

SKANSKA NORGE AS

KNARVIK BARNESKULE - LINDÅS KOMMUNE

LYDTEKNISKE FORHOLD

ADRESSE COWI AS
Hafstadvegen 15
6800 Førde
TLF +47 02694
WWW cowi.no

INNHold

1	Innledning	3
2	Forskrifter og grenseverdier	3
2.1	Luftlydisolasjon	3
2.2	Trinnlydnivå	4
2.3	Romakustikk	5
2.4	Støy fra tekniske installasjoner og utendørs lydkilder	8
3	Luftlydisolasjon og trinnlydnivå	10
3.1	Dekkekonstruksjoner	10
3.2	Vegger og dører	14
4	Romakustikk	19
4.1	Generelt	19
4.2	Undervisningsrom	20
4.3	Grupeerom	20
4.4	Dans og drama	20
4.5	Musikkrom	21
4.6	Bandrom	21
4.7	Øvingsrom	22
4.8	Auditorium	22
4.9	Bibliotek	23
4.10	Amfi messanin	23
4.11	LS-avdeling	23
4.12	Kontorer	24
4.13	Personalrom med tilhørende kjøkken	24

OPPDAGSNR.

DOKUMENTNR.

A079474

NOT002

VERSJON

UTGIVELSESDATO

BESKRIVELSE

UTARBEIDET

KONTROLLERT

GODKJENT

3

216.02.2017

Notat lydforhold

Kjell Bijsterbosch

Bård Støfringsdal

Kjell Bijsterbosch

4.14	Møterom	24
4.15	Sanserom	25
4.16	SFO	25
4.17	Idrettshall	25
4.18	Klatrehall	26
4.19	Buldrerom	26
4.20	Hall kampsport / styrkerom / trimhall	26
4.21	Fellesarealer og korridorer	27
4.22	Trapperom	27
4.23	Garderober	27
4.24	Øvrig	27
5	Tekniske installasjoner	27
5.1	Gjennomføringer	27
5.2	Ventilasjon	28
5.3	Strukturlyd	28
5.4	Sjaktvegger	28
5.5	Heis	28
5.6	Utendørs installasjoner	28
6	Utendørs lydforhold	29

1 Innledning

COWI AS har på oppdrag fra Skanska Norge AS gjort lydteknisk prosjektering for Knarvik barneskule i Lindås kommune. Dette notatet skal fungere som underlag for prosjekterings- og byggefase.

Dette notatet angir aktuelle lydkrav og prinsippløsninger som vil ivareta kravene. Det gis også hovedprinsipper for å ivareta krav til lyd via gjennomføringer.

2 Forskrifter og grenseverdier

I Byggteknisk forskrift, TEK 10¹, er det gitt funksjonskrav med hensyn til tilfredsstillende lydforhold i bygninger. Veiledningen² til TEK 10 viser til Norsk standard NS 8175:2012³ lydklasse C for preaksepterte ytelser i form av tallfestede grenseverdier.

Aktuelle grenseverdier er vist i etterfølgende avsnitt.

2.1 Luftlydisolasjon

TEK § 13-7 punkt 1 gir følgende funksjonskrav for luftlyd:

Skille mellom brukerområder skal ha lydisolerende egenskaper som sikrer tilfredsstillende lydforhold med hensyn på luftlyd i brukerområder og på omliggende arealer.

Gjeldende grenseverdier for luftlydisolasjon i NS 8175:2012 lydklasse C er gitt i Tabell 1. Kravene gjelder for total skilleflate, dvs. med eventuelle dører og glassfelt inkludert.

