Virkningskurver hovedutvalg (vanlige boliger)

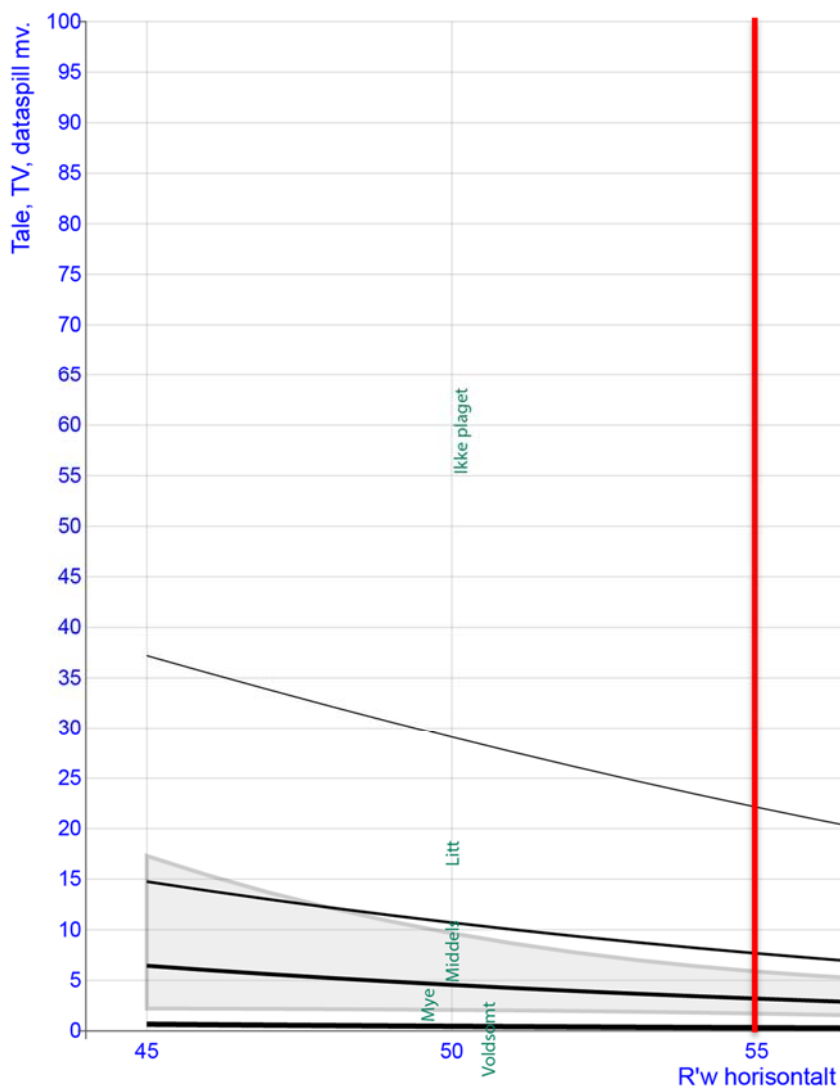
I dette kapittelet inngår kun hovedutvalg, det vil si vanlige boliger. Svar fra studentboliger kom inn for sent til å bli inkludert i generering av virkningskurver.

6.4.1 Beskrivelse av kurvene

Virkningskurvene i dette kapittelet angir hvor stor andel av befolkningen som forventes å rapportere ulike grader av plage. Den nederste og tykkeste kurven angir andelen som er "voldsomt plaget", den neste angir andelen "voldsomt + mye plaget", deretter "voldsomt + mye + middels plaget" og til slutt de som er "voldsomt + mye + middels + litt plaget".

Eksempelet under (Figur 16) viser at det ved et feltmålt lydreduksjonstall $R'_w = 50$ dB er ca. 1 % av befolkningen "voldsomt plaget", ca. 4 % "voldsomt + mye plaget", ca. 11 % "voldsomt + mye + middels plaget", og ca. 28 % "voldsomt + mye + middels + litt plaget" av tale, TV, dataspill mv. fra nabo. Andelen som er "ikke plaget" er 72 %. Grå skravur viser konfidensintervallet for "voldsomt + mye plaget".

Andelen som er "middels plaget" (ca. 7 %) framgår av den vertikale avstanden mellom de to midterste kurvene. Andelen av populasjonen som er "ikke plaget" framgår av den vertikale avstanden fra den øverste kurven og opp til 100 %.



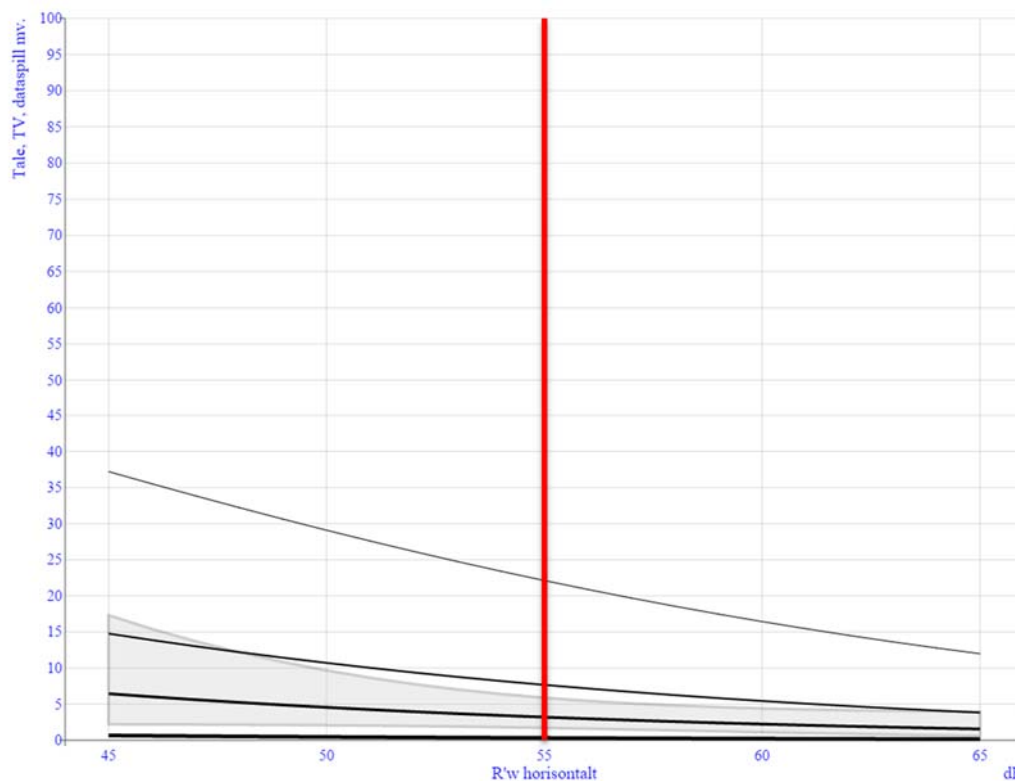
Figur 16: Eksempel som viser hvordan virkningskurver skal leses.

Konfidensintervallene for virkningskurvene er relativt brede og overlappende.

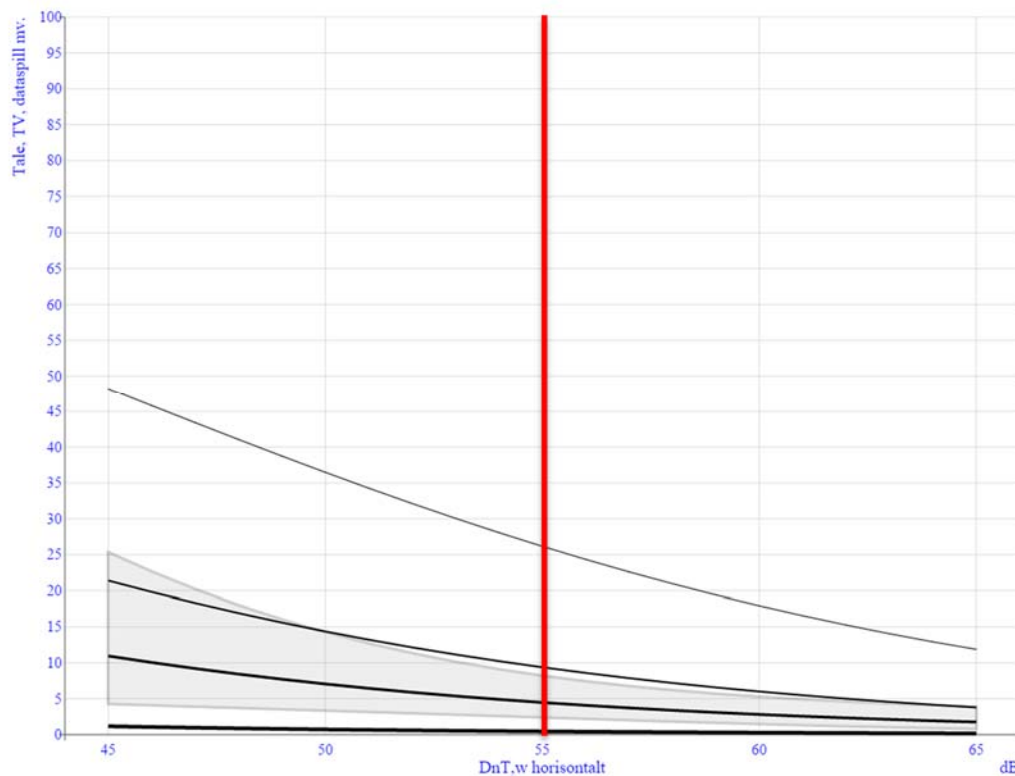
På grunn av overlappende kurver for konfidensintervallene er det gjennomgående valgt å gjengi konfidensintervallet for de som er voldsomt og mye plaget. Dette er vist ved grå skravur i de ulike figurene for kumulativ virkningsgrad. Et eksempel på hvordan kurvene kan leses er å se på $R'_w = 55$ dB i Figur 16. Kurven for konfidensintervallet viser der at plagegrad "voldsomt og mye" med 95 % sikkerhet ligger innenfor ca. 2 - 6 %.

Rød vertikal strek angir gjeldende krav. Merk at krav er gitt som R'_w og $L'_{n,w}$, ikke $D_{nT,w}$ og $L_{nt,w}$. Det er ikke gjort noen vurdering av om det er nødvendig å endre tallverdi for de to siste målestørrelsene for vurdering opp mot krav om tilfredsstillende lydforhold.

6.4.2 Tale, TV, dataspill mv. for horisontal luftlydisolasjon

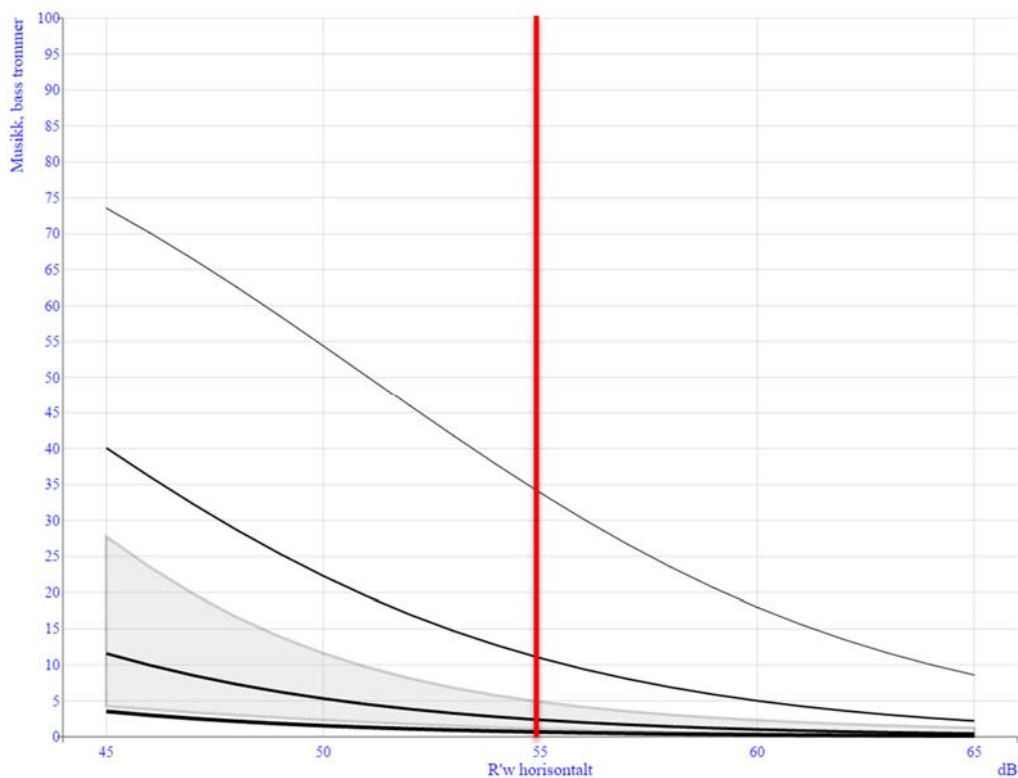


Figur 17: Virkningskurver for plage fra tale, TV, dataspill mv. fra naboer som funksjon av feltmålt veid lydreduksjonstall R'_{w} målt horisontalt.

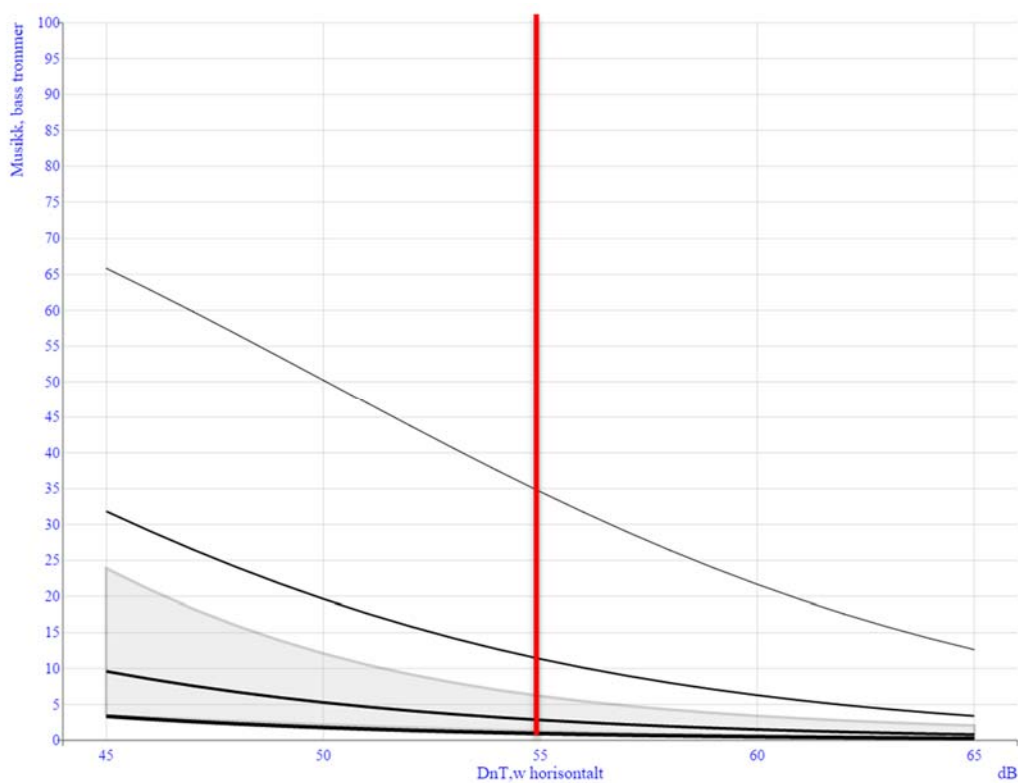


Figur 18: Virkningskurver for plage fra tale, TV, dataspill mv. fra naboer som funksjon av feltmålt veid standardisert nivåddifferanse $D_{nT,w}$ målt horisontalt.

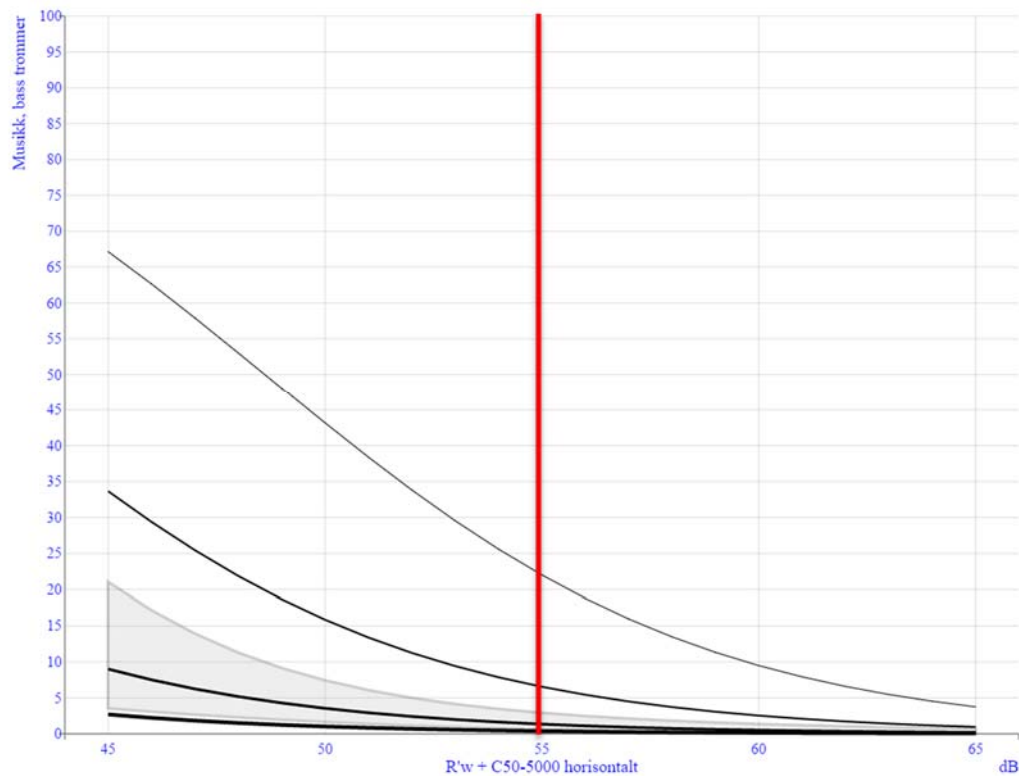
6.4.3 Musikk med bass og trommer for horisontal luftlydisolasjon



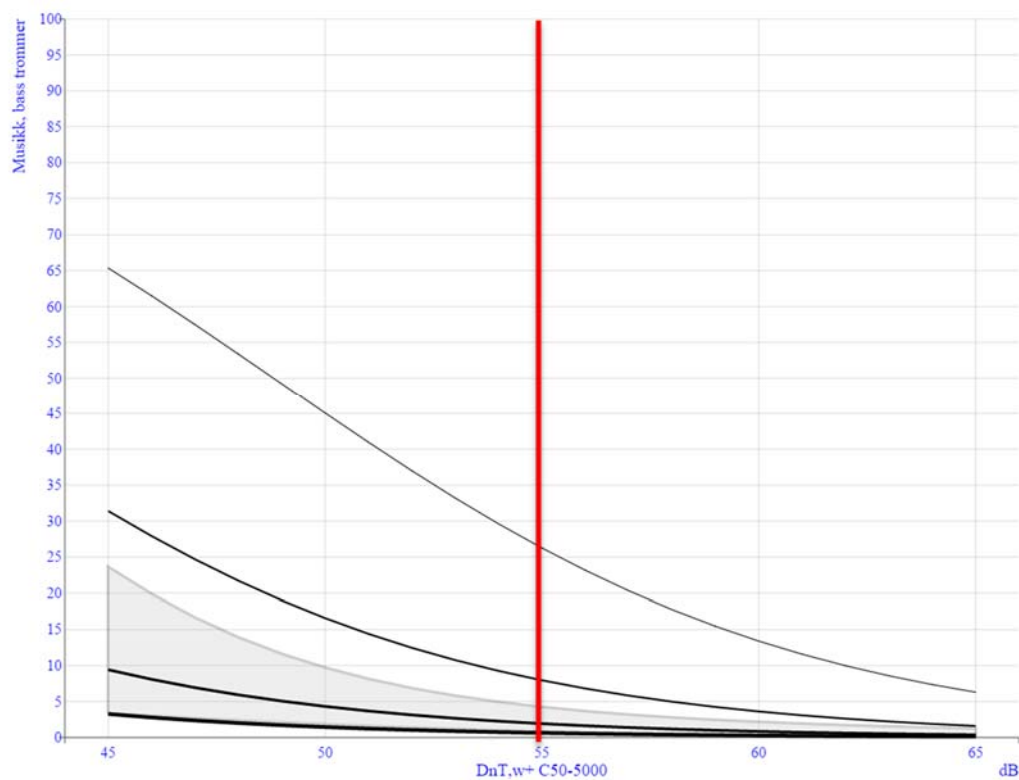
Figur 19: Virkningskurver for plage fra høy musikk med bass og trommer som funksjon av feltmålt veid lydreduksjonstall R'_{w} målt horisontalt.



Figur 20: Virkningskurver for plage fra høy musikk med bass og trommer som funksjon av feltmålt veid standardisert nivåddifferanse $D_{nT,w}$ målt horisontalt.

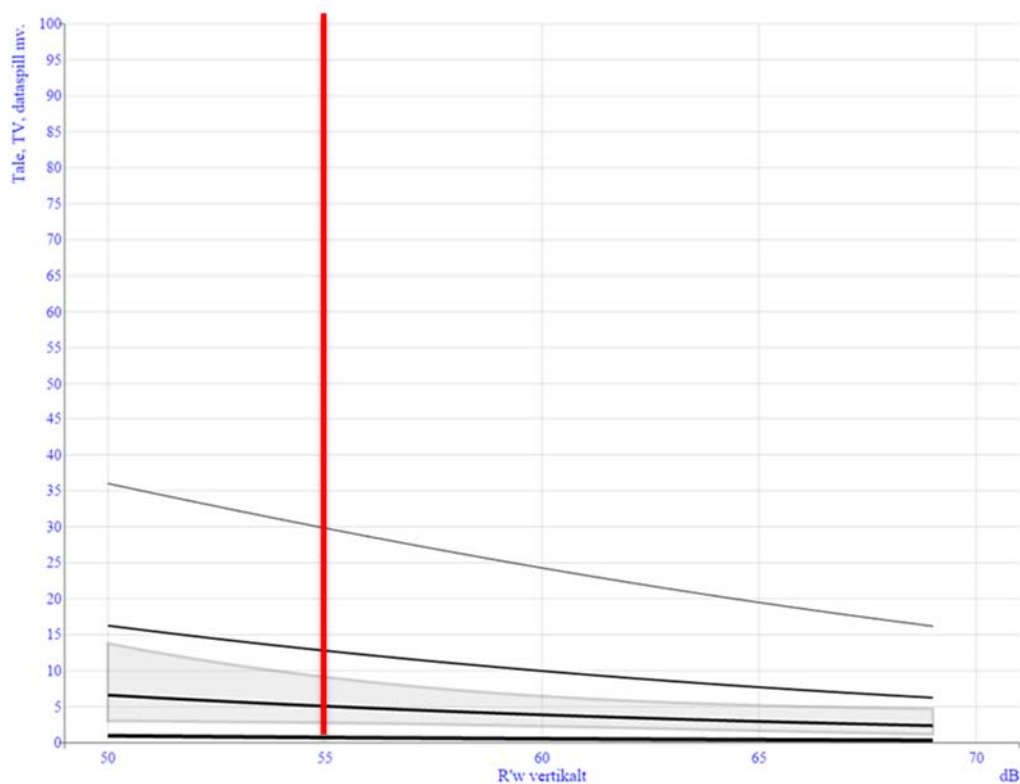


Figur 21: Virkningskurver for plage fra høy musikk med bass og trommer som funksjon av feltmålt veid lydreduksjonstall og omgjøringstall for spektrum $R'_{w} + C_{50-5000}$, målt horisontalt.