Tabell 1 *Lydkrav for skoler og kontorer. Laveste grenseverdier for veid feltmålt lydreduksjonstall R'_w .*

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
Mellom undervisningsrom Mellom undervisningsrom og personalrom / fellesarealer / felles oppholdsrom, samt mellom personalrom og fellesgang uten dørforbindelse	R'_w	≥ 48 dB
Mellom undervisningsrom og fellesgang / korridor med dørforbindelse	R'_w	≥ 35 dB
Mellom spesialrom som musikkrom, formingsrom, rom for kroppsøving, enkle lydstudioer eller andre spesialrom med støyende aktiviteter, og andre	R'_w	≥ 60 dB

¹ Kommunal- og moderniseringsdepartementet, *Forskrift om tekniske krav til byggverk*, 2010

² Direktoratet for byggkvalitet, *Veiledning om tekniske krav til byggverk*, 2011

³ Standard Norge, *NS 8175:2012 Lydforhold i bygninger - Lydklasser for ulike bygningstyper*, 2012

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
undervisningsrom / personalrom / fellesarealer		
Mellom spesialrom som nevnt ovenfor, og fellesgang / korridor med dørforbindelse	R'_{w}	≥ 50 dB
Mellom musikkrom for elektrisk forsterket musikk, slagverksrom osv. og et annet undervisningsrom o.l.	R'_{w}	≥ 70 dB
Mellom spesialrom som nevnt ovenfor, og fellesgang / korridor med dørforbindelse	R'_{w}	≥ 55 dB
Mellom større undervisningsrom / auditorier og andre undervisnings- og personalrom	R'_{w}	≥ 55 dB
Mellom større undervisningsrom som foran, og fellesgang / korridor med dørforbindelse	R'_{w}	≥ 50 dB
Mellom kontorer Mellom kontorer og fellesarealer (fellesgang, korridor) uten dørforbindelse	R'_{w}	≥ 37 dB
Mellom vanlige kontorer som foran, og fellesgang / korridor med dørforbindelse	R'_{w}	≥ 24 dB
Mellom møterom og andre rom / korridor uten dørforbindelse	R'_{w}	≥ 44 dB
Mellom møterom og fellesgang / korridor med dørforbindelse	R'_{w}	≥ 34 dB
Mellom samtalerom, legekontorer o.l. kontorer med behov for konfidensielle samtaler og andre rom	R'_{w}	≥ 48 dB
Mellom rom som foran, med behov for konfidensielle samtaler og korridor med dørforbindelse	R'_{w}	≥ 34 dB

2.2 Trinnlydnivå

TEK § 13-7 punkt 2 gir følgende funksjonskrav for trinnlyd:

Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at lydnivå fra trinnlyd og strukturlyd fra et brukerområde dempes slik at andre brukerområder sikres tilfredsstillende lydforhold.

Gjeldende grenseverdier for trinnlydnivå i NS 8175:2012 lydklasse C er angitt i Tabell 2.

Tabell 2 Lydkrav for skoler og kontorer. Høyeste grenseverdier av feltmålt veid normalisert trinnlydnivå, $L'_{n,w}$.

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
Mellom to undervisningsrom / personalrom I undervisningsrom / personalrom fra fellesarealer / felles oppholdsrom Mellom kontorer Mellom kontorer og møterom I kontorer fra fellesarealer / fellesgang / korridor	$L'_{n,w}$	≤ 63 dB
I undervisningsrom / personalrom fra fellesgang / korridor / trapperom I møterom fra fellesgang / korridor	$L'_{n,w}$	≤ 58 dB
Mellom spesialrom som musikkrom, formingsrom, rom for kroppsøving, enkle lydstudioer eller andre spesialrom med støyende aktiviteter I undervisningsrom / personalrom / fellesarealer fra spesialrom (som over)	$L'_{n,w}$	≤ 53 dB
I spesialrom som foran fra fellesgang / korridor med dørforbindelse	$L'_{n,w}$	≤ 58 dB
Mellom større undervisningsrom / auditorier og andre undervisnings- og personalrom	$L'_{n,w}$	≤ 48 dB
I spesialrom som foran fra fellesgang / korridor med dørforbindelse	$L'_{n,w}$	≤ 53 dB
Mellom kontorer Mellom et kontor og møterom I kontor fra kommunikasjonsvei som fellesareal / fellesgang / korridor	$L'_{n,w}$	≤ 63 dB
I møterom fra kommunikasjonsvei, som fellesgang / korridor	$L'_{n,w}$	≤ 58 dB

2.3 Romakustikk

TEK § 13-8 gir følgende funksjonskrav for etterklangstid:

- (1) Rom skal prosjekteres og utføres slik at det sikres tilfredsstillende romakustiske forhold.
- (2) Rom i byggverk for publikum og arbeidsbygning skal ha romgeometri og lydabsorpsjonsegenskaper som gir en romakustikk som sikrer tilfredsstillende lydforhold og god taleforståelse.

Grenseverdier for etterklangstid og midlere lydabsorpsjonsfaktor i NS 8175:2012 lydklasse C er angitt i Tabell 3.

Tabell 3 Lydkrav for romakustikk i skoler og kontorer.

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
I undervisningsrom, sløydsal, møterom (se merknad 1)	T (s)	$\leq 0,5$
I oppholdsrom og fellesgang/areal i barnehage og skolefritidsordning (AKS, SFO)	T (s)	$\leq 0,4$
I trapperom	T (s)	$\leq 0,8$
I større undervisningsrom/auditorium og undervisnings- og personalrom (se merknad 2)	T_h (s)	$\leq 0,20 \times h$
I gymnastikksal, idretts- og svømmehall, rom med støyende aktiviteter, fellesareal og korridor (se merknad 3)	T_h (s) $\bar{\alpha}$ (-)	$\leq 0,20 \times h$ $\geq 0,20$
I kontor	T_h (s)	$\leq 0,20 \times h$
I kontorlandskap og videokonferanserom	T_h (s)	$\leq 0,16 \times h$
I kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang o.l.	T_h (s) $\bar{\alpha}$ (-)	$0,27 \times h$ $\geq 0,20$

Merknad 1: Grenseverdiene for etterklang gjelder for vanlige middels store rom.

Etterklangstidene bør ikke være vesentlig lavere enn 0,4 s.

Merknad 2: Større undervisningsrom, auditorier, undervisningslandskap og lydstudier krever spesiell akustisk regulering for å oppnå tilfredsstillende taleforståelighet eller andre ønskede egenskaper. Grenseverdier for etterklangstid vil derfor avhenge av bruksformålet, og etterklangstiden vil ikke alene være en tilstrekkelig beskrivende egenskap. I auditorier og større undervisningsrom bør det være en skrå eller tilpasset reflekterende flate i himling over eller foran talerplassen, samt eventuelt absorberer i bakveggen.

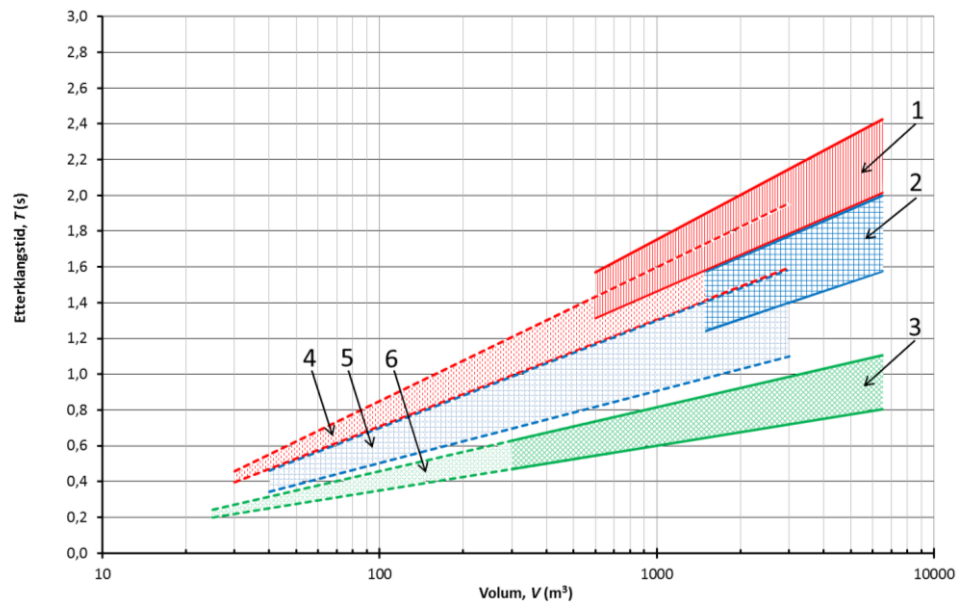
Merknad 3: I store idretts- og svømmehaller er øvre grense for etterklangstiden $T = 3,0$ s.