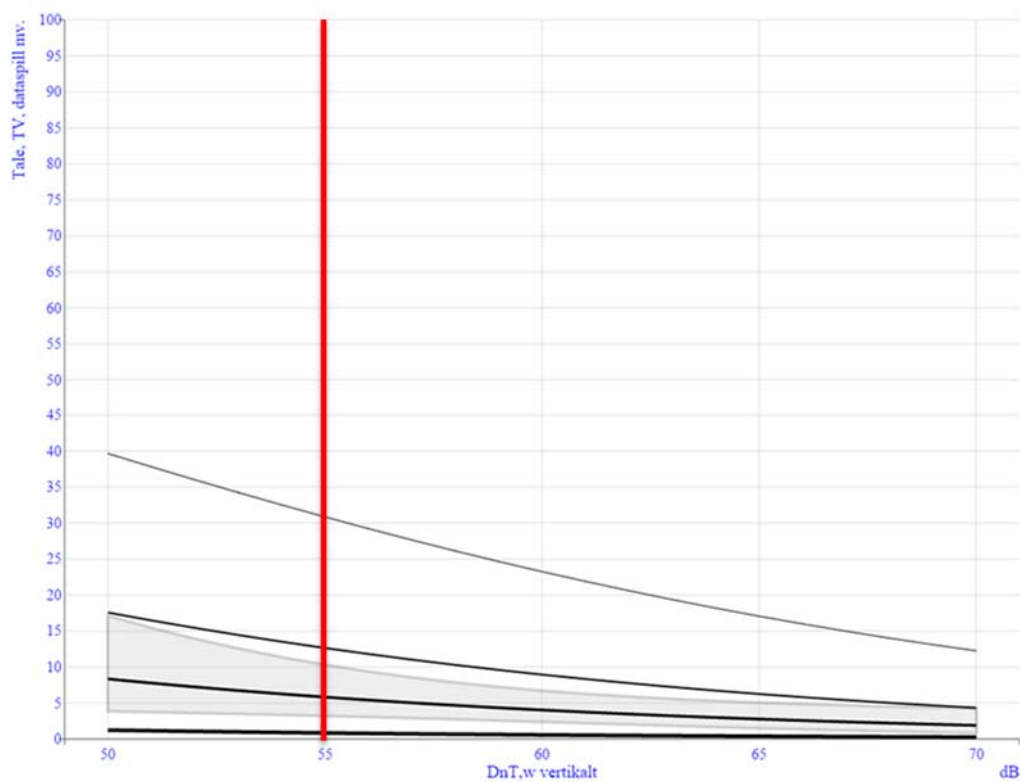


Figur 22: Virkningskurver for plage fra høy musikk med bass og trommer som funksjon av feltmålt veid standardisert nivåddifferanse og omgjøringstall for spektrum $D_{nT,w} + C_{50-5000}$, målt horisontalt.

6.4.4 Tale, TV, dataspill mv. for vertikal luftlydisolasjon

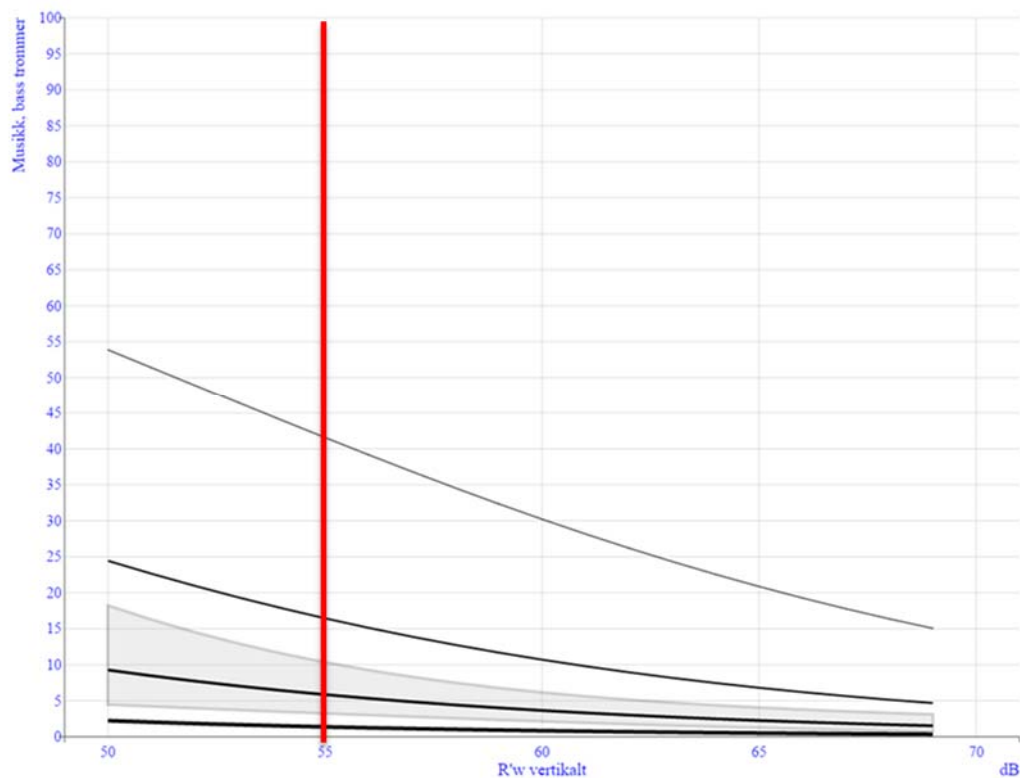


Figur 23: Virkningskurver for plage fra tale, TV, dataspill mv. fra naboer som funksjon av feltmålt veid lydreduksjonstall R'_{w} , målt vertikalt.

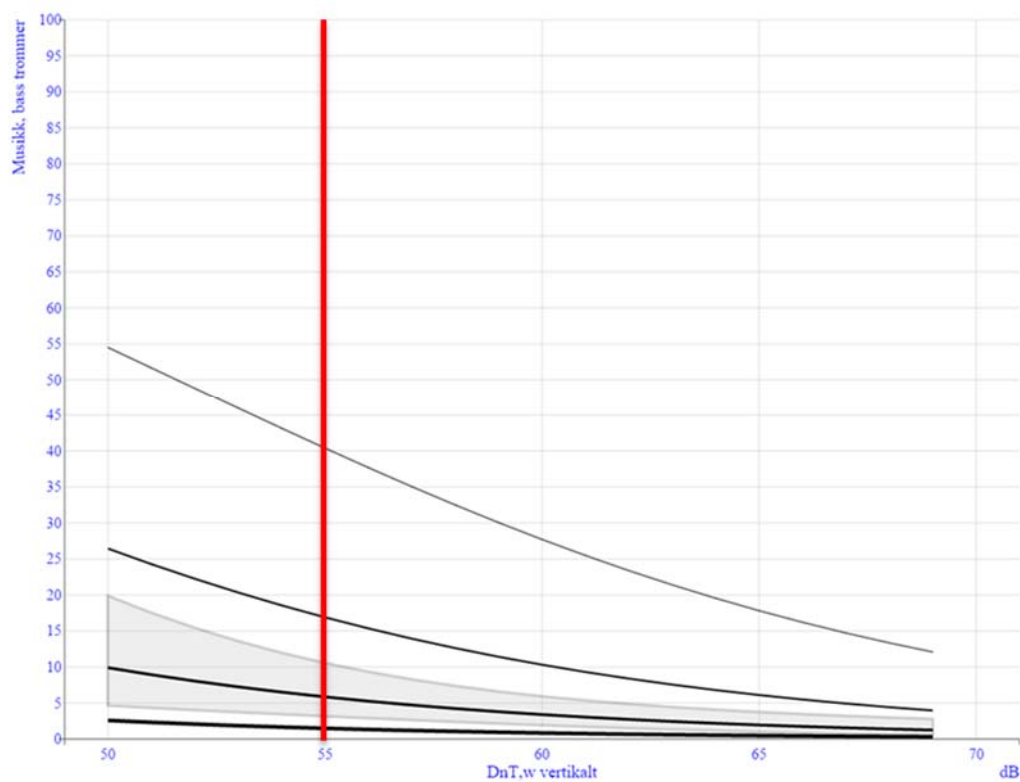


Figur 24: Virkningskurver for plage fra tale, TV, dataspill mv. fra naboer som funksjon av feltmålt veid standardisert nivåddifferanse $D_{nT,w}$, målt vertikalt.

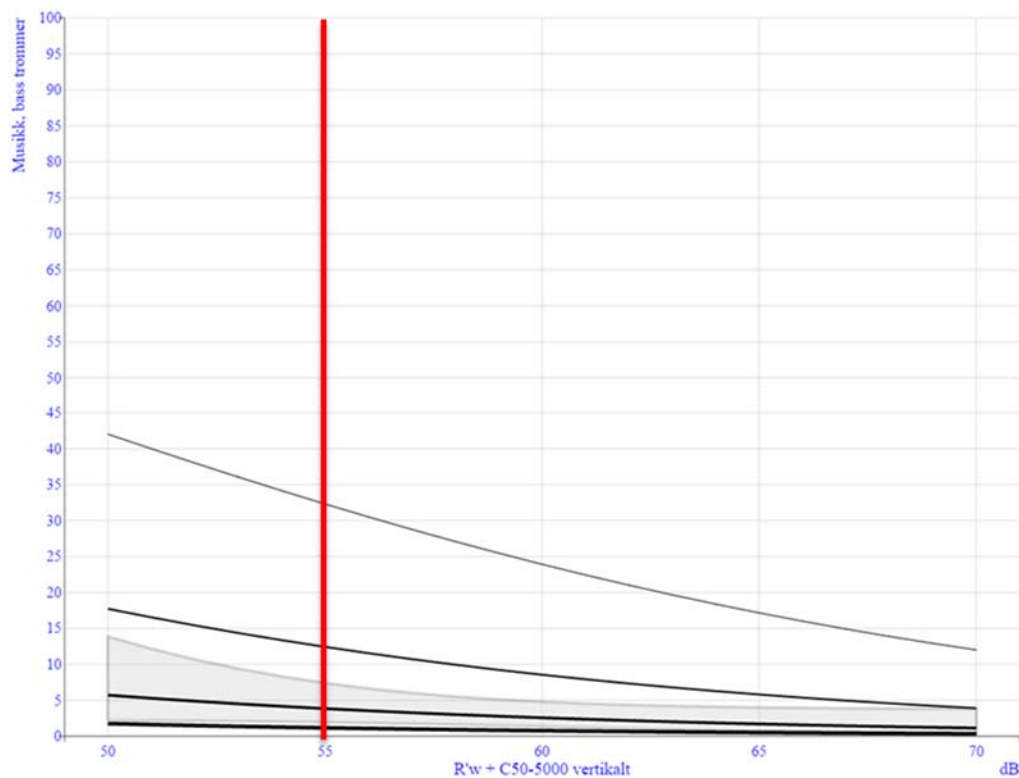
6.4.5 Musikk, bass og trommer for vertikal luftlydisolasjon



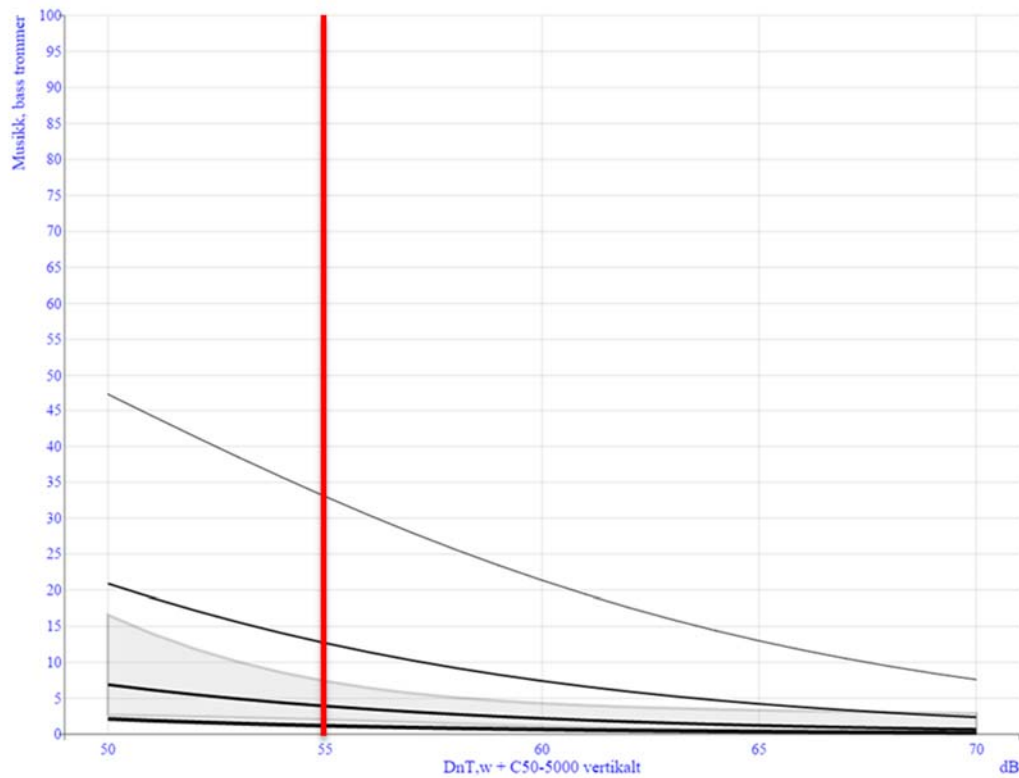
Figur 25: Virkningskurver for plage fra høy musikk med bass og trommer som funksjon av feltmålt veid lydreduksjonstall, R'_{w} , målt vertikalt.



Figur 26: Virkningskurver for plage fra høy musikk med bass og trommer som funksjon av feltmålt veid standardisert nivåddifferanse, $D_{nT,w}$, målt vertikalt.

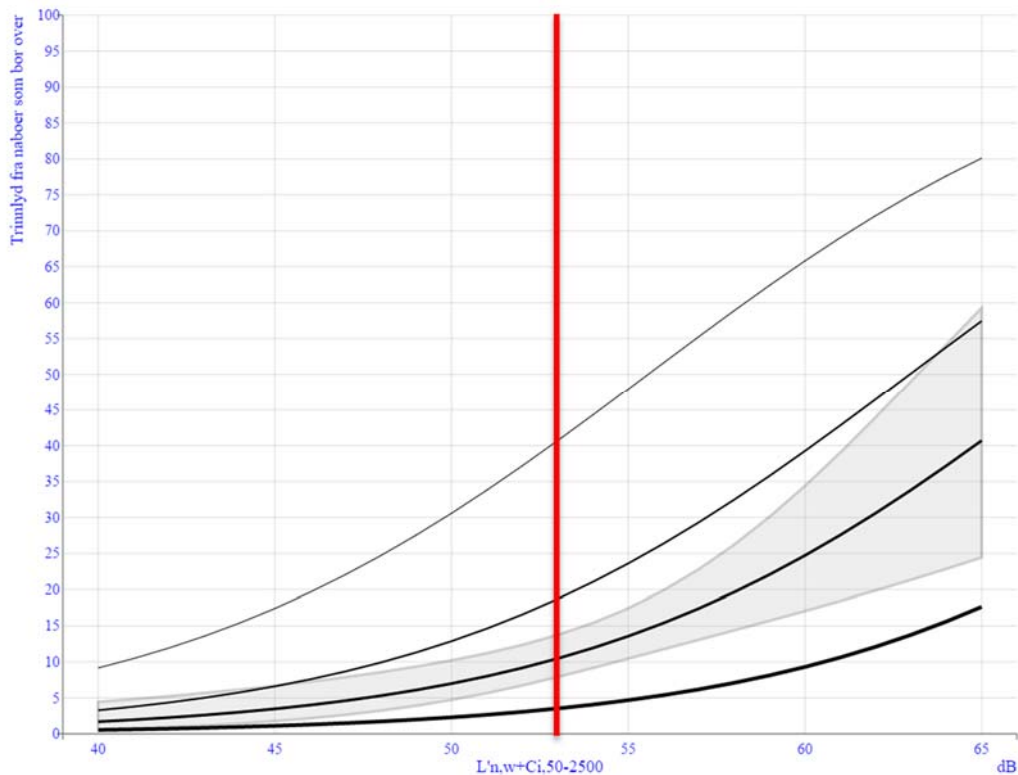


Figur 27: Virkningskurver for plage fra høy musikk med bass og trommer som funksjon av feltmålt veid lydreduksjonstall og omgjøringstall for spektrum, $R'_w + C_{50-5000}$, målt vertikalt.

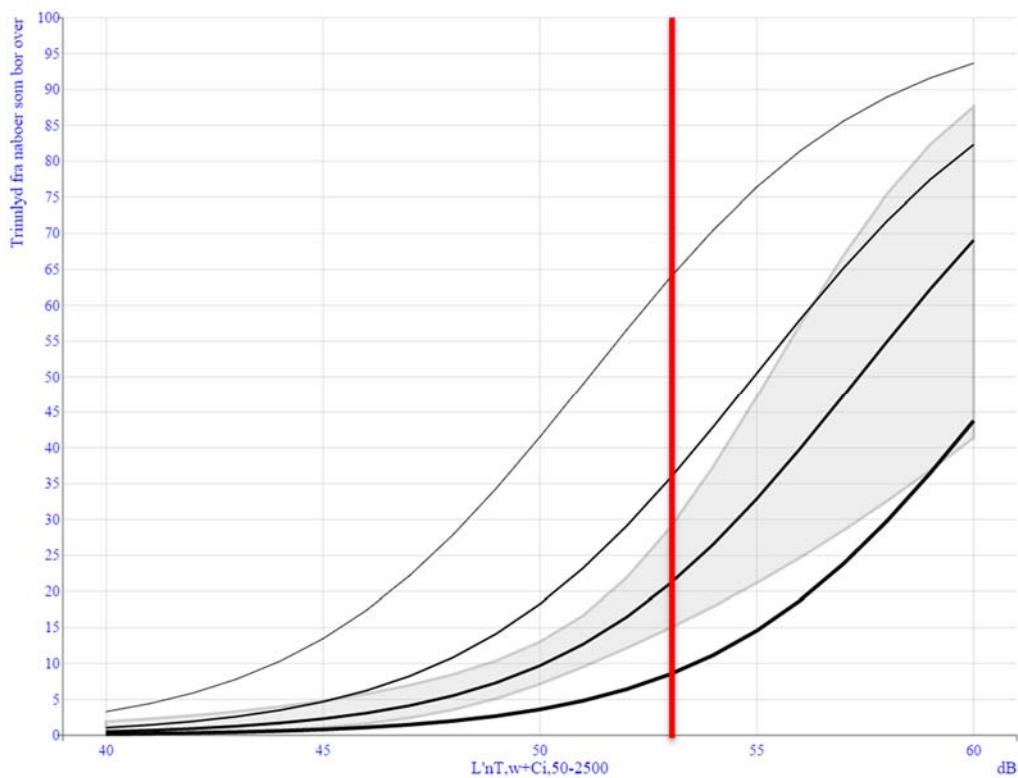


Figur 28: Virkningskurver for plage fra høy musikk med bass og trommer som funksjon av feltmålt veid standardisert nivåddifferanse og omgjøringstall for spektrum, $D_{nT,w} + C_{50-5000}$, målt vertikalt.

6.4.6 Virkningskurver for trinnlydnivå

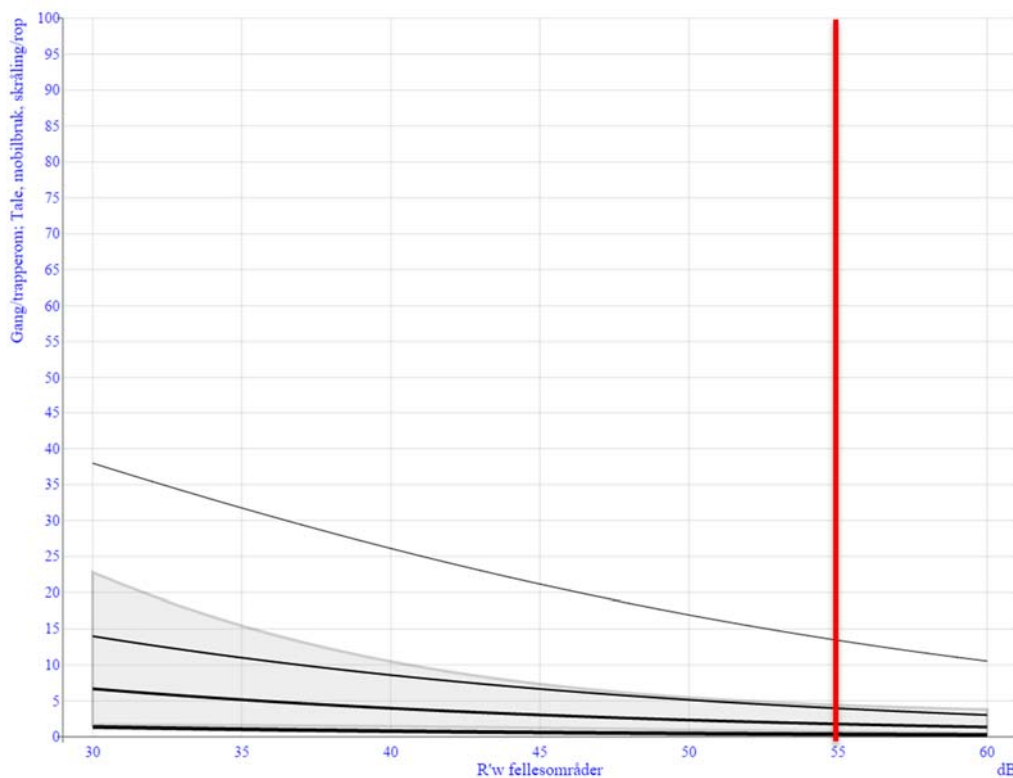


Figur 29: Virkningskurver for plage fra trinnlyd fra naboer over som funksjon av feltmålt veid normalisert trinnlydnivå og omgjøringstall for spektrum $L'_{n,w} + C_{i,50-2500}$.