De spesifiserte grenseverdiene gjelder rommidlet etterklangstid i hvert enkelt av oktavbåndene 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz og 4000 Hz. For 1/1-oktavbånd 125 Hz kan etterklangstiden overstige grenseverdiene i tabellen med inntil 40 %. Grenseverdier for trapperom gjelder fra 500 Hz.

Grenseverdier for etterklangstid og andre romakustiske parametere i rom til musikkøvelse er ikke behandlet i NS 8175:2012. NS 8178:2014⁴ beskriver kriterier for rom som brukes til musikkutøvelse. Anbefalinger i NS 8178 legges til grunn for vurdering av romakustiske tiltak i øvingsrom A109-A111, samt musikkrom A107.

Anbefalte verdier for etterklangstid i musikkrom er gitt for forskjellige bruksområder i Figur 1. For et øvingsrom for lydsterk musikk med volum på cirka 100 m³ gjelder for eksempel en anbefalt etterklangstid mellom 0,5 og 0,7 s.

⁴ Standard Norge, *NS 8178:2014 Akustiske kriterier for rom og lokaler til musikkøvelse*, 2014

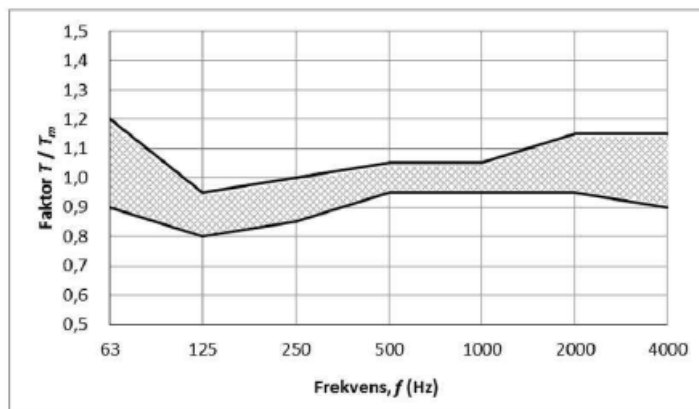


Tegnforklaring

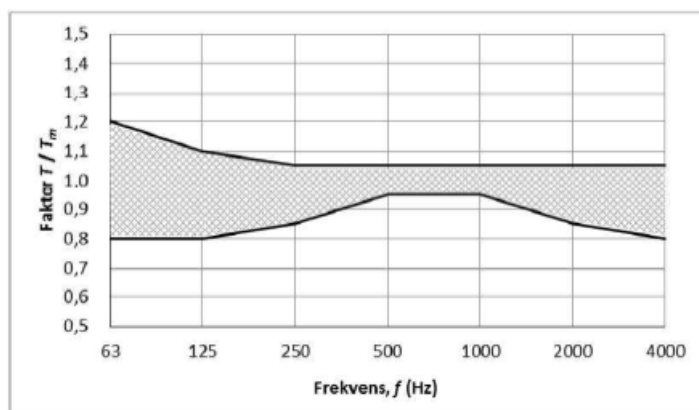
- 1 grenser for lydsvak musikk i framføringssaler (heltrukne linjer)
- 2 grenser for lydsterk musikk i framføringssaler (heltrukne linjer)
- 3 grenser for forsterket musikk i framføringssaler (heltrukne linjer)
- 4 grenser for lydsvak musikk i øvingsrom (stiplede linjer)
- 5 grenser for lydsterk musikk i øvingsrom (stiplede linjer)
- 6 grenser for forsterket musikk i øvingsrom (stiplede linjer)

Figur 1 Etterklangstid, T , relatert til netto romvolum, V , for forskjellige bruksområder (kilde: Standard Norge, NS8178:2014).

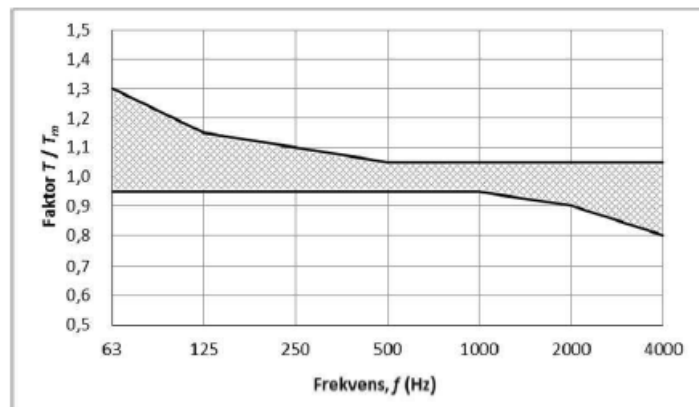
I Figur 1 vises midlere etterklangstid T_m i frekvensområdet fra 500 Hz til 1000 Hz. Det er imidlertid viktig å oppnå egnede etterklangstider for hele frekvensområdet. På Figur 2 a-b angis frekvensavhengige toleransegrenser for høyeste og laveste etterklangstid T ved et gitt frekvensbånd fra 63 Hz til 4 kHz. Figurene viser en faktor, T/T_m , som er etterklangstiden ved en frekvens i forhold til den midlere etterklangstiden T_m i frekvensbåndene 500 Hz og 1000 Hz. Denne faktoren skal ligge innenfor de skraverte feltene i Figur 2 a-c.



a) Forsterket musikk, framføring



b) Forsterket musikk, øving



c) Akustisk lydsvak og lydsterk musikk, framføring og øving

Figur 2 Frekvensavhengige toleransegrenser for faktor T/T_m i oktavbånd fra 63 Hz til 4 kHz relativt til midlere etterklangstid ved frekvensbåndene 500 Hz og 1000 Hz (kilde: Standard Norge, NS8178:2014).

2.4 Støy fra tekniske installasjoner og utendørs lydkilder

TEK § 13-9 gir følgende funksjonskrav for støy fra bygningstekniske installasjoner:

- (1) Bygningstekniske installasjoner skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det sikres tilfredsstillende lydforhold i byggverk og brukerområde, i rom for varig opphold i annen bygning og på uteoppholdsareal avsatt for rekreasjon og lek.

- (2) Byggverk skal, med hensyn på støy fra utendørs kilder, plasseres, prosjekteres og utføres slik at det sikres tilfredsstillende lydforhold i byggverk og på uteoppholdsareal avsatt for rekreasjon og lek. Dette gjelder også støy fra strukturlydkilder.

Grenseverdier for støy fra tekniske installasjoner i NS8175:2012 klasse C er angitt i Tabell 4 og 5.

Tabell 4 Lydkrav for skoler og kontorer. Høyeste grenseverdier for innendørs A-veid tidsmidlet og maksimalt lydtryknivå fra tekniske installasjoner.