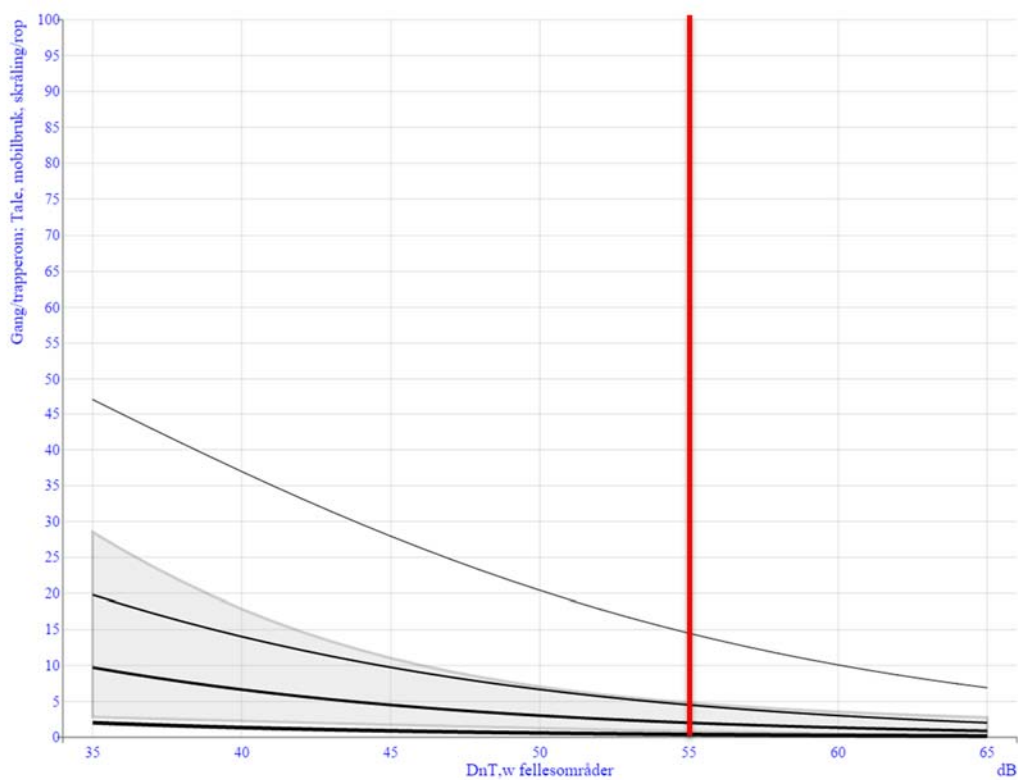


Figur 30: Virkningskurver for plage fra trinnlyd fra naboer over som funksjon av feltmålt veid standardisert trinnlydnivå og omgjøringstall for spektrum $L'_{nT,w} + C_{i,50-2500}$.

6.4.7 Virkningskurver for luftlydisolasjon mot trapperom, svalgang, korridor mv.

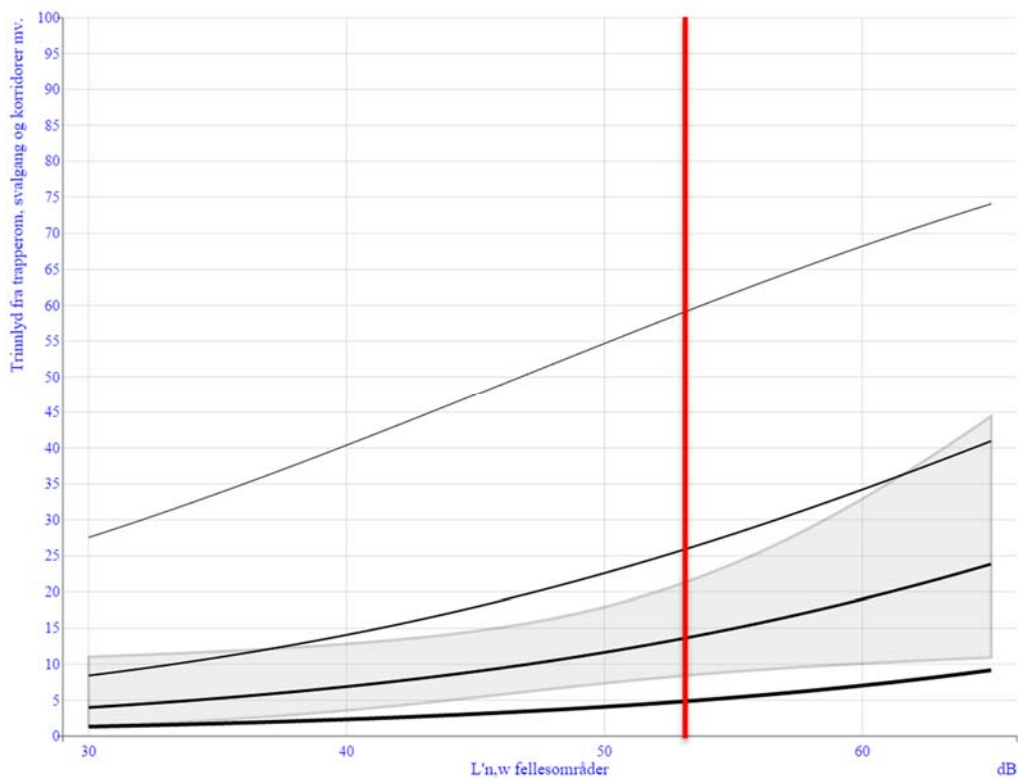


Figur 31: Virkningskurver for plage fra tale, mobilbruk mv. fra trapperom, svalgang, korridor som funksjon av feltemålt veid lydreduksjonstall R'_w horisontalt mot fellesarealene.

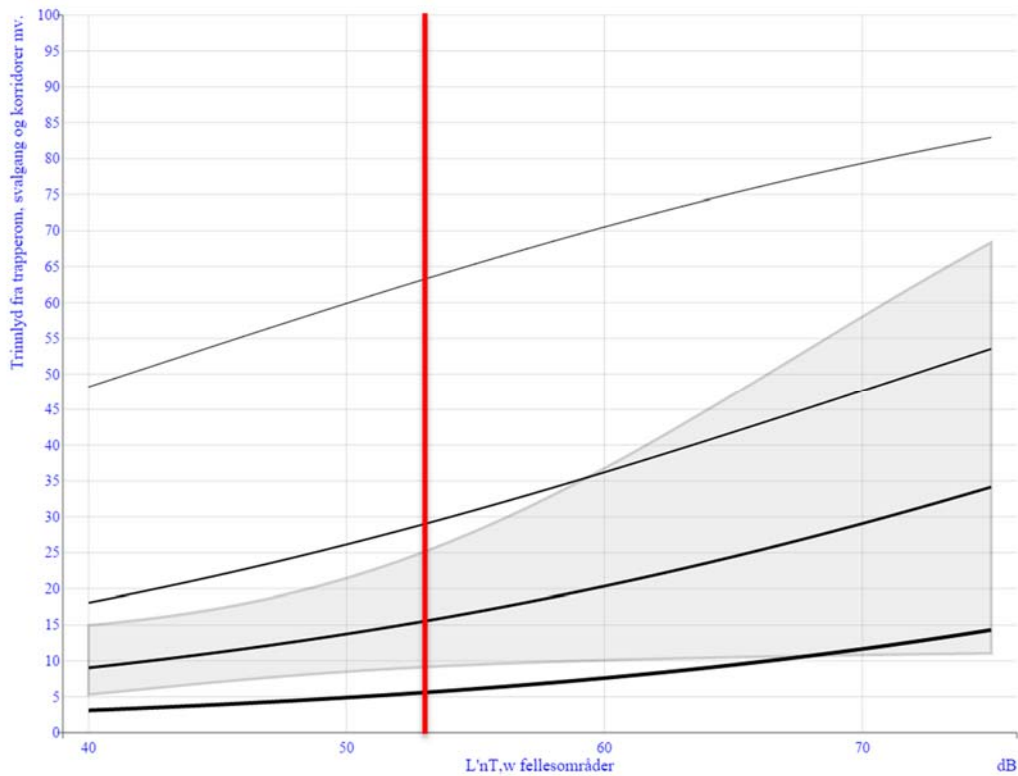


Figur 32: Virkningskurver for plage fra tale, mobilbruk mv. fra trapperom, svalgang, korridor som funksjon av feltemålt veid standardisert nivådifferanse $D_{nT,w}$ horisontalt mot fellesarealene.

6.4.8 Virkningskurver for trinnlydnivå fra trapperom, svalgang mv.



Figur 33: Virkningskurver for plage fra trinnlyd fra trapperom, svalgang, korridor mv. som funksjon av feltmålt veid normalisert trinnlydnivå $L'_{n,w}$.

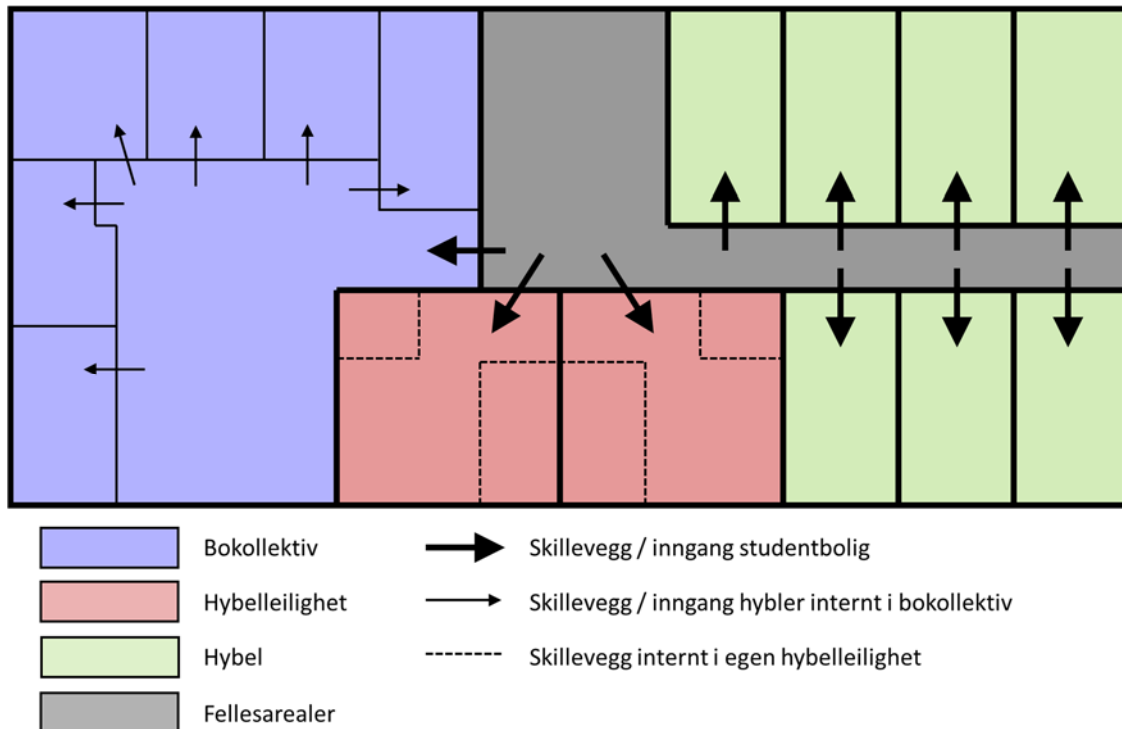


Figur 34: Virkningskurver for plage fra trinnlyd fra trapperom, svalgang, korridor mv. som funksjon av feltmålt veid standardisert trinnlydnivå $L_{nT,w}$.

6.5 Utvalgte plagefordelinger studentutvalg

Det foreligger ikke resultater fra lydmålinger i de bygningene hvor spørreundersøkelse for studentutvalget er gjennomført, og beregning av lydisolasjon gir for liten spredning i verdiene til at det kan etableres egne virkningskurver for studentboligene. Resultatene kan imidlertid inkluderes i generering av virkningskurver sammen med resultatene for boliger i senere arbeid dersom, eller når, dette blir aktuelt.

Svarfordelingene er relatert til studentbyen respondentene bor i, og om de bor i leilighet (eget kjøkken og bad) eller bokollektiv (deler kjøkken), se prinsippskisse nedenfor.

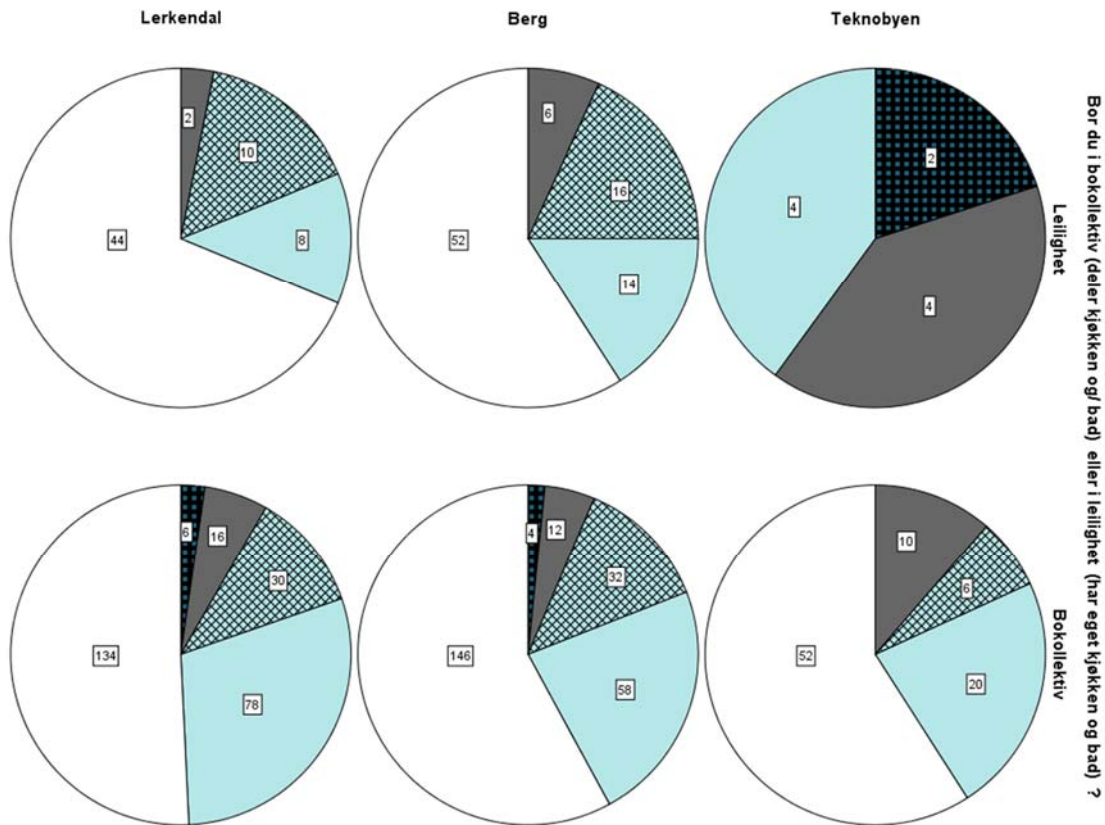


Figur 35: Prinsippskisse som viser hva som menes med bokollektiv og hybelleilighet.

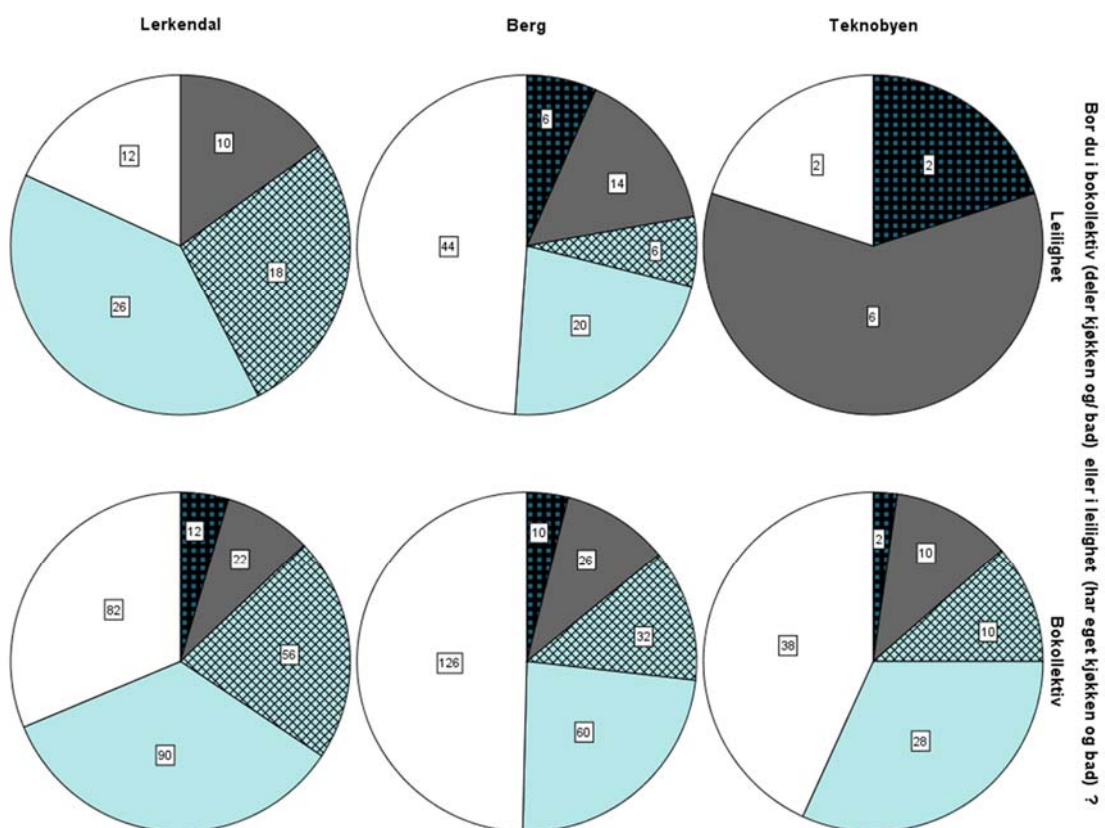
For figurene som følger videre i dette kapittelet gjelder denne tegnforklaringen:



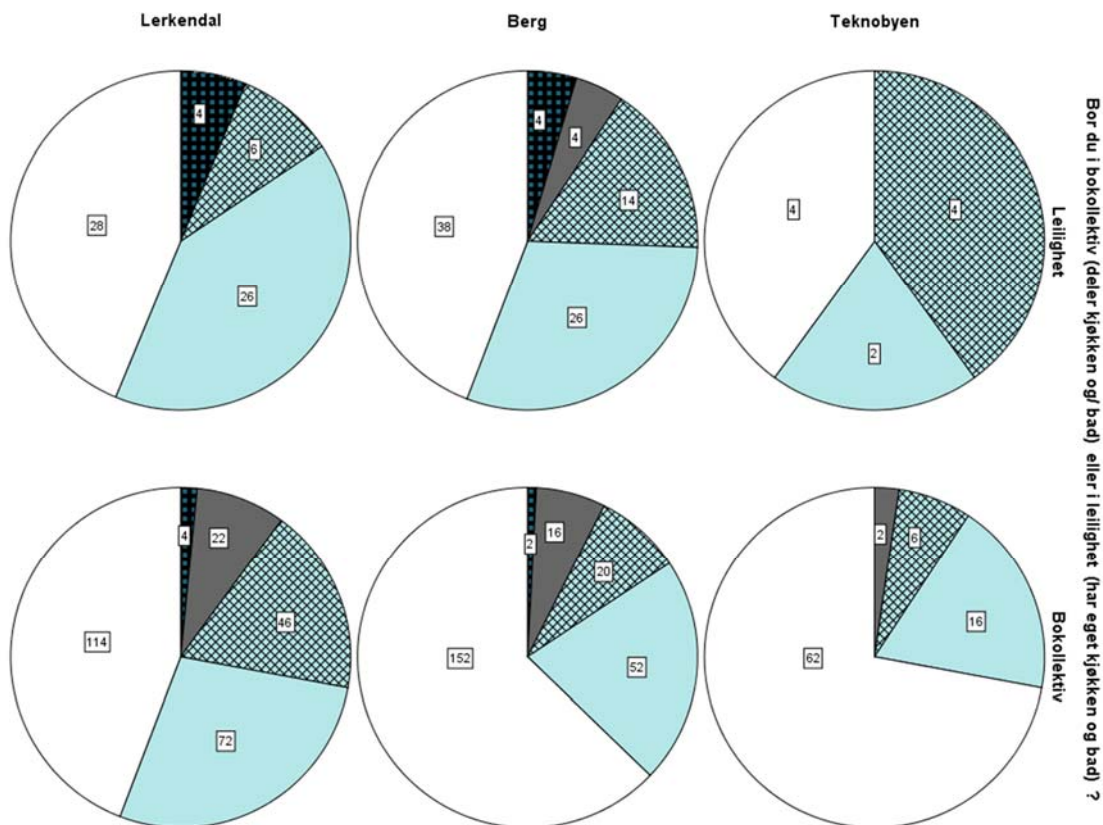
Merk at alle tall i figurene er faktisk antall personer.