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
I undervisningsrom, landskap og møterom fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning	$L_{p,A,T}$ $L_{p,AF,max}$	≤ 28 dB ≤ 30 dB
I musikkrom/sal/lydstudio o.l. fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning	$L_{p,A,T}$ $L_{p,AF,max}$	≤ 23 dB ≤ 25 dB
I kontor, fellesareal og møterom fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning	$L_{p,A,T}$ $L_{p,AF,max}$	≤ 33 dB ≤ 35 dB
I restaurant, serveringssted, kantine, spiserom, pauserom o.l. fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning	$L_{p,A,T}$ $L_{p,AF,max}$	≤ 35 dB ≤ 37 dB
I idrettshall- og svømmehall fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning	$L_{p,A,T}$ $L_{p,AF,max}$	≤ 35 dB ≤ 37 dB
I oppholdsrom (SFO) fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning	$L_{p,A,T}$ $L_{p,AF,max}$	≤ 30 dB ≤ 32 dB
I kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang o.l., fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning	$L_{p,A,T}$ $L_{p,AF,max}$	≤ 38 dB ≤ 40 dB
I trapperom fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning		

Tabell 5 Lydkrav for boliger, skoler og kontorer. Høyeste grenseverdier på uteareal for A-veid maksimalt lydtryknivå $L_{pAF,max}$ og dag-kveld-lydnivå L_d eller L_{de} i brukstid.

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
Lydnivå på uteoppholdsareal og utenfor vindu ved boliger fra tekniske installasjoner i samme bygning og i annen bygning	$L_{p,AF,max}$ natt kl. 23–07 kveld kl. 19–23 dag kl. 07–19	35 dB 40 dB 45 dB
Lydnivå på uteoppholdsareal og utenfor vindu ved skoler fra tekniske installasjoner i samme bygning og i annen bygning	$L_{p,AF,max}$	≤ 40 dB

bygning og i annen bygning		
Lydnivå på uteoppholdsareal og utenfor vindu ved kontorer fra tekniske installasjoner i samme bygning og i annen bygning	$L_{p,AF,max}$	$\leq 45 \text{ dB}$

Grenseverdier for støy fra vegtrafikk i NS8175:2012 klasse C er angitt i Tabell 6 og 7.

Tabell 6 Lydkrav for skoler og kontorer. Høyeste grenseverdier for innendørs A-veid tidsmidlet lydtryknivå fra utendørs kilder.

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
I undervisningsrom/møterom	$L_{p,A,T}$	$\leq 30 \text{ dB}$
I oppholdsrom (SFO)	$L_{p,A,T}$	$\leq 32 \text{ dB}$
I kontor og møterom	$L_{p,A,T}$	$\leq 35 \text{ dB}$

Tabell 7 Lydkrav for skoler. Høyeste grenseverdier på uteareal for dag-kveld-lydnivå L_d eller L_{de} i brukstid.

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
Lydnivå på uteoppholdsareal fra utendørs lydkilder	L_d eller L_{de}	nedre grenseverdi for gul sone i T-1442/2012 (55 dB for vegtrafikk)

3 Luftlydisolasjon og trinnlydnivå

3.1 Dekkekonstruksjoner

3.1.1 Dekke på grunn

På plan 1 er det tenkt å bruke 100 mm betong over trykkfast isolasjon (EPS), kombinert med banebelegg uten trinnlydforbedrende egenskaper. Byggherren ønsker banebelegg uten trinnlydforbedrende egenskaper. For å kunne tilfredsstille krav til trinnlyd- og luftlydisolasjon horisontalt må det derfor utføres slisser rundt alle oppholdsrom, også mot korridor, se slisseplan 01.

I tillegg må den øverste delen av EPS-sjiktet erstattes av en trinnlydplate (for eksempel trykkfast mineralullplate eller en EPS basert trinnlydplate)⁵. Beleggtipe over påstøp kan i så fall velges fritt. I rom med musikkaktiviteter

⁵ Det er ikke nødvendig å erstatte den øverste delen av det standard EPS-sjiktet hvis leverandør/produsent kan bekrefte at dynamisk stivhet til det totale EPS-sjiktet er lavere enn 60 MN/m³.

eller hamring/slag må det benyttes en mineralullbasert trinnlydplate for å sikre tilstrekkelig lavfrekvent lydisolasjon (se slisseplan 01).

Lydfugen må være helt gjennomgående slik at betongplatene i hvert av rommene er separate fra hverandre. Ev. varmerør må utføres med fleksibel overgang eller seksjoneres slik at det ikke oppstår stive koblinger mellom de separate betongplatene. Lydfuge må legges midt i veggkonstruksjonen for vegger med dobbelt stenderverk ($R'_w \geq 55$ dB og oppover). For vegger uten dobbelt stenderverk må lydfuge plasseres på utsiden av skilleveggen.

Det må utføres splitt i dekke på grunn mellom idrettslokalene og den sentrale delen av bygget (akse 6) for å unngå at vibrasjoner fra idrettsaktiviteter (kampsport, ballspill osv.) forplanter seg i skoledelen.

3.1.2 Etasjeskiller mellom plan 1 og plan 2

Det er prosjektert hulldekkekonstruksjoner HD 265 som etasjeskiller mellom plan 1 og plan 2. Over hulldekkekonstruksjonen skal det legges varmekabler i minst 60 mm påstøp/sparkelmasse. For å få tilfredsstillende trinnlydforhold mellom plan 2 og plan 1 må det benyttes 20-30 mm trinnlydplate under påstøpen. Denne totalkonstruksjonen vil også gi tilfredsstillende luftlydisolasjon vertikalt mellom standardundervisningsrom. I rom med støyende aktiviteter eller rom som er støyfølsomme på plan 1 (disse befinner seg i den sentrale delen) må det monteres en lydisolerende himling for å få tilstrekkelig luftlydisolasjon vertikalt. I Figur 3 er det angitt hvor det må monteres en lydisolerende gipshimling i lydbøyer (ett eller to lag gips, minst 70 mm hulrom inkl. 50 mm mineralull, separat i alle relevante oppholdsrom) for å få økt luftlydisolasjon vertikalt. Det er vist i hvilke rom det er nødvendig med to lag gips og i hvilke rom det er tilstrekkelig å montere ett lag gips.

Under de lydisolerende himlingene angitt i Figur 3 må det etableres en (delvis) lydabsorberende himling for å få gode romakustiske forhold (avhengig av romtype, se kapittel 4).



Figur 3 Rom med lydisolerende gipshimling på plan 1 (rød farge: to lag gips, grønn farge: ett lag gips).

Med gjennomgående påstøp (60 mm) vil det ikke være mulig å tilfredsstille krav til luft- og trinnlydisolasjon horisontalt. Det må derfor utføres slisser rundt alle oppholdsrom, også mot korridor, se slisseplan 02. Lydfugen må være helt gjennomgående slik at betongplatene i hvert av rommene er separate fra hverandre. Ev. varmerør må utføres med fleksibel overgang eller seksjoneres slik at det ikke oppstår stive koblinger mellom de separate betongplatene. Lydfuge må legges midt i veggkonstruksjonen for vegger med dobbelt stenderverk ($R'_w \geq 55$ dB og oppover). For vegger uten dobbelt stenderverk må lydfuge plasseres på utsiden av skilleveggen.

Det må utføres splitt mellom idrettslokalene og den sentrale delen av bygget (akse 6) for å unngå at vibrasjoner fra idrettsaktiviteter (i trimsalene og stryrkerom) forplanter seg i skoledelen.

Det er prosjektert en altan over 1042 Musikkrom. For å sikre tilfredsstillende trinnlydforhold i musikkrommet må det prosjekteres trinnlydisolering for dette uteoppholdsarealet. Trinnlydforbedring bør være minst ΔL_w 10 dB (for eksempel trinnlydplate som en del av det termiske isolasjonssjiktet), kombinert med lydisolerende gipshimling som vist i Figur 3.