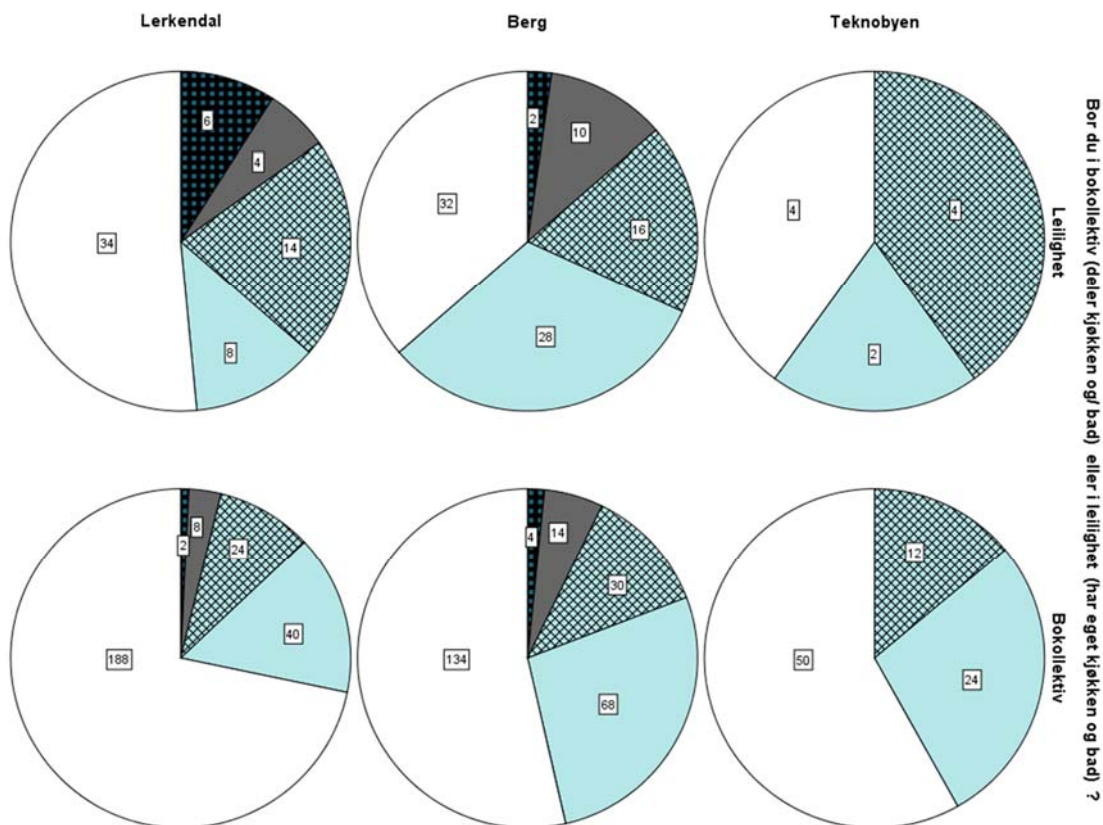
Figur 36: Antall studenter som er voldsomt, mye, middels, lite eller ikke plaget av tale, TV, dataspill mv. gjennom gulv/vegg mot nabo etter studentby og om de bor i hybelleilighet eller bokollektiv.



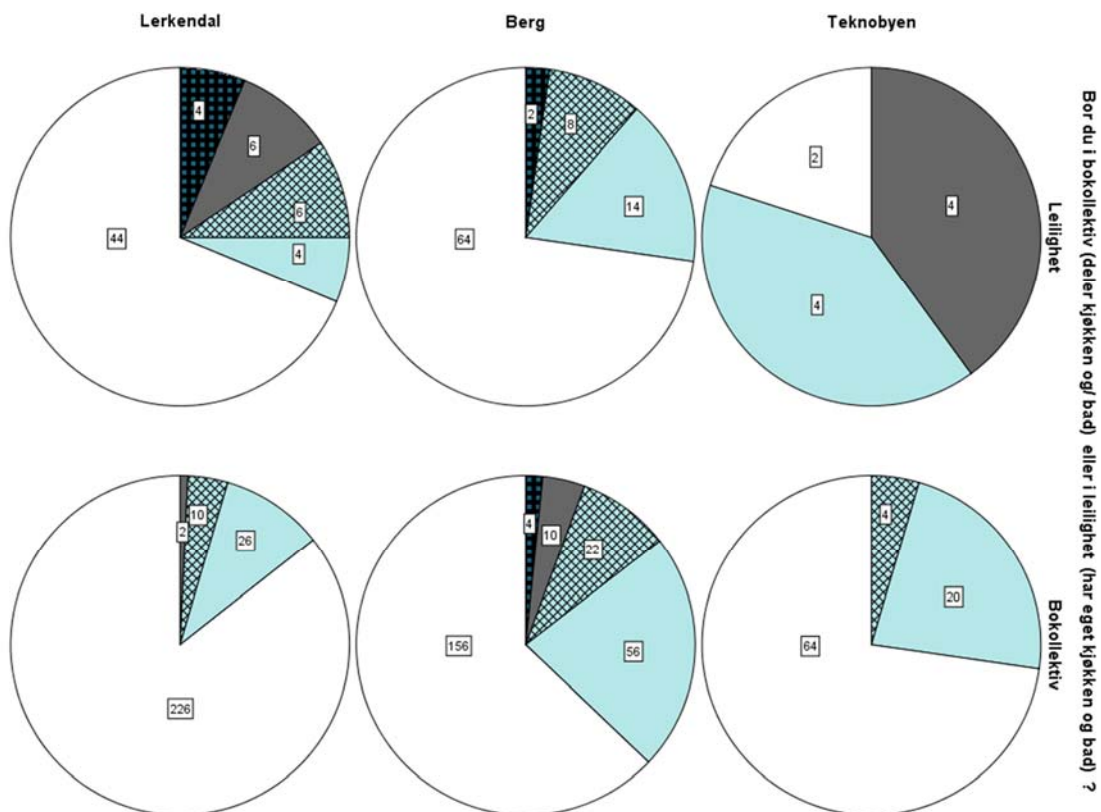
Figur 37: Antall studenter som er voldsomt, mye, middels, lite eller ikke plaget av høy musikk med bass og trommer gjennom vegg/gulv/tak etter studentby og om de bor i hybelleilighet eller bokollektiv.



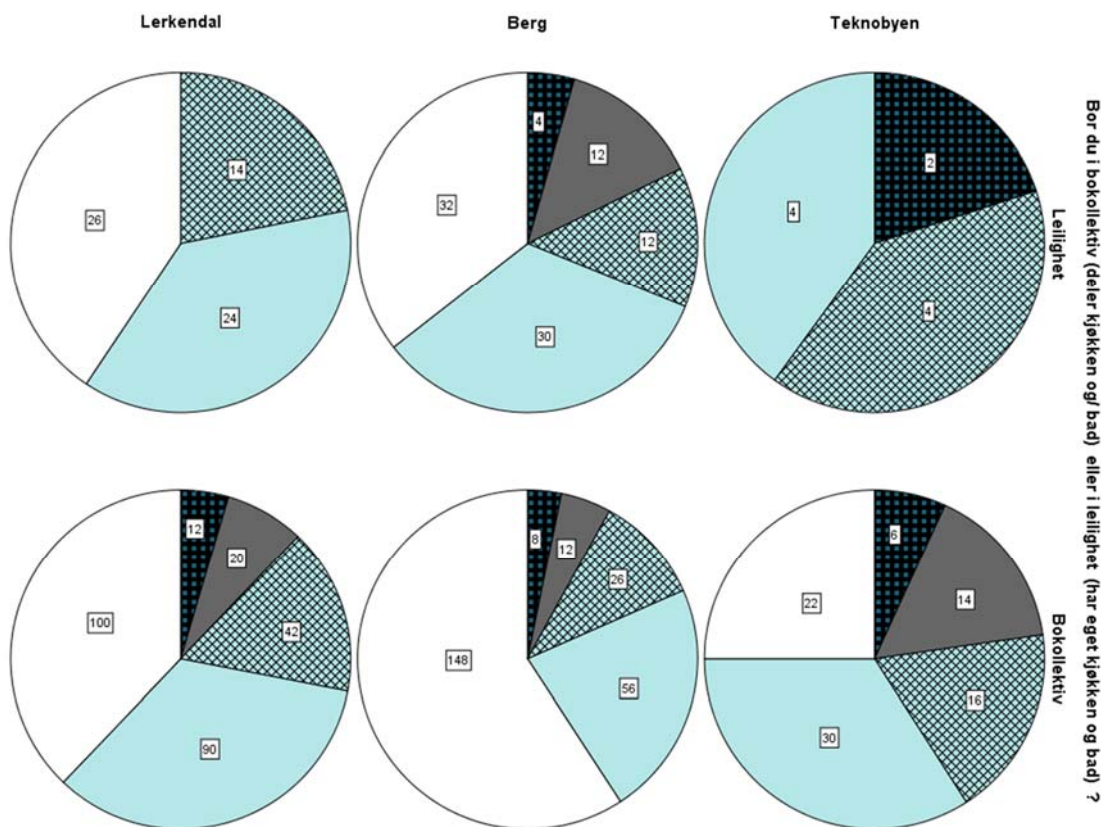
Figur 38: Antall studenter som er voldsomt, mye, middels, lite eller ikke plaget av trinnlyd fra naboer som bor over etter studentby og om de bor i hybelleilighet eller bokollektiv.



Figur 39: Antall studenter som er voldsomt, mye, middels, lite eller ikke plaget av trinnlyd fra trapperom, svalgang, korridorer etter studentby og om de bor i hybelleilighet eller bokollektiv.



Figur 40: Antall studenter som er voldsomt, mye, middels, lite eller ikke plaget av tale, mobilbruk, skrålning og/eller rop fra trapperom mv etter studentby og om de bor i hybelleilighet eller bokollektiv.



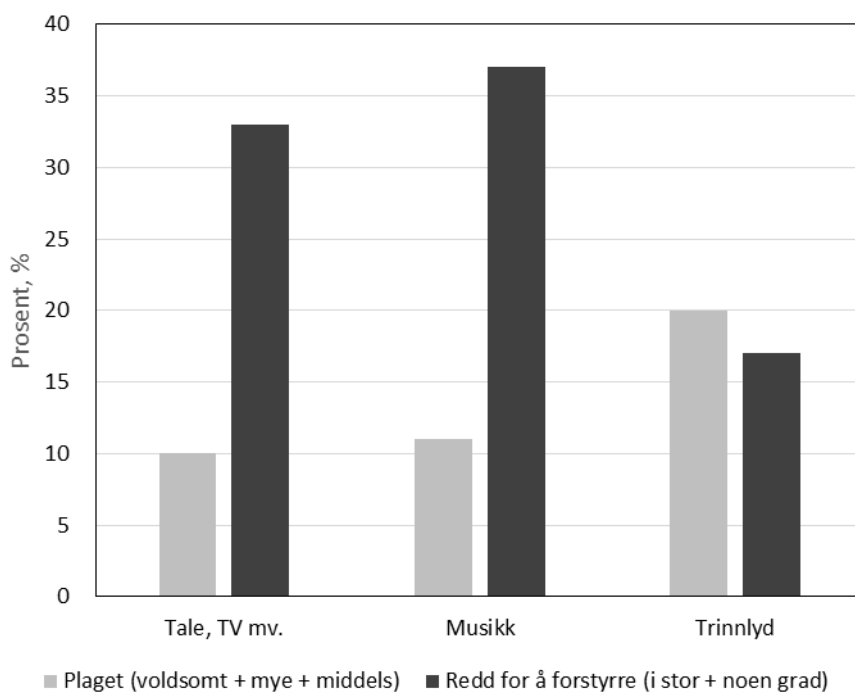
Figur 41: Studenter som er voldsomt, mye, middels, lite eller ikke plaget av trafikk (biler, busser, lastebiler, tog eller fly) med lukkede vinduer etter studentby og om de bor i hybelleilighet eller bokollektiv.

6.6 Plage og hensyn til naboer

Ett av spørsmålene i undersøkelsen var om personene er redd for å forstyrre naboer. Resultater fra dette spørsmålet er i Figur 42 stilt opp sammen med resultater fra spørsmål om plage for de samme forholdene.

Det går tydelig fram at mange er redde for at egen aktivitet med hensyn på tale, TV, musikk mv., det vil si luftlydovertøst, skal forstyrre naboer, samtidig som andelen som er plaget av denne type aktivitet fra naboene er vesentlig mindre.

Resultatene kan tyde på at beboere begrenser eget lydnivå, eller aktivitetsnivå, for å ta hensyn til naboene. Dette gjelder luftlydkilder, som tale, TV og musikk. For trinnlyd er det nærmeste motsatt, dvs. at andelen av de som er redde for å forstyrre er mindre enn andel beboere som opplever å bli forstyrret, selv om forskjellen er langt mindre enn for luftlyd.



Figur 42: Andel som er plaget "voldsomt, mye og middels" av naboers ulike aktiviteter, samt i hvor stor grad de selv er redde for å forstyrre naboer med de samme aktivitetene.

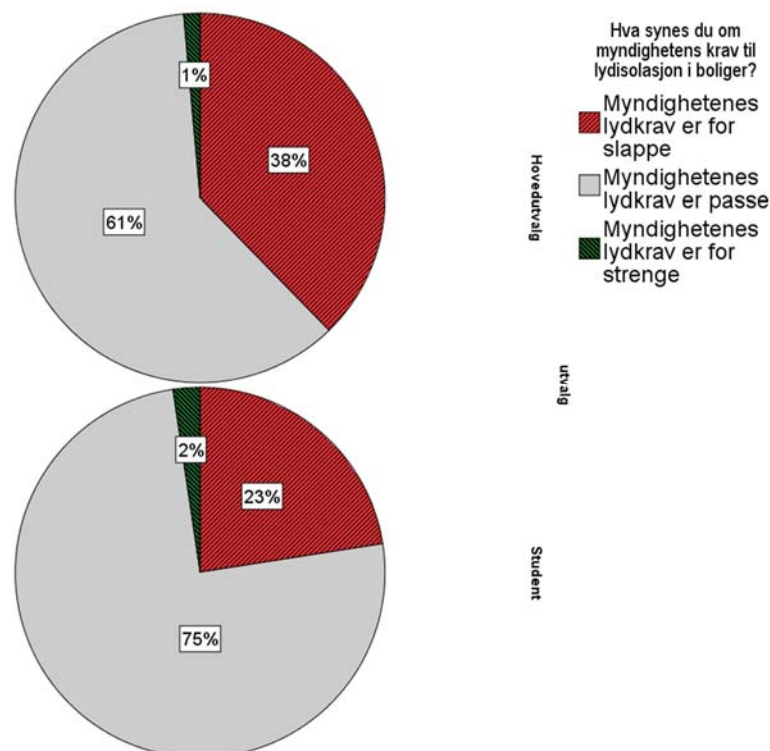
6.7 Oppfatning av myndighetskrav og betalingsvillighet

Personer som ikke hadde en klar oppfatning om krav til lydisolasjon er for slappe, passe eller strenge er ikke inkludert i Figur 43, Figur 44 og Figur 45 nedenfor. Hovedutvalg og studentutvalg er vist hver for seg.

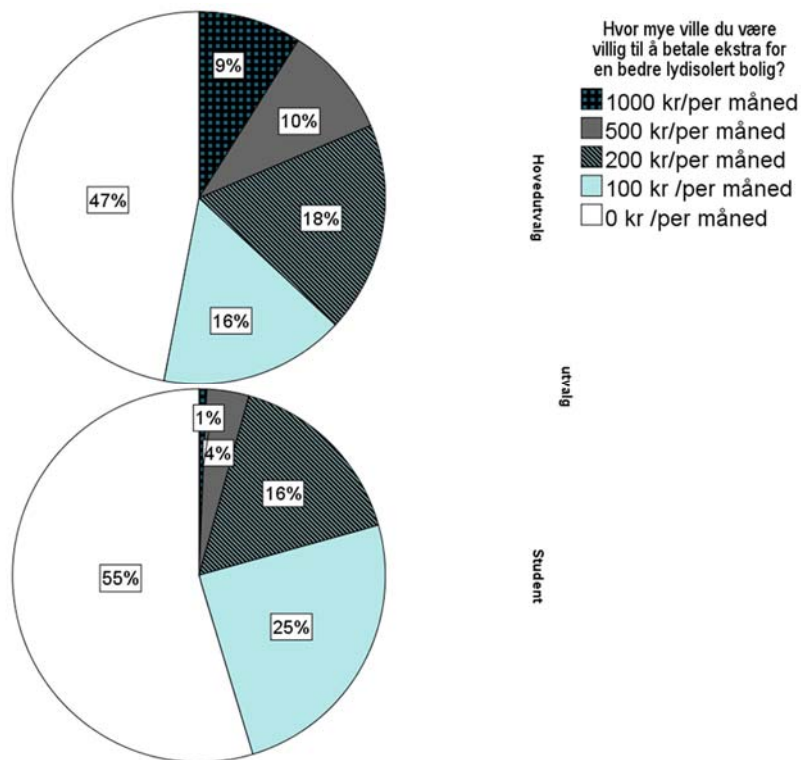
Det er svært få, både i hovedutvalget og studentutvalget, som mener dagens lydkrav er for strenge. Videre er det en betydelig andel som er villig til å betale et fast månedlig beløp for å bo i en bedre lydisolert bolig.

For hovedutvalget, der ca 90 % eier sin egen bolig, er det 19 % som er villige til å betale et betydelig månedlig beløp for en bedre lydisolert bolig. Også blant studentene er det mange som er villige til å betale noe mer, men betalingsvilligheten er betydelig lavere.

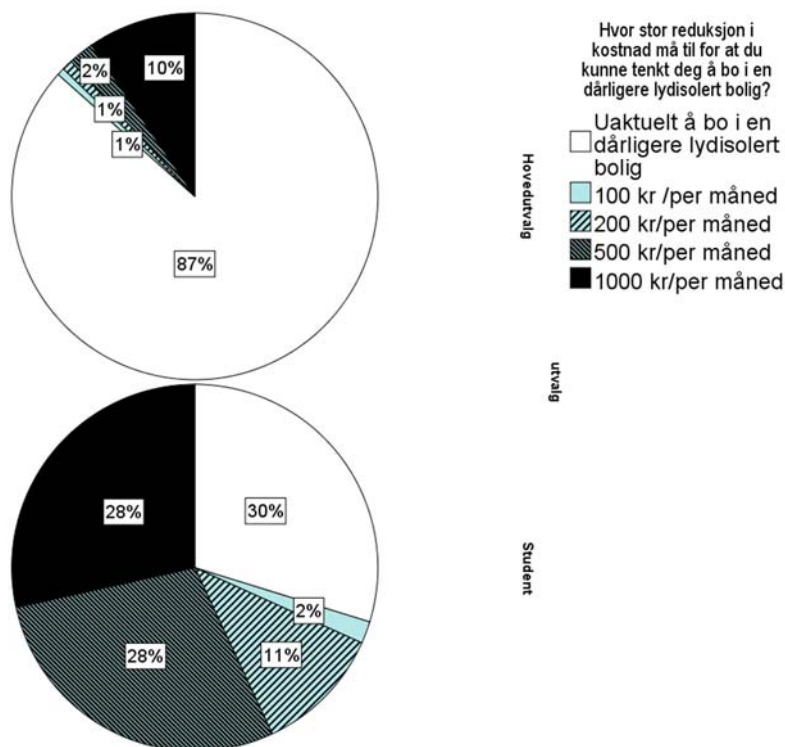
Når det gjelder reduksjon i kostnader som kompensasjon for dårligere lydisolering, så svarer 87 % i hovedutvalget at det er uaktuelt for dem å bo i en dårligere lydisolert bolig. Dette må sies å være en overraskende tydelig og enhetlig respons. Hos studentene er det imidlertid en større andel som er interessert i reduksjon i kostnader, og som kan akseptere dårligere lyd kvalitet.



Figur 43: Oppfatninger om myndighetenes krav til lydisolasjon i boligen er for slappe eller for strenge. Hovedutvalg og studenter.



Figur 44: Hvor mye beboere og studenter vil betale for en bedre lydisolert bolig.



Figur 45: Hvor mye beboere og studenter ønsker som kompensasjon for å tenke seg å bo i en dårligere lydisolert bolig.

7 Vurderinger og anbefalinger

Generelt bekrefter litteraturstudien og brukerundersøkelsen at krav til lydforhold i boliger ligger på noenlunde riktig nivå. At plage på grunn av veitrafikk og andre samferdselskilder er stor, har vært veldokumentert kunnskap over lang tid. Trinnlyd fra nabo over gir imidlertid like stor plage som trafikk (ref. Figur 8), noe som er et nytt funn gjennom denne undersøkelsen.

Et annet viktig funn er at beboere er redde for å forstyrre nabo, og dermed sannsynligvis legger begrensninger på eget lydnivå, eller aktivitetsnivå, for å ta hensyn til naboene. Forskjellen mellom opplevd plage og redsel for å forstyrre er særlig stor for luftlydisolasjon (ref. Figur 42).

Virkningskurvene for både luftlyd og trinnlyd mellom boenheter viser at folk er forholdsvis lite plaget der gjeldende krav er tilfredsstillende, mens andelen plagete, og særlig konfidensintervallet for voldsomt og mye plagete, øker for verdier som er dårligere.

Den generelle oppfatningen av krav til lydisolasjon, dvs. om krav til lydforhold er for strenge eller for slappe, er helt entydig i retning av at det ikke er ønskelig å svekke kravene (ref. Figur 43). Kun 1 % av respondentene i hovedutvalget og 2 % i studentutvalget synes myndighetenes lydkrav er for strenge, mens henholdsvis 38 % og 23 % mener myndighetskravene er for slappe.

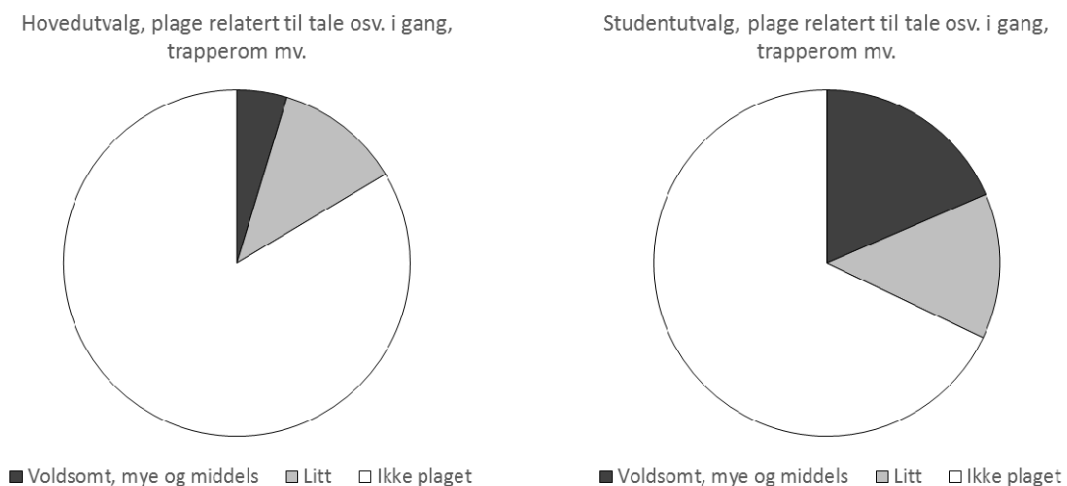
7.1 Luftlydisolasjon mot trapperom og korridor

Plage fra tale, mobilbruk, skråling og/eller rop i trapperom, svalgang, korridor mv. i hovedutvalget er lavere enn plage knyttet til tale, TV, dataspill mv. hos naboer ved samme verdier for lydisolasjon, se for eksempel Figur 17 og Figur 31. Det er først ved lydisolasjonsverdier under ca. $R'_w = 50$ dB at virkningskurvene begynner å stige.

Disse resultatene er i all hovedsak knyttet til trapperom og korridor. Andelen respondenter som oppgir at de har rom mot svalgang er så liten at denne sammenhengen ikke kan sies å gjelde spesifikt for svalganger. I tillegg foreligger det lite vitenskapelig basert litteratur på dette området. Det kan derfor ikke trekkes noen konklusjoner om krav til lydisolasjon mot svalgang er på riktig nivå.

Analysene av hovedutvalget indikerer videre at beboere i 1. og 2. etasje ikke reagerer signifikant annerledes enn beboere høyere opp i etasjene når det gjelder støy fra trapperom og korridor.

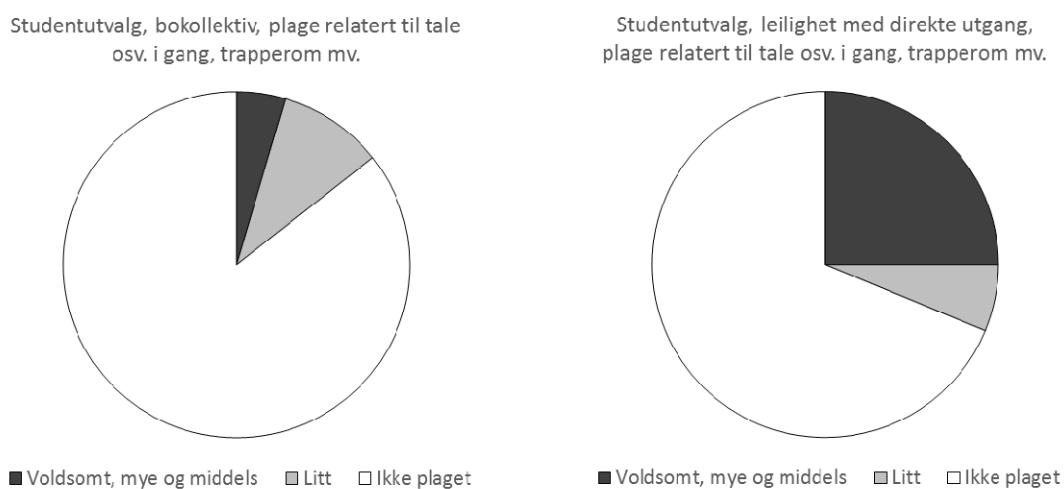
Figur 46 nedenfor viser forskjellen i fordeling av plage i hovedutvalg og studentutvalg (samtlige studentboliger, det er altså ikke skilt mellom leilighet og bokollektiv).



Figur 46: Fordeling av plage i hovedutvalg og studentutvalg fra tale, mobilbruk, osv. i gang, trapperom mv.

Som vist i figuren er andel "voldsomt, mye og middels" plaget i studentutvalget vesentlig større enn i hovedutvalget. Dette kan skyldes to forhold: For det første er studentboligene, slik de er vist på mottatte plantegninger, bygd uten lukket entré. For det andre kan det være større gangtrafikk, og dermed større støybelastning, i disse bygningene enn det er i bygninger med vanlige boliger.

For Lerkendal studentby har det vært mulig å skille mellom samtlige svar fra de som bor i bokollektiv og de som bor i leilighet. Planløsning for bokollektiv ligner på det som oppnås med lukket entré i vanlige boliger. Fordeling av plage for denne boformen, i denne spesifikke studentbyen, er vist i Figur 47 nedenfor (se også Figur 40). For dette forholdsvis lille utvalget er fordeling av plage mye nærmere hovedutvalget enn det totale studentutvalget. Til gjengjeld er de som bor i leilighet med dør direkte mot trapperom mer plaget enn det som går fram av det totale studentutvalget. Dette tyder på at dør direkte ut i felles gang/trapperom ikke er en tilfredsstillende løsning for små leiligheter.



Figur 47: Fordeling av plage i studentutvalg for de som bor i kollektiv (til venstre) og i parleiligheter (til høyre) i Lerkendal studentby.

Beregnet lydisolasjon mellom gang/trapperom og oppholdsrom i samtlige hybelleiligheter, både ett- og to-roms, med dør direkte mot gang/trapperom ligger i området $R'_w = 43-45$ dB. Dette gjelder hele studentutvalget, ikke bare Lerkendal studentby. Det bemerkes at dagens krav til lydisolasjon mellom boenhet og gang/trapperom osv., er $R'_w \geq 55$ dB, dvs. 10-12 dB høyere enn beregnet verdi for studentboligene. Dette kravet gjelder uavhengig av boligtype. De undersøkte studentboligene ser med andre ord ut til å være bygd med lavere standard enn det NS 8175 angir som minstekrav, noe som kan forklare den store andelen som oppgir at de er plaget.

Enkel dør mellom felles gang/trapperom gir gjerne felte målte verdier i samme område som beregnet for studentboligene, dvs. $R'_w = 43-45$ dB, særlig for små leiligheter (ett- og toroms). Ut fra resultatene i undersøkelsen er ikke dette tilfredsstillende.

Basert på virkningskurvene synes en lydisolasjon rundt $R'_w = 50$ dB å kunne gi tilfredsstillende lydforhold, men for å oppnå dette i ferdig bygning, vil det i de aller fleste tilfeller være nødvendig med lukket entré eller en løsning med inn- og utadslående dør.

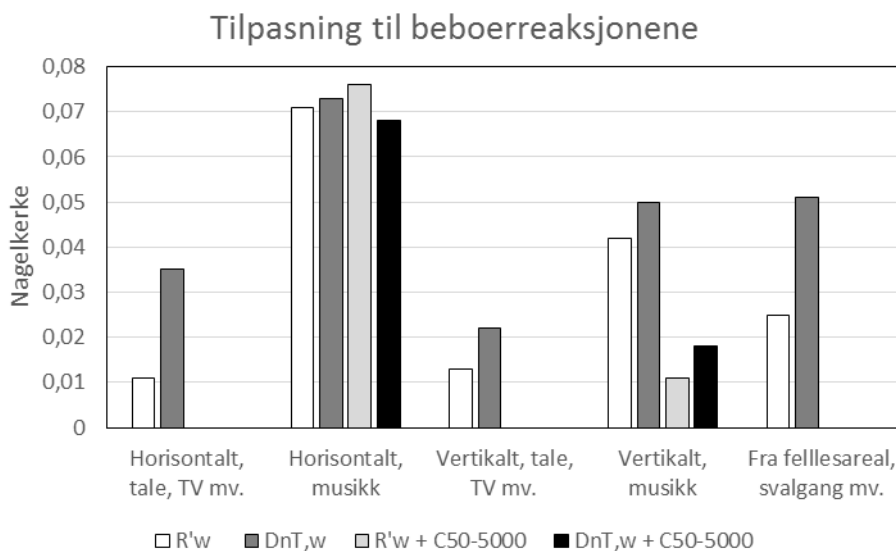
Resultatene fra undersøkelsen gir med andre ord ikke grunnlag for å skille mellom små leiligheter (ett- og toromsleiligheter, tilsvarende studentboligene) og større leiligheter når det gjelder lydisolasjon mot felles gang/trapperom. Resultatene gir heller ikke grunnlag for å legge en annen kvalitet til grunn for hybelleiligheter enn for vanlige leiligheter.

7.2 Bruk av omgjøringstall for spektrum

Sammenligning av hvor godt ulike uavhengige målestørrelser forutsier resultater for plagegrad knyttet til luftlydisolasjon, viser at $D_{nT,w}$ er noe bedre enn R'_w for å forklare plager fra tale, TV, dataspill mv., og at $R'_w + C_{50-5000}$ er noe bedre enn de andre målestørrelsene for å forklare plager fra høy musikk. Tilpasningene er ikke spesielt gode, noe som også kommer til uttrykk i konfidensintervallene. At en målestørrelse er bedre enn en annen er her kun uttrykk for at tilpasningen i materialet er bedre, men innebærer ikke at den er signifikant bedre.

Figur 48 viser korrelasjon mellom ulike målestørrelser og reaksjoner for luftlyd i ulike situasjoner². Tendensene i Figur 48 er at $D_{nT,w}$ generelt gir et bedre mål på hvordan forholdene oppleves, selv om denne målestørrelsen som nevnt, ut fra materialet i denne spørreundersøkelsen, ikke kan sies å være signifikant bedre enn R'_w . Denne tendensen understøttes av annen litteratur. Vurdering ved bruk av omgjøringstall ($C_{50-5000}$) gir små utslag, som i tillegg ikke er entydige.

Resultater i dette prosjektet tyder med andre ord på at det ikke er nødvendig å innføre omgjøringstall, dvs. benytte et bredere frekvensspekter enn i dag, for vurdering av luftlydisolasjon.



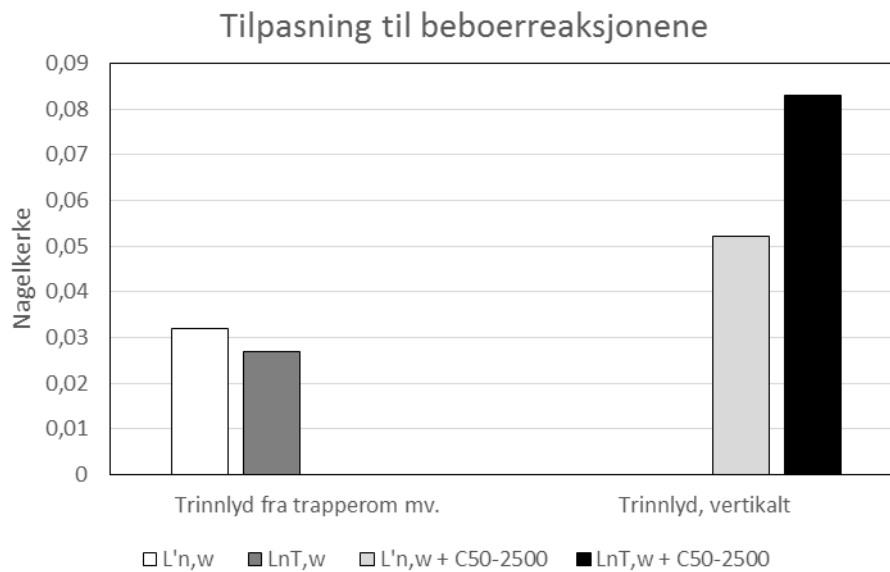
Figur 48: Korrelasjon mellom målestørrelser for luftlydisolasjon i ulike situasjoner.

Figur 49 viser korrelasjon mellom ulike målestørrelser og reaksjoner på trinnlyd vertikalt og fra trapperom¹. Ingen av målestørrelsene for trinnlyd vertikalt uten omgjøringstall ($L'_{n,w}$ og $L_{nT,w}$) var signifikante. Ved bruk av omgjøringstall for spektrum ($L'_{n,w} + C_{i,50-2500}$ og $L_{nT,w} + C_{i,50-2500}$) er det imidlertid korrelasjon mellom trinnlyd vertikalt og opplevd plage. For trinnlyd fra trapperom mv. er det i denne sammenhengen kun sett på målestørrelser uten omgjøringstall.

Årsaken til at det ikke er signifikant korrelasjon mellom dagens målestørrelse $L'_{n,w}$ og opplevd plage er høyst sannsynlig at i ett av prosjektene hvor det er mange respondenter, er det veldig stor forskjell på verdi for trinnlydnivå med og uten omgjøringstall for spektrum. I dette tilfellet består konstruksjonen av bærende betongdekke kombinert med flytende gulv, hvor det sannsynligvis er en noe uheldig kombinasjon av dimensjoner, og sammenfall av grensefrekvens for dekke og

² Korrelasjonen vist i figuren er basert på Nagelkerke, men andre korrelasjonskoeffisienter testet av TØI viser tilsvarende resultater

resonansfrekvens for overgulvet. Dette viser at det ikke er kun lette dekker (trebjelkelag) som beskrives bedre med trinnlydnivå som er inkludert bredere frekvensspektrum.



Figur 49: Korrelasjon mellom målestørrelser for trinnlyd i ulike situasjoner. For trinnlyd fra trapperom mv. er det kun sett på målestørrelser uten omgjøringstall (dvs. lave frekvenser er ikke inkludert). For trinnlyd vertikalt var ingen av målestørrelsene uten omgjøringstall signifikante. Figuren viser derfor kun målestørrelser inkludert omgjøringstall for denne situasjonen.

Generelt oppfattes trinnlyd som mer plagsomt enn luftlydoverført støy, dette gjelder både horisontalt og vertikalt. Ved å inkludere omgjøringstallet oppnås en målestørrelse som beskriver plage fra trinnlydnivå bedre enn den målestørrelsen som benyttes som grenseverdi i dag. I denne undersøkelsen er det $L_{nT,w} + C_{i,50-2500}$ som korrelerer best med rapportert/opplevd plage.

Resultatene viser at trinnlydnivå med omgjøringstall for spektrum, uavhengig av konstruksjonstype, er best egnet som målestørrelse når målet er å oppnå tilfredsstillende lydforhold. Dette er i tråd med funn i litteraturstudien. Konklusjonene i referansene knyttet til litteraturstudien er i hovedsak er basert på resultater fra lette konstruksjoner. Det er et interessant funn at også når utvalget respondenter hovedsakelig har tunge dekkekonstruksjoner (ca 80 %), så er $L_{nT,w} + C_{i,50-2500}$ den mest hensiktsmessige målestørrelsen.

7.3 Støy fra utendørs kilder

Vegtrafikk og annen samferdsel er av de typene støy som gir størst plage. Dette gjelder både hovedutvalget og studentutvalget, og det er også reflektert i litteraturen. For støyutsatt bebyggelse betyr dette at det fortsatt må legges vekt på skjerming av boenheter og fasadeisolering for å oppnå tilfredsstillende lydforhold innendørs. Hvilket konkret innendørs eller utendørs nivå som er tilfredsstillende, er imidlertid for omfattende til å kunne inkluderes i dette oppdraget, da det innebærer kontroll av støykildene utendørs.

Støy fra utendørs lydilder, som trafikk, havn og industri, reguleres både i TEK10 (byggesaker) og i Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging, T-1442 [6] (plansaker). Minstekrav for lyd kvalitet angitt i NS 8175, klasse C, og de anbefalte grensene i T-1442 stemmer overens med hverandre for boliger. Til orientering er det viktig at begge disse settene med lyd krav opprettholdes, fordi:

- Kravene i TEK skal oppfylles i byggesaker, gjennom grenseverdier i klasse C i NS 8175.
- De anbefalte støygrensene i retningslinje T-1442 gjelder arealplansaker, og utløses når det bygges ny støyende virksomhet (som utløser ny plan i hht. plan- og bygningsloven). Formålet med retningslinjen er å ivareta lydforhold for eksisterende boliger når de påføres nye lyd kilder i sitt nærområde.

Regelverket var i utgangspunktet ikke overlappende, men utformet slik at lydforhold ivaretas både når det bygges nye boliger (krav etter TEK), og når det bygges ny støyende virksomhet ved eksisterende boliger, eksempelvis ny veg (som ikke har krav om å følge TEK). I siste versjon av T-1442 (2012) er det imidlertid tatt inn en ny setning i avsnitt 2:

Retningslinjen gir anbefalte utendørs støygrenser ved etablering av nye boliger og annen bebyggelse med støyfølsom bruksformål.

Med denne setningen omfattes også nye bygninger av T-1442, i tillegg til at dette er regulert av TEK med henvisning til NS 8175 kapittel 6.6 *Lydnivå på uteoppholdsareal – grenseverdier for utemiljø*.

Slik dobbeltregulering ansees som unødvendig. Ved revisjon av T-1442 bør ordlyden derfor tilbakeføres til opprinnelig hensikt med retningslinjen, slik det er angitt i retningslinjens første kapittel under avsnitt 1.1 Formål.

Retningslinje T-1442 er imidlertid mer omfattende og detaljert enn TEK/NS 8175 når det gjelder differensiering av ulike typer utendørs støykilder og målestørrelser det settes krav til. Det er derfor hensiktsmessig at NS 8175 viser til T-1442 for utendørs lydforhold, men det bør henvises til tabell 3 i T-1442 (2012), og ikke til «nedre grenseverdi for gul sone».

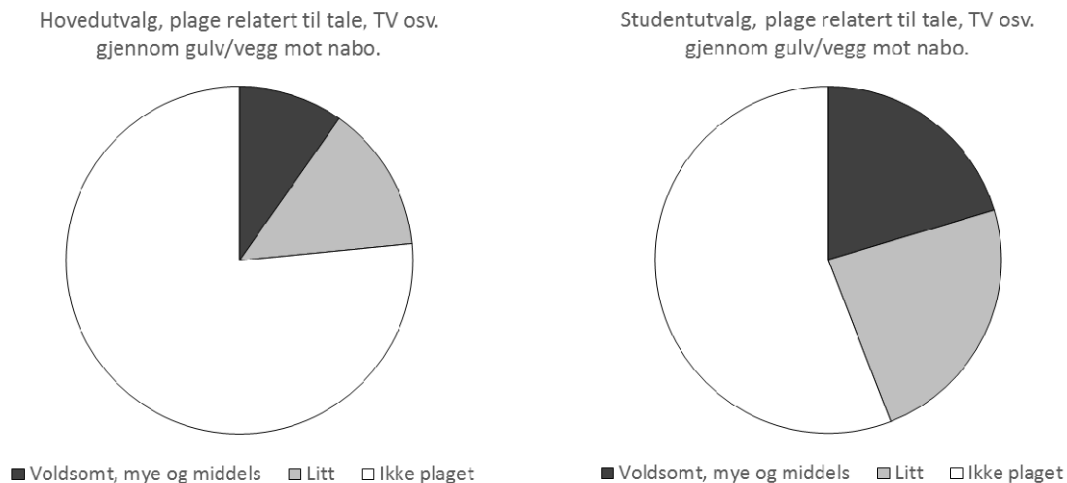
7.4 Andre forhold

Litteraturstudien tyder på at krav og grenseverdier for tekniske installasjoner ligger på riktig nivå. Det har ikke vært mulig å koble svar i brukerundersøkelsen opp mot målte lydnivåer og få ut meningsfulle resultater, men andelen personer som er "voldsomt, mye og middels" plaget av støy fra tekniske installasjoner er forholdsvis liten. Unntaket er støy fra felles ventilasjonsanlegg i studentutvalget, det er imidlertid ikke undersøkt om dette skyldes at de faktiske lydnivåene overskrider dagens grenseverdi.

Ut fra tilsendte plantegninger for studenthyblene går det fram at skillevegger mellom hybler i stor grad har oppbygging som tilsier lydisolasjon $R'_w \approx 52$ dB, noe som er 3 dB lavere enn dagens krav for boliger, og som tilsvarer krav til lydisolasjon mellom hotellrom. Dette gjelder både mellom hybler

internt i bokollektiv, og mellom ett-roms hybelleiligheter. I utgangspunktet er det boligkrav som gjelder for selvstendige boenheter, også hybelleiligheter: $R'_w \geq 55$ dB.

Sammenlignet med reaksjoner i vanlige boliger når det gjelder plage relatert til tale, TV osv. gjennom gulv/vegg mot nabo, er andelen både voldsomt, mye og middels plaget, og litt plaget, nesten dobbelt så stor i studenthyblene, se Figur 50 nedenfor. Det antas at rapportert plage i første rekke gjelder støy fra naboer horisontalt, det vil si gjennom skillevegger, ettersom disse har vesentlig dårligere lydisolerende egenskaper enn dekkekonstruksjonene.



Figur 50: Fordeling av plagegrad relatert til tale, TV osv. gjennom gulv/vegg mot nabo. Hovedutvalg (vanlige boliger) til venstre, og studentutvalg til høyre.

Disse resultatene tyder på at det ikke er grunnlag for å redusere krav til lydisolasjon i studentboliger sammenlignet med vanlige boliger.

7.5 Anbefalinger

1. Ut fra resultatene fra spørreundersøkelsen er det ikke grunnlag for å differensiere lydkrav for ulike typer boenheter basert på antall rom. Dette skyldes i hovedsak to forhold:
 - I hovedutvalget er det kommet inn relativt få svar fra ettromsleiligheter. Kun 4,2 % (41 stk) av hovedutvalget som har respondert bor i denne typen leilighet. Dette er et for lite statistisk grunnlag å basere eventuelle nye krav på.
 - Studentutvalget representerer små boenheter, og for studentleilighetene er lyd kvaliteten generelt litt dårligere enn minstekravet for boliger. Dette ser ut til å påvirke plagegraden, ettersom det i studentutvalget er en langt større andel som er plaget av støy, både trinnlyd fra korridor og luftlyd fra naboer og fra korridor. Det er dermed ikke noe som tyder på at unge folk i små leiligheter er mer tolerante for støy.

Det anbefales at dagens regelverk videreføres, og at det ikke lages differensierte lydkrav avhengig av antall rom i en boenhet

2. Resultatene fra hovedutvalget ser ut til å gi grunnlag for noe reduksjon av lydisolasjonskravet mellom boenhet og felles gang/trapperom. En endring fra dagens 55 dB til 50 dB vil imidlertid ikke føre til forenklinger eller besparelser. Teknisk løsning for et 50 dB krav vil, iallfall for små leiligheter, fortsatt bety lukket entré eller inn- og utadslående dører. Det kan være situasjoner i større leiligheter, hvor det oppnås lydisolasjon på 50 dB mellom oppholdsrom og felles gang/trapperom, men dette må da vurderes i hvert enkelt tilfelle. Å skulle relatere et krav til faktisk planløsning, inkludert antall rom og utforming av gangareal i hver enkelt boenhet, anses ikke som en forenkling av regelverket og prosjekteringsprosessen.

Krav og grenseverdier for luftlydisolasjon mellom boenhet og andre arealer anbefales derfor videreført i dagens form, det vil si at det ikke settes et annet krav til lydisolasjon mot gang/trapperom osv. enn mot nabo-boenhet.

Det anbefales videre at dagens krav og grenseverdier for luftlydisolasjon opprettholdes for å sikre tilfredsstillende lydforhold uavhengig av type bolig.

3. Resultatene i spørreundersøkelsen viser at trinnlyd oppleves like plagsomt som støy fra trafikk, og at bruk av omgjøringstall (som inkluderer lavere frekvenser) gir best kobling mot opplevd plage.

Det anbefales at omgjøringstall benyttes ved vurdering av trinnlydnivå. Det er ikke vurdert om dette betinger endring på forskriftsnivå.

4. Trinnlyd fra naboer over oppleves mer plagsomt enn andre lydforhold, med unntak for støy fra samferdsel. Ut fra virkningskurvene ligger plagegraden høyere ved dagens minstekrav til trinnlyd enn tilsvarende for luftlydisolasjon. Dersom samme plagegrad skal benyttes for å definere tilfredsstillende lydforhold, er det grunn til å undersøke om grenseverdien for trinnlydnivå er for lav. Det må da gjøres vurderinger av hvilken plagegrad som er akseptabel.
5. Dagens krav til luftlydisolasjon mellom boenheter ser ut fra virkningskurver fremskaffet i dette prosjektet ut til å ligge på riktig nivå, og det anbefales ikke endringer.
6. Standardiserte målestørrelser gir generelt bedre korrelasjon enn normaliserte, og ut fra en akustikk-faglig vurdering anbefales det å benytte disse målestørrelsene i stedet for gjeldende målestørrelser. Det er ikke avklart om dette betinger endring på forskriftsnivå.

8 Referanser

- [1] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, «FOR-2010-03-26-489 Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggt teknisk forskrift - TEK10)», Oslo, jan. 2010.
- [2] Standard Norge, «NS 8175 Lydforhold i bygninger. Lydklasser for ulike bygningstyper», 2008.
- [3] Direktoratet for Byggkvalitet (DiBK), «HO-2/2011: Veiledning om tekniske krav til byggverk», 2011.
- [4] Standard Norge, «NS 8175 Lydforhold i bygninger. Lydklasser for ulike bygningstyper», 2012.
- [5] Standard Norge, «NS-EN ISO 16032 Måling av lydtrykknivå fra tekniske installasjoner i bygninger. Teknisk metode», 2004.
- [6] Miljødirektoratet, «T-1442 Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging», 2012.

9 Vedlegg 1: Litteraturstudie – referanser

- Bailhache, S., Jagla, J., Guigou, C. (2014). CSTB – Projet Environnement et ambiances: effet des basses frequences sur le confort acoustique – tests psychoacoustiques. Rapport final HAL Id: hal-01045056, 24 Jul 2014.
- Barlindhaug, R. & Ruud, M.E. (2008). Beboernes tilfredshet med nybygde boliger. NIBR-rapport, Oslo 2008:14.
- Berglund, B. et al. (2000). Guideline values for community noise. World Health Organization, ISBN: 9971-88-770-3, 2000.
- Boverket (2012). Enkätstudier om bullerstörning. Rapport 2012:14. Karlskrona, Sverige September 2012.
- Bradley, J.S. (2001). Deriving Acceptable Values for party wall sound insulation from Survey Results. Proceeding inter.noise 2001, p. 1505-1510. Hague, Netherlands, 27-30. August 2001.
- Di Bella, A., Pontarollo, C.M. & Vigo, M. (2012). Comparison between European acoustic classification schemes for dwellings based on experimental evaluations and social surveys. Paper Euronoise, Prague 2012.
- Fausti, P., Garcia, T.C., Ingelaere, B., Machimbarrena, M., Monteiro, C., Santoni, A, Secchi, S., Smith, S. (2014). Design and Acoustic Performance of Building Constructions for Multi-Storey Housing: Compendium. Building acoustics throughout Europe. From e-book Volume 1, Ch11 of COST-Action TU0901. Austria 2014.
- Gårdhagen, B. (2015) Ny ljudklassningsstandard för bostäder är klar. Bygg & Teknik, 3/15, Stockholm.
- Goethals, M. (2014). Sound insulation requirements essential for health and protection. Presentation at COST-Action TU0901 final meeting. Copenhagen dec. 2014.
- Guigou-Carter, C. (2014). Acoustic comfort evaluation in lightweight wood-based buildings. Proceeding Forum Acousticum 2014. Krakow, Polan 7-12. September 2014.
- Hagberg, K. (2010). Evaluating Field Measurements of Impact Sound. Journal of Building Acoustics Vol. 17 no. 2, 2010.
- Homb, A. (2009). Noise from Waste Water Pipes in Apartment Houses. Proceedings, The Sixteenth International Congress on Sound and Vibration, Krakow Poland, 5-9. July 2009.
- Hongisto, V. (2015). Subjective rating of sound insulation. Presentation at Seminar "Silent Timber Build". In cooperation with Swedish Wood and Swedish Wood Building Council, Stockholm 28-29. April 2015.
- Hongisto, V., et al. (2013). Acoustic satisfaction in multi-storey buildings built after 1950 – preliminary results of a field survey. Paper Inter.noise 2013, Innsbruck Austria 15-18 september 2013.
- Hongisto, V., Oliva, D. & Keränen, J. (2014). Subjective and objective rating of airborne sound insulation – living sounds. Acta Acustica united with Acustica 100, 2014, p.848-863.
- Hongisto, V., Suokas, M. & Mäkilä, M. (2015a). Satisfaction with sound insulation in residential dwellings – the effect of wall construction. Building and Environment 85, 2015, p.309-320.
- Hongisto, V., Suokas, M. (2015b). Satisfaction with sound insulation in residential dwellings – heavy versus light wall construction. Paper Euronoise 2015, Maastricht, 31 may – 3 june 2015.
- Hopkins, C. (2015). Revision of international standards on field measurements of airborne, impact and facade sound insulation to form the ISO 16283 series. Building and environment 92, 2015, p. 703-712.
- Hveem, S. (200z). Unngå byggskader. Lydisolasjonskvalitet i boliger.
- ISO/TS 15666:2003 (2003). Acoustics - Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys.
- Klæboe, R, Engelen, E. & Steinnes, M. (2004). Mapping neighbourhood soundscape quality. Paper Inter.noise 2004. Prague 22-25 August 2004.
- Liebl, A., Späh, M. & Leistner, P. (2014). Acoustics in wooden buildings – Evaluation of acoustic quality in wooden buildings: Listening tests and questionnaire field study. AcuWood Report 3. SP Report 2014:16.
- Lietzen, J., Kylliäinen, M., Kovalainen, V. and Hongisto, V. (2013). Evaluation of impact sound insulation of intermediate floors on the basis of tapping machine and walking. Paper Inter.noise 2013, Innsbruck Austria 15-18 september 2013.
- Ljunggren, F., Simmons, C. & Hagberg, K. (2014). Correlation between sound insulation and occupants' perception – Proposal of alternative single number rating of impact sound. Applied Acoustics 2014; 85:57-68.
- Mortensen, F.R. (1999). Subjective Evaluation of Noise from Neighbours. With focus on low frequencies. Dep. of Acoustic Technology, DTU - DK. Publication no 43, 1999.
- Muellner, H. (2014). Correlating Objective and Subjective Sound Insulation. Building acoustics throughout Europe. From e-book Volume 1, Ch08 of COST-Action TU0901. Austria 2014.
- Neubauer, R.O. (2004). Subjective Estimation of Airborne Sound Insulation in Buildings and How to Quantify the Real Acoustical Comfort of Dwellings. Artikkel, OSA_Danzig_2004.
- Norges byggforskningsinstitutt, NBI (2004). Oppdragsrapport for Selvaag bolig v/Ingar Brattbakk. Svalgangsløyd-beboerundersøkelse i 16 av Selvaags boligbygg med svalgangsløsning. Oslo desember 2004.
- Norges byggforskningsinstitutt, NBI (2005). Oppdragsrapport for NCC Construction AS. Lydisolering mellom felles gang og oppholdsrom. Vurdering og uavhengig gjennomgang av lydteknisk analyse. Oslo november 2005.

- Park, K.H., Bradley, J.S. (2009). Evaluating standard airborne sound insulation measures in terms of annoyance, loudness, and audibility ratings. *J.Acoust. Soc. Am.* 126 (1), July 2009 p.208-219.
- Park, S.H., Lee, P.J. (2015). A qualitative study of annoyance caused by floor impact sounds in apartment buildings. *Proceedings Euronoise 2015*, 31 May – 3 June, Maastricht, Netherland.
- Pedersen, C.S., Møller, H. & Waye, K.P. (2006). Low-frequency noise complaints – a detailed investigation of twenty-two cases. *Proceeding inter.noise 2006*. Honolulu Hawaii, USA, 3-6 December 2006.
- Pedersen, S., Møller, H., Persson-Waye, K. & Olesen, S.K. (2006). Measurement of low-frequency noise in rooms. *Proceeding inter.noise 2006*. Honolulu Hawaii, USA, 3-6 December 2006.
- Pyoung Jik Lee, Sang Hee Park (2015). Effects of non-acoustic factors on annoyance caused by floor impact sounds: A structural equation analysis. *Paper Euronoise 2015*, Maastricht, 31 may – 3 june 2015.
- Rasmussen, B. & Rindel, J.H. (1994). *Lydforhold i boliger, "State-of-the-art"*. Bygge- og Boligstyrelsen, Danmark, September 1994.
- Rasmussen, B. (2012). Sound classification of dwellings – Quality class ranges and intervals in national schemes in Europe. *Paper Euronoise*, Prague 2012.
- Rindel, J.H. (1999). Acoustic Quality and Sound Insulation between Dwellings. *Journal of Building Acoustics* Vol. 5 no. 4, 1999.
- Rindel, J.H. (2003). On the influence of low frequencies on the annoyance of noise from neighbours. *Proceeding inter.noise 2003*. Seogwipo, Korea, August 25-28, 2003.
- Rindel, J.H. (2007). Sound insulation of buildings. *Proceedings Inter-Noise 2007*. Istanbul, Turkey 28-31 august.
- Rychtarikova, M., Horvat, M. (2014). Developing a Methodology for Performing Listening Tests Related to Building Acoustics. *Building acoustics throughout Europe*. From e-book Volume 1, Ch07 of COST-Action TU0901. Austria 2014.
- Simmons, C. (2014). Developing a Uniform Questionnaire for Socio-Acoustic Surveys in Residential Buildings. *Building acoustics throughout Europe*. From e-book Volume 1, Ch06 of COST-Action TU0901. Austria 2014.
- Simmons, C., Hagberg, K. & Backman, E. (2011). Acoustical Performance of Apartment Buildings – Resident's Survey and Field Measurements. *AkuLite Report 2*. SP Report 2011:58. Sverige 2011.
- Simmons, C., Ljunggren, F. (2015). Aku20 – Searching for Optimal Single Number Quantities in EN ISO 717-2 Correlating Field Measurements 20-5000 Hz to Occupant's Ratings of Impact Sounds – New findings for concrete floors. *Paper Euronoise 2015*, Maastricht, 31 may – 3 june 2015.
- SINTEF Byggforsk (2006). *Oppdragsrapport for NCC Construction AS. Uavhengig gjennomgang av lydisolering mellom felles gang og oppholdsrom, Maridalsveien 31B. Oppfølging av vår rapport av 21.11.2005 og anbefaling av kompensierende tiltak*. Oslo 08.03.2006.
- Smith, S. (2013). Typical constructions, acoustic performance, workmanship and verification. From Cost Action TU0901 Working Group 3. Presentation a European Conference on sound insulation in housing. Copenhagen – Dec 2013.
- Smith, S., Antonio, J. (2014). Monitoring & Testing Sound Insulation Performance in New Homes in Europe. *Building acoustics throughout Europe*. From e-book Volume 1, Ch09 of COST-Action TU0901. Austria 2014.
- Späh, M., Liebl, A. & Leistner, P. (2014). Acoustics in wooden buildings – Correlation analysis of subjective and objective parameters. *AcuWood Report 4*. SP Report 2014:17.
- Studentsamskipnaden (2010). *Studentsamskipnadenes foreløpige rapport knyttet til Teknisk forskrift 2010 (TEK 10)*.
- Warnock, A.C.C. (1998). Floor research at NRC Canada. Conference in Building Acoustics "Acoustic Performance of Medium-Rise Timber Buildings". December 3-4, 1998, Dublin, Ireland.
- Waye, K.P. (2006). Health aspects of low frequency noise. *Proceeding inter.noise 2006*. Honolulu Hawaii, USA, 3-6 December 2006.
- WHO (2009). *Night Noise Guidelines for Europe*.

10 Vedlegg 2: Sammendrag litteraturstudie – ekstern støy

10.1 Utearealer

Berglund et al. (2000):

WHO Rapport "Guidelines for community noise". Se oppsummering under "Nivå oppholdsrom".

Klæboe et al. (2004):

Kartlegging av lyd kvalitet i omgivelsene. Beskrivelse og diskusjon av metode for å forbedre kartleggingen av lyd kvalitet i omgivelsene.

Boverket (2012):

Enkätstudier om bullerstyrning. Undersøkelsen behandler først og fremst uønskede lyder som beskriver forstyrrelse fra veg- og jernbanetraffikk, men flere av konklusjonene og resonnementene bør være anvendelige også ved forstyrrelse fra andre støykilder. Underlaget til studien består i hovedsak av tre deler: En litteraturstudie, detalj-gransking av et utvalg svenske og utenlandske spørreundersøkelser, ekspertgransking med refleksjoner omkring støyundersøkelser samt diskusjon, oppsummering og anbefalinger. Statistiska Centralbyrån anbefaler generelle regler som bør følges og som beskrives i SCB's rapport. Rapporten er først og fremst et verktøy for de som utarbeider og gjennomfører spørreundersøkelser knyttet til akustiske forhold.

WHO (2009):

Europeiske retningslinjer for støy på natt. Mellom 40 og 55 dB blir uønskede helseeffekter observert blant den eksponerte befolkningen. Mange personer må tilpasse livene for å takle støy på nattetid. Sårbare grupper er spesielt påvirket. Støynivå over 55 dB: Situasjonen blir vurdert som stadig farligere for offentlig helse. Uønskede helseeffekter opptrer jevnlig. En betydelig andel av befolkningen er sterkt forstyrret og får søvnforstyrrelser. Det er bevist at risikoen for hjerte- og karsykdommer øker.

10.2 Nivå oppholdsrom

Berglund et al. (2000):

WHO Rapport "Guidelines for community noise". Differansen mellom opptredende lydnivå og bakgrunnsnivået er viktigere enn opptredende lydnivå alene for mange fysiske og psykiske reaksjonsmønstre. For å ivareta god nattesøvn må ekvivalentnivået ikke overstige 30 dB(A) på natt fra kontinuerlige kilder og individuelle støyhendelser må ikke overstige 45 dB(A). I situasjoner med enkelthendelser på natt må støyens karakter også tas med i vurderingen. Spesiell oppmerksomhet ved lav bakgrunnsstøy, kombinasjon av lyd og vibrasjoner og støykilder med lavfrekvente komponenter. Støy kan også interferere slik at støy på dagtid kan gi søvnforstyrrelser på natt. Derfor er det helsemessig viktig at støybelastningen over 24 timer blir begrenset.

Utsatte undergrupper: Spesielle sykdommer eller medisinske problemer, personer på sykehus eller rehabilitering hjemme, komplekse kognitive oppgaver, blinde, personer med nedsatt hørsel (spesielt taletydighet i støyende omgivelser), fostre, babyer og småbarn og eldre generelt. Flertallet av populasjonen tilhører en undergruppe som er følsomme for taletydighet.

Rapporten angir retningsgivende nivåer fra omgivende støy for diverse bygningskategorier og situasjoner. Nivåene er basert på omfattende, vitenskapelig underlag og harmonisert. Nedenfor en sammenstilling av nivåer fra WHO-rapporten sammenlignet med grenseverdier i NS 8175, lydklasse C. Retningsgivende nivåer i leiligheter gjelder generelt, dvs. også for støy fra tekniske installasjoner. I tillegg anbefales det lavere nivåer hvis det er signifikant lavfrekvente komponenter i støyen. WHO-

rapporten angir også anbefalinger når det gjelder etterklangstid for taleoppfattelse og beskjed-kommunikasjon, men dette omhandles ikke her.

Omgivende miljø	Kritisk helsefaktor	WHO	NS 8175
Uteareal bolig, fra alle kilder	Moderat forstyrrelse	$L_{Aeq} \leq 50$ dag og kveld	Gul sone, ca 55 dB Tekniske intallasjoner $L_{p,AF,max} 45/40$
Leilighet innendørs Soverom	Taleoppfattelse og moderat forstyrrelse Søvnforstyrrelse natt	$L_{Aeq} \leq 35$ dag og kveld $L_{Aeq} \leq 30$ og $L_{Amax} \leq 45$	$L_{p,A,24h} \leq 30$ dB $L_{p,AF,max} \leq 45$ dB,
Utside soverom	Søvnforstyrrelse åpent vindu	$L_{Aeq} \leq 45$ og $L_{Amax} \leq 60$ dagtid	Ingen krav ved åpent vindu Krav utenfor oppholdsrom (lukket vindu): $L_{den} \leq 55$ dB Natt: $LA_{,max} \leq 70$ dB Natt tekniske inst.: $L_{p,AF,max} \leq 35$ dB

Sammenstillingen viser at det er korrelasjon mellom WHO og NS 8175 med hensyn til nivåer i leiligheter.

Goethals (2014):

Lydisolasjonskrav essensielt for helse og beskyttelse. Berglund et al. (2000), er et dokument som understreker betydningen av "non-auditory" effekter av støy på menneskers helse. Blant annet at energi-summasjon alene ikke er nok for å karakterisere flertallet av støyende miljøer, spesielt relatert til helse og predikeringer. L_{den} og L_{night} har imidlertid blitt etablert som de viktigste enheter som benyttes for krav og modellering. LARES-rapporten fra WHO i 2004 satte fokuset på signifikant og sannsynlig årsakssammenheng mellom støyeksponering på dag (forstyrrelse) og natt (søvnforstyrrelse) og en bred rekke av sykdommer. I tillegg demonstrerer studier ved TNO og HYENA-prosjektet at det menneskelige øret er ekstremt følsomt for støy med fysiologiske reaksjoner som opptrer ned til støyhendelser på 32 dB (TNO) og 35 dB (HYENA) på natt for støy fra alle kilder. Nylig har storskala epidemiologiske studier av millioner av personer i Tyskland, Storbritannia og USA demonstrert at forstyrrelse på dagtid og/eller vekking på nattetid ikke er mellomfaktorer for helsekonsekvenser, men at de etablerer direkte statistisk signifikante sammenhenger mellom støyeksponering og forskjellige hjerte- og karsykdommer, sykehusinnleggelses og dødelighet.

Hongisto et al. (2013):

Akustisk tilfredshet i flerfamiliehus bygd etter 1950 – foreløpige resultater fra en feltundersøkelse. Studie med 19 utvalgte bygninger som representerte seks ulike bygningstyper. Se sammendrag under "Vertikalt". Kommentar: Artikkelen gjengir relativt lave utenivåer og mangler dokumentasjon av fasader. Resultatene brukes derfor ikke til å vurdere relevante innenivåer, kun anbefalinger i forhold til renovering.

Waye (2006):

Oversikt over kunnskapsnivået knyttet til moderate nivåer av omgivelsesstøy og yrkesstøy med lavfrekvent innhold (20-200 Hz). Omhandler i hovedsak stasjonær støy. Omfattende referanseliste hvor det ser ut til at H.G. Leventhall (2003) kan være svært sentral. Oversikt over forstyrrelse og subjektiv komfort, søvnforstyrrelse, innvirkning på arbeidsprestasjoner og akustiske faktorer som forsterker negativ respons. En mengde data viser at lavfrekvent støy underestimeres og blir dermed ikke korrekt adressert ved A-veid lydnivå. Refererte data i artikkelen påviser viktige helsemessige effekter av moderat lavfrekvent støy og at mange personer eksponeres for dette. Lavfrekvent støy ser ut til å påvirke søvnkvaliteten også når den er stasjonær. Gjelder for eksempel støy fra fly og

annen trafikk som forplantes gjennom bygningskonstruksjoner. I tillegg er en stor mengde kompressorer og ventilasjonsenheter en potensiell kilde til søvnforstyrrelser. Uønskede effekter synes også å inntreffe i kontorer og kontrollrom. Nivåfluktusjoner og frekvensbalanse er viktige faktorer for uønskede effekter og bør bli inkludert i grenseverdier knyttet til omgivelser og arbeidssituasjoner.

Boverket (2012):

Enkätstudier om bullerstyrning. Se oppsummering under "Utearealer".

10.3 Soverom stille side**Goethals (2014):**

Lydisolasjonskrav essensielt for helse og beskyttelse. WHO-rapporten, se Berglund et al. (2000), er et dokument som understreker betydningen av "non-auditory" effekter av støy på menneskers helse. Se sammendrag under "Nivå oppholdsrom".

11 Vedlegg 3: Sammendrag litteraturstudie – lydforhold mellom boenheter

11.1 Vertikalt (horisontal skillekonstruksjon)

Barlindhaug & Ruud (2008):

Prosjekt som fokuserer på beboernes erfaringer og tilfredshet med nybygde boliger. Peker på områder som fungerer bra og områder som har et forbedringspotensial. Bruttoutvalg i undersøkelsen på 3981 beboere med en svarprosent på 39 %. Kapittel 5.6 omhandler støy utenfra og fra naboelilighet. To av tre husholdninger er fornøyd med lydisolering mot naboelilighet. Forskjellen synes liten mellom hushold i eneboliger/vertikaldelte boliger og blokkboliger, men det er tydelig at hushold i horisontaldelte boliger er minst fornøyd. Alt i alt er 17 % av husholdningene misfornøyd med lydisoleringen mot naboelilighet. I horisontaldelte boliger er 27 % misfornøyd.

Liebl et al. (2014):

Evaluering av akustisk kvalitet i trebygninger: Lyttetester og spørreundersøkelse i felt. Generelt positiv vurdering av lydforholdene i de aktuelle objektene, men her viste alle måleverdiene opptil $L'_{n,w}+C_{i,50-2500} = 51$ dB. Feltstudien viste at flest klager kom fra leilighetsbygg med støy fra gående personer i leiligheten over. Dette er et tydelig hint om å forbedre trinnlydisolasjonen i leilighetsbygg (både konstruksjoner med tre og betong).

Simmons (2014):

Utvikling av et generelt spørreskjema for sosio-akustiske undersøkelser av leilighetsbygg. Diskusjon, vurderinger og presentasjon av spørreskjema som er utviklet. Spørreskjemaet har blitt brukt ved en rekke nyere undersøkelser i Sverige og Tyskland.

Hongisto et al. (2013):

Akustisk tilfredshet i flerfamiliehus bygd etter 1950 – foreløpige resultater fra en feltundersøkelse. Studie med 19 utvalgte bygninger som representerte seks ulike bygningstyper. Totalt 597 respondenter deltok i undersøkelsen. Forstyrrelse forårsaket av nabostøy var relativt lav i alle bygningstypene. Undersøkelsen gir ikke grunnlag for å gjøre lydisolasjonskravene strengere (enn de er nå) i framtiden. Men det er negative effekter av trafikkstøy i leilighetene som gjør at forbedring av fasadeisolasjonen er svært relevant. Kommentar: Alle etasjeskiller er betongdekker. Undersøkelsen gjelder derfor ikke lette konstruksjoner.

Hagberg (2010):

Evaluering av feltmålinger av trinnlydisolasjon. Statistisk analyse av en rekke alternative entallsverdier for trinnlydisolasjon. Best korrelasjonskoeffisient oppnås med $L'_{n,w,new,03}$ (87 %), mens $L'_{n,w}+C_{i,50-2500}$ gir 84 % med dataunderlaget som har blitt benyttet. Til sammenligning gir Bodlund index korrelasjonskoeffisient 83 %. Datagrunn-laget inkluderer frekvensområdet ned til 50 Hz.

Mortensen (1999):

Subjektiv evaluering av støy fra naboer. Med fokus på lave frekvenser. Subjektiv evaluering av loudness fra naboer viser at forsøkspersonene anvendte responsmetoden skikkelig og gjør resultatene fra analysene pålitelige. Det har blitt brukt frekvensspektre for fem konstruksjonstyper som vurderes å representere virkelige konstruksjoner godt. Det har blitt benyttet tre typer støykilder, filtrert slik at de tilsynelatende kommer gjennom de aktuelle vegg- eller golvkonstruksjonene. For tilfellene med trinnlyd viser resultatene fra hele utvalget at antall forstyrrede øker med ca. 4 % pr. dB(A) økning. Begrenses utvalget til 20-80 % forstyrrede i utvalget er resultatet drøye 6 % økning pr. dB(A) økning. Tilsvarende sammenheng for musikkstøy er mer flat, tilsvarende 2 % til ca. 4 %. Oppsummert visere undersøkelsen at støy fra naboer gjennom lette konstruksjoner oppfattes som

mer forstyrrende enn gjennom tunge konstruksjoner med samme R'_{w} - eller $L'_{n,w}$ -verdi. Forskjellen skyldes høyere lavfrekvent lydnivå gjennom lette konstruksjoner.

11.2 Horisontalt (vertikal skillekonstruksjon)

Barlindhaug & Ruud (2008):

Se oppsummering under "Vertikalt". Arbeidet dokumenterer at vertikaldelte boliger har tilfredsstillende lydforhold ut i fra at det er under 20 % av brukerne som er misfornøyd med lydforholdene.

Hongisto & Suokas (2015b), Hongisto et al. (2015a), Hongisto et al. (2014):

Målet med studien var å sammenligne tilfredshet med luftlydisolasjonen horisontalt (vertikal skillekonstruksjon) i bygninger med betongvegg og bygninger med lette dobbeltvegger. Totalt et utvalg på ca. 150 objekter med en svarprosent på noe under 60 %. Alle objektene tilfredsstilte det finske minimumskravet, $R'_{w} \geq 56$ dB og resultatene er derfor relevante også i Norge. Resultatene viser at det var tilnærmet samme tilfredshet uavhengig av veggtype og at dette tilsier at det ikke er behov for å inkludere lavfrekvenskorreksjon. Resultatene tilsier også at R'_{w} bedre forklarer subjektiv opplevelse enn $R'_{w} + C_{50-3150}$, unntatt når støykildene hadde markert bassinnhold.

Hongisto (2015):

Subjektiv klassifisering av lydisolasjon. Kombinasjon av sosio-akustisk undersøkelse og laboratorieforsøk. Fokusområdet her er fasadens lydisolasjon, hvor målet var å evaluere entallsverdier med hensyn til opplevd trafikkstøy innendørs. Generelt ser det ut til at $R_w + C_{tr}$ predikerer forstyrrelsen ganske godt. $R_w + C_{tr,50-3150}$ er best kun når tunge kjøretøyer dominerer. Men resultatene viser generelt at de statistiske "disturbance R2-values" har ganske lave verdier. Tre av støykategoriene inkluderer også kun lette kjøretøyer. Dvs. resultatene i undersøkelsen vurderes som nokså usikre i forhold til vanlige støysituasjoner.

Simmons (2014):

Utvikling av et generelt spørreskjema for sosio-akustiske undersøkelser av leilighetsbygg. Se oppsummering under "Vertikalt".

Hongisto et al. (2013):

Akustisk tilfredshet i flerfamiliehus bygd etter 1950 – foreløpige resultater fra en feltundersøkelse. Studie med 19 utvalgte bygninger som representerte seks ulike bygningstyper. Se sammendrag under "Vertikalt". Kommentar: Kun ett av objektene var med lett skillevegg. Undersøkelsen kan derfor ikke generaliseres til å gjelde alle typer skillevegger.

Bradley (2001):

Utvikling av akseptable verdier for skilleveggers luftlydisolasjon fra brukerundersøkelser. Feltstudie av 600 respondenter med 300 skillevegger. Undersøkelsen dokumenterer tydelig at beboerne påvirkes av lydisolasjonen mellom dem, men at effekten er uavhengig av type bolig. Spontan respons viser økende negativ vurdering av bygningene med avtagende lydisolasjon. Direkte framkalte responser er benyttet til å bestemme STC 55 som et realistisk mål for akseptabel luftlydisolasjon og STC 60 (tilsvarer tilnærmet samme R'_{w} -verdi) som et mer ideelt mål som i praksis vil eliminere negativ effekt av nabostøy.

Mortensen (1999):

Subjektiv evaluering av støy fra naboer. Med fokus på lave frekvenser. Se sammendrag under "Vertikalt".

11.3 Luftlydisolasjon

Rindel (2007):

Lydisolasjon i bygninger. Artikkelen presenterer en sammenstilling av undersøkelser om støy fra naboer, i stor grad fra Rindel (1999), men artikkelen har mange nyere og sentrale referanser. Artikkelen konkluderer med en tabell med sammenheng mellom hvordan respondentene i prosent finner forholdene tilfredsstillende. Tabellen oppgir verdier for $R'_w + C_{50-3150}$, $L'_{n,w} + C_{i,50-2500}$ og L_{Aeq} for støy fra varme og ventilasjon. For at 80 % skal være fornøyd viser tabellverdiene vesentlig bedre lydisolasjon enn det som er vanlig kravnivå (i Norden) i dag. Eksempler: 60 % er fornøyde når $R'_w + C_{50-3150} \geq 58$ dB, $L'_{n,w} + C_{i,50-2500} \leq 53$ dB og $L_{Aeq} \leq 30$ dB.

Muellner (2014):

Sammenligning av objektive og subjektive kriterier for lydisolasjon. Arbeidet i COST action TU0901 har gitt i et stort skritt framover med å harmonisere spørreskjemaer som vi være tilgjengelig som fundament for videre forskning. Med skjema oversatt til mange språk vil framtidige studier kunne bli sammenlignbare og derfor gi viktigere og mer pålitelig informasjon for videre forsknings- og utviklingsinnsats. Artikkelen peker på svenske studier, se Simmons et al. (2011), som anbefaler at det gjennomføres utvidete målinger i bygninger hvor det også gjennomføres spørreundersøkelse.

Ljunggren et al. (2014):

Korrelasjon mellom lydisolasjon og beboeres opplevelse – forslag med alternative metoder for entallsveeing av trinnlydisolasjon. Lavfrekvent lydisolasjon er essensielt i lette konstruksjoner. Indikasjoner tilsier at det er tilstrekkelig med utvidelse av frekvensområde ned til 50 Hz relatert til subjektive oppfattelser. Korrelasjonen mellom målinger og beboeres opplevde gradering økte markert ved å utvide frekvensområdet fra R'_w (100 Hz) til $R'_w + C_{50-3150}$. I dette tilfellet ble ikke korrelasjonen forbedret med utvidelse ned til 20 Hz. Artikkelen påpeker imidlertid at det har vært et begrenset antall objekter med påfølgende begrensninger i datautvalget.

Hongisto & Suokas (2015b), Hongisto et al. (2015a), Hongisto et al. (2014):

Gjelder luftlydisolasjon horisontalt med lette eller tunge skillevegger. Se oppsummering under avsnittet "Horisontalt".

Hongisto (2015):

Subjektiv klassifisering av lydisolasjon. Kombinasjon av sosio-akustisk undersøkelse og laboratorieforsøk. Fokusområdet her er luftlydisolasjon til skillekonstruksjon, se også Hongisto & Suokas (2015b), Hongisto et al. (2015a), Hongisto et al. (2014). Målet har vært å evaluere entallsverdier med hensyn til opplevd lydisolasjon mellom boenheter. Entallsverdier som R'_w og STC predikerer opplevd forstyrrelse best når man legger alle typer støykilder til grunn (6 vanlige typer). Entallsverdier som inkluderer frekvensområdet fra 50-80 Hz ser ikke ut til å være nødvendig med unntak av når det forekommer basslyder. Ingen av de valgte støykildene har nevneverdig lavfrekvent innhold. Dvs. studien har vesentlige begrensninger mht. valg av kilder og resultatene reflekterer dette.

Studentsamskipnaden (2010):

Rapport som omhandler Studentsamskipnadens kommentarer til Teknisk forskrift 2010 (TEK10). Argumenter for egne byggeregler for studentboliger der disse avviker noe fra de nye kravene. Det foreslås at bygging av studentboliger i regi av studentsamskipnader defineres som særskilt tiltak etter §1-2 i Forskrift om tekniske krav til byggverk. Mellom rom i samme boenhet stilles det ingen lydkrav og ifølge rapporten gjelder dette en hybelleilighet, parleilighet og et bofellesskap for 2-8 studenter. Men logisk skulle lydkrav da gjelde mellom ulike boenheter sideveis og definitivt vertikalt. SiT har fått utredet lydforholdene av Rambøll Norge AS og Cowi AS som konkluderer med å anbefale noe

reduerte grenseverdier for å ivareta intensjonen i teknisk forskrift. Det er ikke gjengitt hva som er dokumentasjonen bak disse anbefalingene. Dette gjelder mellom hybler UTEN dørforbindelse og mellom boenheter og fellesarealer/fellesgang/trapperom og lignende. Sistnevnte refererer til Byggedetaljer 524.362 hvor grenseverdi er $R'_{w} \geq 45$ dB. I rapporten hevdes det at de i lengre tid har praktisert lydkrav på 52 dB mellom hybler og 40-45 dB mellom boenheter og fellesgang, og, sitat: "vi har mottatt relativt få klager på støy mellom hybler innenfor et bofelleskap med normal bruk av 'stemmer' og lydanlegg. Når det gjelder støy fra korridorer til boenheter har ikke dette vært et aktuelt tema".

Neubauer (2004):

Subjektiv estimering av luftlydisolasjon i bygninger og hvordan kvantifisere virkelig akustisk komfort i leiligheter. Feltundersøkelsen viser at vurderingen av virkelig akustisk komfort, subjektivt korrelerer med standardisert lydnivåddifferanse med spekterkorreksjon, dvs. $D_{nT,w} + C$. Det angis at verdien må være minst 58 dB for rimelig god akustisk komfort i leiligheter.

Rindel (1999):

Akustisk kvalitet og lydisolasjon mellom leiligheter. I en årrekke har det blitt gjennomført store feltstudier i ulike land for å finne sammenheng mellom lydisolasjon mellom leiligheter og den subjektive graden av forstyrrelse. Denne artikkelen presenterer en oversikt over disse resultatene og problemene med å sammenligne de forskjellige resultatene diskuteres. Det gjøres et forsøk på å etablere dose-respons-sammenheng mellom luftlydisolasjon eller trinnlydnivå etter ISO 717 og i prosent hvor mye forstyrret personene er av støy fra nabo. Resultatene kan benyttes til å evaluere akustisk kvalitet i forhold til lydisolasjonskrav eller benyttes som grunnlag for å spesifisere en bestemt akustisk kvalitet i framtidige bygninger. Kommentar: Nyere forskning og artikler angir spesifikke nivåer som er akseptable.

Rasmussen & Rindel (1994):

State-of-the art når det gjelder lydforhold i boliger, med hovedvekt på kravnivåer og evaluering av situasjonen. Arbeidet har som referanse danske krav fra 1994. Disse er 3/5 dB mindre strenge for henholdsvis luftlydisolasjon og trinnlydisolasjon sammenlignet med dagens norske krav. Resultater i rapporten er derfor ikke direkte overførbare til norsk situasjon i dag. På den annen side dokumenterer arbeidet at det danske kravet fra 1994 ikke er tilstrekkelig. Rapporten peker også på flere momenter som er relevante i dag med hensyn på forståelse, oppfølging og kompetanse.

Rindel (2003):

Innvirkning av lave frekvenser på opplevd lydisolasjon fra naboer. Undersøkelse basert på lyttetest og subjektiv evaluering av ulike konstruksjonsløsninger. Dersom frekvensområdet for vurdering av lydisolasjon etter ISO 717 utvides ned til 50 Hz oppnås en god korrelasjon med opplevd lydisolasjon. Dette gjelder både for luftlydisolasjon og trinnlydisolasjon.

Di Bella et al. (2012):

Sammenligning av klassifiseringsmetoder basert på målinger og brukerundersøkelse. Artikkelen viser behovet for å forbedre måten målte lydisolasjonsverdier evalueres på for å oppnå bedre korrelasjon med opplevd lydisolasjon.

Park & Bradley (2009):

Evaluering av standard entallsverdier for luftlydisolasjon i forhold til forstyrrelse, loudness og hørbarhetskriterier. Artikkelen konkluderer med at STC eller R'_{w} ikke er det beste prediktorer for forstyrrelse og loudness-karakterisering av tale eller musikk, spesielt ikke musikk-lyder. Standardisert R'_{w} -verdi kan forbedres med ulike spekterkorreksjoner, for musikk spesielt $C_{tr,100-3150}$ eller $C_{tr,50-5000}$.

Bailhache et al. (2014):

Prosjekt om effekten av lavfrekvent lyd på akustisk komfort – psykoakustiske tester. Lyttetest med 26 personer og vurdering av luftlydisolasjon. Basis har vært vanlige konstruksjonsløsninger som benyttes i Frankrike. Forsøkene viser at inkludering av 50-80 Hz, for eks. med R_{living} ikke forbedrer korrelasjonen sammenlignet med eksisterende entallsveiling. Dette er tilsvarende resultat som i Hongisto et al. (2013) og Hongisto et al. (2015a). Rapporten angir imidlertid at resultatene må brukes med forsiktighet på grunn av noen begrensninger i metoden. All lyd under 50 Hz er filtrert bort ved lyttetesten, noe som også kan påvirke resultatet. Rapporten angir i tillegg begrensninger ved metode i studien med eksterne støykilder. Resultatene indikerer at R_{traffic} ikke er bedre enn nåværende entallsveiling, men det må kommenteres at 6 av 7 støykilder har moderate eller lave lydnivåer ved lave frekvenser. Rapporten gir ingen god dokumentasjon på hvilken entallsverdi som korrelerer best med opplevd støy.

11.4 Trinnlydisolasjon**Rindel (2007):**

Lydisolasjon i bygninger. Se sammendrag under "Luftlydisolasjon".

Muellner (2014):

Sammenligning av objektive og subjektive kriterier for lydisolasjon. Se sammendrag under "Luftlydisolasjon".

Späh et al. (2014):

Lydforhold i trekonstruksjoner – korrelasjon mellom subjektive og objektive parametere. Presentasjon av en rekke alternative entallsverdier (objektive parametere) og gjennomføring av en større spørreundersøkelse i Tyskland og Sveits. Japans gummiball representerte støy fra gående personer best med korrelasjon på $R=0,8$. Modifisert trinnlydapparat ga også god korrelasjon, men med standard trinnlydapparat oppnådde man en akseptabel korrelasjon ($R=0,58$) med entallsverdien $L'_{n,w} + C_{i,50-2500}$. Grunnen til at Japansk gummiball ga høyest korrelasjon var at her bedømmes lydnivået ned til 20 Hz med tilstrekkelig signal/støyforhold.

Simmons et al. (2011):

Lydforhold i leilighetsbygg – beboerundersøkelser og feltmålinger. Presentasjon av resultater fra spørreundersøkelse og målinger i 10 svenske flerfamiliehus. Spørreskjema og spørreundersøkelse fungerte god. Generelt var det lite klager på trinnlyd i betongbyggene. Trinnlyd gir store forstyrrelser i bygg med trebjelkelag og bindingsverksvegger (ca. 50 % er forstyrret eller meget forstyrret). Måleresultatene tilfredsstilte svenske krav, men dette bekreftes altså ikke av beboernes opplevelse. Det ble oppnådd en noenlunde tilfredsstillende korrelasjon mellom subjektive vurderinger og målinger med standard trinnlydapparat når man benyttet entallsverdien $L'_{n,w} + C_{i,50-2500}$. Resultatene indikerer at $L'_{n,w} + C_{i,50-2500} \leq 53$ dB kan fungere bra som et minimumskrav.

Ljunggren et al. (2014):

Korrelasjon mellom lydisolasjon og beboeres opplevelse – forslag med alternative metoder for entallsveiling av trinnlydisolasjon. Lavfrekvent lydisolasjon er essensielt i lette konstruksjoner. Utvidelse av frekvensområdet ned til 20 Hz forbedret korrelasjonen betydelig mellom målinger og beboeres opplevde gradering sammenlignet med $L'_{n,w} + C_{i,50-2500}$. Dette resultatet støttes også av en uavhengig lyttetest. Artikkelen påpeker imidlertid at det har vært et begrenset antall objekter med påfølgende begrensninger i datautvalget. Resultatene er gyldige kun innenfor aktuelt dataområde, og ekstrapolering kan derfor bli feilaktig. Det er derfor viktig å samle kompletterende informasjon fra andre bygningstyper, fortrinnsvis internasjonalt.

Hongisto (2015):

Subjektiv klassifisering av lydisolasjon. Kombinasjon av sosio-akustisk undersøkelse og laboratorieforsøk. Fokusområdet her er trinnlydisolasjon til skillekonstruksjon. Målet har vært å evaluere entallsverdier med hensyn til opplevd trinnlydisolasjon mellom boenheter. Studien omfatter kun tunge golvkonstruksjoner. Korrelasjonen er signifikant for høyfrekvente støykilder (gange med harde sko eller sportssko og flytting av stoler). Korrelasjonen er svak eller ikke-signifikant for lavfrekvente kilder (gange i sokkelesten eller ballstøt). Den beste entallsverdien kan ikke nomineres. Resultatene viser generelt lave statistiske "disturbance R2-values" og meget lave R2-verdier med de lavfrekvente støykildene. Dvs. studien har vesentlige begrensninger og resultatene viser svak korrelasjon med opplevd trinnlydnivå.

Lietzen et al. (2013):

Evaluering av trinnlydisolasjon til etasjeskillere basert på trinnlydapparat og gange. Forsøk med ni beleggtypen på betongdekke. Lydnivå fra gange var med 3 ulike personer, hver med tre varianter "fottøy", sokker, sko med myk hel og sko med hard hel. De valgte entallsverdiene for trinnlyd graderte ikke golvene i samme rekkefølge som målestørrelser basert på gange. Målestørrelser basert på lydnivå med hard-helede sko korrelerte best med entallsverdiene, men det var ingen lineær korrelasjon mellom entallsverdier og gange med sokker. Dersom sokker er mest vanlig, gir ikke de valgte entallsverdiene noe solid grunnlag for bygningsakustisk design.

Hagberg (2010):

Evaluering av feltmålinger av trinnlydisolasjon. Se sammendrag under "Vertikalt".

Rindel (1999):

Akustisk kvalitet og lydisolasjon mellom leiligheter. Se sammendrag under "Luftlydisolasjon".
Kommentar: Det har blitt gjennomført omfattende, nyere studier av trinnlydisolasjon. Resultatene fra denne artikkelen ser ikke ut til å være relevante i dag.

Rasmussen & Rindel (1994):

State-of-the art når det gjelder lydforhold i boliger, med hovedvekt på kravnivåer og evaluering av situasjonen. Arbeidet har som referanse danske krav fra 1994. Se sammendrag under "Luftlydisolasjon".

Rindel (2003):

Innvirkning av lave frekvenser på opplevd lydisolasjon fra naboer. Undersøkelse basert på lyttetest og subjektiv evaluering av ulike konstruksjonsløsninger. Se sammendrag under "Luftlydisolasjon".

Di Bella et al. (2012):

Sammenligning av klassifiseringsmetoder basert på målinger og brukerundersøkelse. Se sammendrag under "Luftlydisolasjon".

Guigou-Carter (2014):

Evaluering av akustisk komfort i lette trekonstruksjoner. Presentasjon av resultater fra en spørreundersøkelse og målte data. Resultatene viser at beboerne er relativt godt fornøyd med luftlydisolasjon, hvor innvirkningen av lave frekvenser ikke er veldig tydelig. Trinnlyd er mye mer problematisk og grenseverdiene må senkes betydelig for å begrense antall veldig forstyrrede til 20 %. Entallsveilingen $L'_{n,w} + C_{i,50-2500}$ gir noe bedre korrelasjon mot opplevd forstyrrelse sammenlignet med $L_{p,AF,max}$ fra Japansk gummiball og $L_{nT,w} + C_i$. For akustisk klassifisering foreslås en grenseverdi på 52 dB for $L'_{n,w} + C_{i,50-2500}$ og 54 dB for $L_{p,AF,max}$. Ved å velge tunge flytende golv på trekonstruksjoner forbedres beboernes komfort med hensyn på trinnlyd. Bruk av lette flytende golv bør revurderes når man skal ta hensyn til komfortegenskapene.

11.5 Lette konstruksjoner

Späh et al. (2014):

Lydforhold i trekonstruksjoner – korrelasjon mellom subjektive og objektive parametere. Presentasjon av en rekke alternative entallsverdier (objektive parametere) og gjennomføring av en større spørreundersøkelse. Se sammendrag under "Trinnlydisolasjon".

Simmons et al. (2011):

Lydforhold i leilighetsbygg – beboerundersøkelser og feltmålinger. Presentasjon av resultater fra spørreundersøkelse og målinger i 10 svenske flerfamiliehus. Se sammendrag under "Trinnlydisolasjon".

Hveem (200z):

Refererer diverse problemområder knyttet til lette skillekonstruksjoner. Lavfrekvent trinnlyd fra flytende golv, lette bjelkelag og oppleggsvegger, lette skillevegger og installasjoner i skillevegger.

Hongisto & Suokas (2015b), Hongisto et al. (2015a), Hongisto et al. (2014):

Gjelder luftlydisolasjon horisontalt med lette eller tunge skillevegger. Se oppsummering under avsnittet "Horisontalt".

Rindel (2003):

Innvirkning av lave frekvenser på opplevd lydisolasjon fra naboer. Undersøkelse basert på lyttetest og subjektiv evaluering av ulike konstruksjonsløsninger. Undersøkelsen viser at de akustiske egenskapene ikke er tilstrekkelig karakterisert ved å utelate frekvensområdet 50-100 Hz ved måling og evaluering. Se også sammendrag under "luftlydisolasjon".

Guigou-Carter (2014):

Evaluering av akustisk komfort i lette trekonstruksjoner. Se sammendrag under "trinnlydisolasjon".

11.6 Tunge konstruksjoner

Hveem (200z):

Refererer noen problemområder knyttet til tunge skillekonstruksjoner. Sandwichvegger med resonansproblemer, installasjoner i skillevegger og strukturlydforplantning (generelt).

Hongisto & Suokas (2015b), Hongisto et al. (2015a), Hongisto et al. (2014):

Gjelder luftlydisolasjon horisontalt med lette eller tunge skillevegger. Se oppsummering under avsnittet "Horisontalt".

Lietzen et al. (2013):

Evaluering av trinnlydisolasjon til etasjeskillere basert på trinnlydapparat og gange. Forsøk med ni beleggtypen på betongdekke. Se oppsummering under avsnittet "Trinnlydisolasjon".

Rindel (2003):

Innvirkning av lave frekvenser på opplevd lydisolasjon fra naboer. Undersøkelse basert på lyttetest og subjektiv evaluering av ulike konstruksjonsløsninger. For tunge og medium tunge konstruksjoner viser undersøkelsen at det ikke er store problemer ved lave frekvenser. Se også sammendrag under "luftlydisolasjon".

12 Vedlegg 4: Sammendrag litteraturstudie – kommunikasjonsarealer

12.1 Trapperom og korridorer

Norges Byggeforskningsinstitutt (2005):

Hovedkonklusjonen er at regelverket ikke er fulgt når det gjelder samsvar med NS 8175. Alternativ analyse/beregning mener vi er usikker når det gjelder dimensjonerende nivå, og spørreundersøkelsen har for lav svarprosent. Beregningen tar ikke hensyn til overhøring fra oppholdsrommet og til korridor. Dette er en viktig delfunksjon som ikke er vurdert i analysen. Vi mener også at alternative analyser/beregninger må utføres på en bredere basis for å kunne dokumentere større endringer av praksis.

Når det er sagt er det likevel mye (generelt sett og konkret i denne byggesaken) som tyder på at et mer begrenset lydkrav mellom fellesgang/korridor kan gi tilfredsstillende lydforhold. Vi åpner derfor for at man kan se på overordnede brukshensyn og kompenserende tiltak som argument for fravik i denne byggesaken.

SINTEF Byggeforsk (2006):

Lydisolasjon målt til opp mot $R'_w = 44$ dB uten mellomliggende dør. Brukerundersøkelsen i prosjektet angir at 79 % er svært fornøyd eller fornøyd med opplevelsen av lydisolasjon fra korridor for ett- og toroms leiligheter. BE har vært skeptisk til godkjenning basert på enkeltprosjekter. Mye tyder på at man kan nyansere kravnivået noe, ned mot 44 dB under spesielle betingelser, kompenserende tiltak, antall leiligheter til felles gang og praktiske begrensninger med mellomgang med dør i små leiligheter.

Gärdhagen, B. (2015):

Artikkel som beskriver endringer i svensk lydklassestandard for boliger. Det er flere nye momenter som behandles, blant annet begreper, målemetoder og intern lydisolering. Viktig praktisk endring er at man i Sverige nå angir forskjellige krav til lydisolasjon fra trappehus og korridor avhengig av hvor stor risikoen for støyforstyrrelse er. Eksempelvis er kravet som mellom boenheter der gangtrafikk antas å forekomme mer enn tilfeldig, for eksempel ved heis på inngangsplanet. I tillegg angis en "normalsituasjon" og "stille situasjon" som medfører lavere lydisolasjonskrav enn vanlig mellom boenheter.

12.2 Svalgang

Norges Byggeforskningsinstitutt (2004):

Undersøkelsen har to hovedspørsmål som omhandler om beboerne er fornøyd med lydnivået fra svalgangene og i hvilken grad lyder fra svalgangene er plagsomme. 84,5 prosent er ganske eller svært fornøyd med lydnivået fra svalgangene når de oppholder seg i leiligheten sin. På samme måte oppgir 84,2 prosent at de opplever lyder fra svalgangene som lite eller ikke plagsomme.

Videre er det tydelige variasjoner i hvor misfornøyd man er knyttet til planløsningen og leilighetens plassering på svalgangen. Beboere i leiligheter som ikke har soverom som vender ut mot svalgangen er mer fornøyd enn dem som har soverom som vender mot svalgangen. Beboere i leiligheter som er plassert mot enden av svalgangen hvor ingen eller få andre beboere må passere er mer fornøyd enn dem som bor i leiligheter hvor flere må passere. I begge disse tilfellene er beboerne mer plaget av støy fra svalgangene enn i de øvrige løsningene, og vi kan ikke slå fast at minst 80 prosent av disse beboerne er fornøyd med lydforholdene fra svalgangene. Slik vi tolker lydkravene satt i TEK (Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk, 1997-01-22 nr 33) forholder disse seg imidlertid til hvor stor andel av det totale antallet beboere som er tilfredse med svalgangsløsningens lydforhold, og ikke til grupper av beboere i ulike typer løsninger. Total sett ligger undersøkelsens resultater

innenfor lydkravet satt i TEK, og vi kan konkludere med at det er dokumentert at 80 prosent av beboerne er tilfreds med svalgangsløsningen med hensyn til lyd. Konklusjonen gjelder for undersøkelsens utvalgte Selvaagprosjekter og bygg utført med samme tekniske løsning som i disse prosjektene.

13 Vedlegg 5: Sammendrag litteraturstudie – tekniske installasjoner

13.1 Ventilasjon og varmepumper

Berglund et al. (2000):

WHO Rapport "Guidelines for community noise". Se sammendrag under "Nivå oppholdsrom".

Rindel (2007):

Lydisolasjon i bygninger. Se sammendrag under "Luftlydisolasjon".

13.2 Generelt/annet

Waye (2006):

Konferanseartikkel som gir en oversikt over kunnskapsnivået knyttet til moderate nivåer av omgivelses-støy og yrkes-støy med lavfrekvent innhold (20-200 Hz). Omhandler i hovedsak stasjonær støy. Se sammendrag under kap. I: Ekstern støy, "nivå oppholdsrom".


Homb (2009):

Artikkelen viser at støy fra avløpsrør er et vanlig problem i mange nye leiligheter der rør er montert i eller i tilknytning til lette vegg- eller golvkonstruksjoner. Måleresultatene for $L_{p,AF,max}$ og $L_{p,CF,max}$ overskrider grenseverdiene i NS 8175 i svært mange tilfeller. Høye lydnivåer fra avløpsinstallasjonene domineres svært ofte av strukturelle forbindelser mellom rør og konstruksjon uavhengig av type rørmateriale. Feltmålingene viser stor spredning mellom ulike måleposisjoner ved lave frekvenser og når målingene repeteres. Nøyaktigheten ved bestemmelse av $L_{p,CF,max}$ med impulseksitering, for eks. med utspyling fra WC er relativt dårlig.

Pedersen et al (2006):

Måling av lavfrekvent støy i rom. Krevende på grunn av at romlige variasjoner kan være opptil 20-30 dB. For vurdering av forstyrrelse fra lavfrekvent støy i leiligheter er det viktig å måle nivå nært opptil det høyeste nivået som opptrer i rommet. Svensk og Dansk standardisert metode er prøvd ut. Begge har begrensninger, men den svenske metoden er best. Det foreslås imidlertid en alternativ løsning med måling i fire, tredimensjonale hjørner for å angi lavfrekvent støy i rom.

14 Vedlegg 6: Spørreskjema



Transportøkonomisk institutt
 Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

Spørreundersøkelse om boligmiljø

«IDnummer»

Spørsmålene gjelder boligen som brevet er adressert til.

1 Hvilken type bygning bor du i?

Blokk/flermannsbolig 01
 Rekkehus 02
 Studentbolig 03
 Frittliggende enebolig 04

Annen type bolig _____

2 Eier eller leier du?

Leier 1
 Eier 2

3 Tenk på de siste 12 månedene når du er hjemme, hvor mye er du plaget i gjennomsnitt av støy både i og utenfor boligen?

Voldsomt 1
 Mye 2
 Middels 3
 Litt 4
 Ikke plaget 5
 Ikke relevant 6

4 Tenk på de siste 12 månedene når du er hjemme, hvor mye er du plaget av støy fra hver spesifikke støykilde?

	Vold- somt	Mye	Middels	Litt	Ikke plaget	Ikke relevant	
Tale, TV, dataspill mv. gjennom gulv/vegg mot nabo ..	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	1
Høy musikk med bass og trommer gjennom vegg/gulv/tak mot nabo ..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Trinnlyd fra naboer som bor over : gange, løping, hopping, sleping av møbler, slaglyder og dunk mot gulv mv.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Trinnlyd fra trapperom, svalgang, korridorer : løping, slarming av dører, hopping	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
Tale, mobilbruk, skråling og/eller rop fra trapperom, svalgang, korridor mv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
Naboers bruk av sanitæranlegg, bråk fra spyling av toalett, fylling og tapping av van	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6
Klimaanlegg, varmpumper, vifter, ventilatorer mm. som du kan justere/kontrollere selv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7
Støy fra felles ventilasjonsanlegg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8
Støy fra fellesrom i eget bygg (vaskeri, garasje sportsrom, mv.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9
Støy fra pub/restaurant og andre virksomheter i eget bygg (inklusive vareleveranser)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10
Støy fra varmpumper, air-condition, og vifter mv på nabobygg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	11
Trafikk (biler, busser, trucker, tog eller fly som høres i boligen med lukkede vinduer)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12

+ 20△15MIPro

1

+

5 Tenk på de siste 12 månedene når du er hjemme, hvor forstyrret av støy er du når du

	Ikke forstyrret	Litt	Moderat	Mye	Voldsomt	Ikke relevant	
	1	2	3	4	5	6	
Har samtaler, lytter på radio, ser på TV, bruker andre media	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Skal konsentrere deg om arbeid/hobby/skjemaer/lekser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Skal hvile i løpet av dagen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
Skal legge barn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4
Legger deg for å sove	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5
Våkner opp om morgenen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6

Dersom du våkner opp i løpet av natten, eller våkner for tidlig -

6 Skjer det regelmessig at du blir vekket av Du kan merke av for flere alternativer

Bråk utenfra (trafikk, gående mv.)	<input type="checkbox"/>	1
eksterne vifter, heismaskineri mv. slås på/settes i gang	<input type="checkbox"/>	2
Bråk fra trapp/svalgang/korridor	<input type="checkbox"/>	3
egen familie/barn	<input type="checkbox"/>	4
Bråk fra naboeligheter	<input type="checkbox"/>	5
Renholdsbarer/snørydding/avisbud	<input type="checkbox"/>	6
Andre årsaker	<input type="checkbox"/>	7
Jeg våkner ikke opp i løpet av natten/for tidlig	<input type="checkbox"/>	8

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

Mindre	<input type="checkbox"/>	1
Som andre	<input type="checkbox"/>	2
Noe sterkere	<input type="checkbox"/>	3
Mye mer	<input type="checkbox"/>	4

8 Er du for tiden mindre eller mer sensitiv enn det du vanligvis er?

Like sensitiv som jeg vanligvis er	<input type="checkbox"/>	1
Mindre sensitiv enn vanlig	<input type="checkbox"/>	2
Mer sensitiv enn vanlig	<input type="checkbox"/>	3

9 Er du redd for å forstyrre andre når du

	Nei, i liten grad	Ja, i noen grad	Ja, i stor grad	Ikke relevant	
	1	2	3	4	
Går over gulvet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
Har folk på besøk, barn som leker i egen bolig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2
Spiller musikk, instrument, ser op tv mv.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3

10 Hvordan er boenheten plassert?

Frittliggende bolig (Vinduer/balkong 4 sider)	<input type="checkbox"/>	1
Gjennomgående endeleilighet (Vinduer/balkong 3 sider)	<input type="checkbox"/>	2
Hjørneleilighet (Vinduer/balkong 2 sider)	<input type="checkbox"/>	3
Gjennomgående midtleilighet (Vinduer/balkong 2 sider mot omgivelsene)	<input type="checkbox"/>	4
Kantleilighet (1 side mot omgivelsene)	<input type="checkbox"/>	5

11 Hvor mange etasjer har bygget?

Skriv inn etasjer	<input type="text"/>	1
-------------------------	----------------------	---

+ +

12 Hvor mange oppholdsrom (stue + soverom) har leiligheten/boligen?

Skriv inn antall oppholdsrom..... 1

13 Er det åpen kjøkkenløsning?

Ja 1

Nei 2

14 I hvilken etasje over bakken er stua? [gate=1, kjeller=0]

Skriv inn etasje 1

15 I hvilken etasje over bakken er ditt soverom? [gate=1, kjeller=0]

Skriv inn etasje 1

16 Hva vender ditt soverom mot? Du kan merke av for flere alternativer

Trafikkert veg 01,

Lite trafikkert gate 02,

Bakgård/hage e.l. 03,

Jernbane/trikk/t-bane 04,

Svalgang 05,

Annet _____

17 Hva vender din stue mot? Du kan merke av for flere alternativer

Trafikkert veg 01,

Lite trafikkert gate 02,

Bakgård/hage e.l. 03,

Jernbane/trikk/t-bane 04,

Svalgang 05,

Annet _____

18 Har bygget heis?

Ja 1

Nei 2

19 Er det mange som bruker/går forbi og eller oppholder seg på trappeavstans, korridorer eller svalganger rett utenfor der du bor

Liten trafikk 1

En del trafikk 2

Stor trafikk 3

Ikke relevant 4

20 Hvordan er forholdet til naboene?

Svært god 1

God 2

Normal 3

Dårlig 4

Svært dårlig 5

Ikke relevant 6

21 Har du endret soverom?

Nei, soverom allerede på stille side 1

Nei, sover på mest bråkete side 2

Nei, har ikke mulighet selv om jeg ønsket det (leieforhold mv) 3

Ja, bruker annet rom enn soverom til å sove 4

Ja, har byttet om på soverom/annet rom 5

22 Sover du med åpent vindu på soverommet i sommerhalvåret (mai-september)?

Vanligvis 1

Av og til 2

Sjeldent/aldri 3

+ 20.15MI Pro 3 +

+		+
	23 Sover du med åpent vindu på soverommet i vinterhalvåret (oktober-april)?	
	Vanligvis	<input type="checkbox"/> 1
	Av og til	<input type="checkbox"/> 2
	Sjeldent/aldri	<input type="checkbox"/> 3
	24 Åpner du vinduer på stue/oppholdsrom når du er hjemme på dagtid?	
	Vanligvis	<input type="checkbox"/> 1
	Av og til	<input type="checkbox"/> 2
	Sjeldent/aldri	<input type="checkbox"/> 3
	25 Har din bolig tilgang på uteområder av type hage, fellesplen eller en bakgård <i>Du kan merke av for flere alternativer</i>	
	Ja, egen hage	<input type="checkbox"/> 1.
	Ja, felles plen	<input type="checkbox"/> 2.
	Ja bakgård	<input type="checkbox"/> 3.
	Ja, balkong/terrasse	<input type="checkbox"/> 4.
	Nei, ingen av delene	<input type="checkbox"/> 5.
	26 Når du er inne i din bolig sjeneres du da av lyder fra aktiviteter på uteområdene? <i>Du kan merke av for flere alternativer</i>	
	Dunking av baller mot bakken/vegger/gjerder/binger	<input type="checkbox"/> 1.
	Sportsaktiviteter	<input type="checkbox"/> 2.
	Unger som leker/skråler	<input type="checkbox"/> 3.
	Voksne som prater høyløyt (også mobiltelefon)	<input type="checkbox"/> 4.
	Sjeneres ikke av lyder utenfra	<input type="checkbox"/> 5.
	<i>Krav til boligens lydisolasjon kan hindre unødige støyulemper. På den annen side vil strenge krav kunne fordyre boligen.</i>	
	27 Hva synes du om myndighetens krav til lydisolasjon i boliger?	
	Myndighetenes lydkrav er for slappe	<input type="checkbox"/> 1
	Myndighetenes lydkrav er passe	<input type="checkbox"/> 2
	Myndighetenes lydkrav er for strenge	<input type="checkbox"/> 3
	Vet ikke/ ingen mening	<input type="checkbox"/> 4
	28 Hvor mye ville du være villig til å betale ekstra for en bedre lydisolert bolig?	
	0 kr /per måned	<input type="checkbox"/> 1
	100 kr /per måned	<input type="checkbox"/> 2
	200 kr/per måned	<input type="checkbox"/> 3
	500 kr/per måned	<input type="checkbox"/> 4
	1000 kr/per måned	<input type="checkbox"/> 5
	Vet ikke/ ingen mening	<input type="checkbox"/> 6
	29 Hvor stor reduksjon i kostnad må til for at du kunne tenkt deg å bo i en dårligere lydisolert bolig?	
	Uaktuelt å bo i en dårligere lydisolert bolig	<input type="checkbox"/> 1
	100 kr /per måned	<input type="checkbox"/> 2
	200 kr/per måned	<input type="checkbox"/> 3
	500 kr/per måned	<input type="checkbox"/> 4
	1000 kr/per måned	<input type="checkbox"/> 5
	Vet ikke/ ingen mening	<input type="checkbox"/> 6
	30 Er du mann eller kvinne?	
	Mann	<input type="checkbox"/> 1
	Kvinne	<input type="checkbox"/> 2

+		+
	31 Hvor ømfintlig vil du si at du er for støy?	
	Meget ømfintlig	<input type="checkbox"/> 1
	En del ømfintlig	<input type="checkbox"/> 2
	Litt ømfintlig	<input type="checkbox"/> 3
	Ikke ømfintlig	<input type="checkbox"/> 4
	Vet ikke	<input type="checkbox"/> 5
	32 Er du gift/samboer?	
	Gift/samboer	<input type="checkbox"/> 1
	Bor alene/enslig	<input type="checkbox"/> 2
	Annet (kollektiv etc.)	<input type="checkbox"/> 3
	33 Har du problemer med hørselen?	
	ja, jeg bruker høreapparat	<input type="checkbox"/> 1
	ja, jeg er tunghørt eller har hørselsproblemer	<input type="checkbox"/> 2
	ja, jeg har problemer med å høre enkelte lyder	<input type="checkbox"/> 3
	nei	<input type="checkbox"/> 4
	34 Hvor mange hjemmeboende barn har du [hvis ingen skriv 0]	
	Antall barn	<input type="text"/> 1
	35 Hvilket år er du født?	
	Skriv inn årstall	<input type="text"/> 1
	36 Har du noen kommentarer?	
	Skriv her: _____	

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

*) For studentleilighetene i Trondheim ble spørsmål 1 (Hvilken type bygning bor du i) erstattet med:

1. I hvilken studentby bor du? Lerkendal, Berg, Teknobyen
2. Bor du i studentfelleskap (deler kjøkken og bad) eller i egen leilighet? (Separat leilighet, Studentfelleskap).

15 Vedlegg 7: Oversikt over lydmålingene

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Lydisolasjon, R'w [dB] (vertikalt)	394	50.0	69.0	61.6	4.3
Lydisolasjon, R'w + C50-5000 [dB] (vertikalt)	354	50.0	68.0	58.7	2.6
Lydisolasjon, DnTw [dB] (vertikalt)	366	52.0	70.0	61.0	4.2
Lydisolasjon, DnTw + C50-5000 [dB] (vertikalt)	349	51.0	69.0	57.8	2.4
Lydisolasjon, R'w [dB] (horisontalt)	355	46.0	64.0	56.8	3.0
Lydisolasjon, R'w + C50-5000 [dB] (horisontalt)	346	45.0	63.0	53.8	2.8
Lydisolasjon, DnTw [dB] (horisontalt)	296	45.0	65.0	58.6	4.0
Lydisolasjon, DnTw + C50-5000 [dB] (horisontalt)	296	44.0	64.0	55.4	3.0
Lydisolasjon, R'w [dB] (fellesgang)	227	34.0	66.0	51.8	6.9
Lydisolasjon, R'w + C50-5000 [dB] (fellesgang)	214	33.0	65.0	51.1	7.0
Lydisolasjon, DnTw [dB] (fellesgang)	222	37.0	65.0	54.8	6.0
Lydisolasjon, R'w + C50-5000 [dB] (fellesgang)	209	36.0	64.0	54.1	5.5
Trinnlydnivå, L'n,w [dB] (vertikalt)	473	41.0	60.0	49.4	4.1
Trinnlydnivå, L'n,w + CI,50-2500 [dB] (vertikalt)	439	44.0	61.0	53.7	3.0
Trinnlydnivå, LnTw [dB] (vertikalt)	411	38.0	56.0	45.4	5.0
Trinnlydnivå, LnTw + CI,50-2500 [dB] (vertikalt)	402	40.0	57.0	50.1	2.0
Trinnlydnivå, L'n,w [dB] (horisontalt)	333	38.0	58.0	46.0	6.0
Trinnlydnivå, L'n,w + CI,50-2500 [dB] (horisontalt)	333	39.0	59.0	52.4	4.6
Trinnlydnivå, L'n,w [dB] (horisontalt)	328	34.0	61.0	43.1	7.7
Trinnlydnivå, L'n,w + CI,50-2500 [dB] (horisontalt)	328	34.0	61.0	49.5	4.3
Trinnlydnivå, L'n,w [dB] (fellesgang)	160	43.0	71.0	48.2	5.8
Trinnlydnivå, L'n,w + CI,50-2500 [dB] (fellesgang)	160	43.0	71.0	50.5	5.0
Trinnlydnivå, L'n,w [dB] (fellesgang)	155	42.0	66.0	44.7	6.5
Trinnlydnivå, L'n,w + CI,50-2500 [dB] (fellesgang)	155	43.0	66.0	47.2	5.5
Lp_A_T_Col_AG	98	18.0	36.0	29.2	4.9
A-veid maksimalt lydnivå, Lp,AF,max [dB]	322	23.0	50.0	31.9	5.5

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Lp_CF_max_Col_AJ	209	38.0	64.0	50.7	3.7
C50_5000vert	354	0.0	7.0	3.3	3.0
C50_5000hori	346	0.0	7.0	3.0	1.1
CD50_5000vert	349	0.0	7.0	3.5	3.0
CD50_5000hori	296	-4.0	6.0	3.2	1.7
CL50_2500	439	-12.0	2.0	-4.6	5.3
CLT50_2500	402	-12.0	0.0	-4.9	5.3
CLfelles50_2500	137	2.0	7.0	2.2	0.8
CDfelles50_2500	209	-4.0	2.0	1.2	1.7