3.1.3 Takkonstruksjon

Flankebidrag via takkonstruksjonen kan være kritisk for lydvegger med strengere krav enn $R'_w \geq 37$ dB. Det er tenkt å benytte minst HD200 over skoledelen. Med denne konstruksjonen vil flanketransmisjon ikke være problematisk for rom med lydkrav opp til $R'_w \geq 48$ dB. Det er ett rom på plan 2 med strengere lydkrav. Rundt auditoriet gjelder det lydkrav $R'_w \geq 55$ dB. Over dette rommet bør det planlegges en tyngre hulldekkekonstruksjon (minst HD 265) eller utføres en lydisolerende himling (ett lag gips i lydbøyler, minst 70 mm hulrom med 50 mm mineralull) for minimaliser flanketransmisjon.

3.1.4 Musikkrom / øvingsrom / Dans og drama

I alle rom med musikkaktiviteter må det etableres en rom-i-rom-løsning for å tilstrekkelig lydisolasjon rundt disse rommene. Dette innebærer flytende gulv, tung skillevegg med påføringsvegger eller vegger med adskilte stendere (avhengig av lydkrav, se bilag B.1) og lydisolerende himling i lydbøyler. Det henvises til avsnitt 3.1.1 for beskrivelse av gulvkonstruksjonen i disse rommene. I avsnitt 3.1.2 (Figur 3) er det angitt hvordan den lydisolerende gipshimlingen bør utføres. Under den lydisolerende himlingen må det etableres en (delvis) lydabsorberende himling for å få gode romakustiske forhold (se avsnitt 5.5).

3.1.5 Styrkerom / trimsal

Spredning av trinnlyd / vibrasjoner fra trimsalene og styrkerommet i hovedbæresystemet må begrenses til et minimum. Det anbefales korte spenn for dekkekonstruksjonen under disse rommene (relativt høy egenfrekvens) for at dekket skal kunne fungere som en tilstrekkelig stiv basiskonstruksjon under et vibrasjonsisolerende overgulv. I disse rommene må det benyttes belegg/overgulvskonstruksjoner som er utviklet for aktivitetene som kan forventes i rommene (vektløfting, aerobic, løpebånd/tredemølle, spinningssykkel osv.).

I akse 6 må det utføres splitt for å unngå at vibrasjoner forplanter seg i skoledelen (se avsnitt 3.1.2).

3.1.6 Personalrom

På plan 2 er det prosjektert et personalrom direkte over 1042 Musikkrom og øvingsrommene. Som angitt må det utføres en lydisolerende himling i disse rommene på plan 1, se avsnitt 3.1.3 og Figur 3. Med foreslått løsning vil man oppnå R'_w cirka 65 dB mellom øvingsrommene / 1042 Musikkrom og 2028 Personalrom. Det antas at det ikke vil være lydnivåer over 85 dBA under skoletiden i noen av disse musikkrommene. Det innebærer at bandøving og andre musikkaktiviteter med særlig høye lydnivåer må foregå etter skoletid. Høyere nivåer i bandrommet etter skoletid ansees som mindre kritisk for personalrommet.

3.1.7 Tekniske rom

Dekkekonstruksjon i tekniske rom (romnr. 1096) på plan 1 må utføres med slisse rundt for å minimalisere strukturlydoverføring til oppholdsrom.

Tekniske rom på tak planlegges med HD 265 under i forbindelse med vekt til aggregater. Avhengig av type utstyr kan det være behov for vibrasjonsisolerende tiltak, se avsnitt 5.3.

3.1.8 Trapperom

Fra trapperom til tilstøtende støyfølsomme rom gjelder krav til trinnlydnivå $L'_{n,w} \leq 58$ dB. Med elastisk opplagring og splitting av trapp og repos vil strukturlyd via bygningskroppen unngås, og krav til trinnlydnivå overholdes uten øvrige tiltak.

3.2 Vegger og dører

Krav til vegger og dører er angitt i lydplaner. For vegg med dørforbindelse er det angitt separat krav på vegg og dør som til sammen vil tilfredsstille kravet til total skilleflate. Krav for vegger er oppgitt som feltmålte verdier (R'_w), og for dører oppgitt som labmålte verdier (R_w).

For feltmålte verdier må leverandør ta høyde for at lydisolasjon ved normal utførelse kan ligge cirka 5 dB under labmålte verdier.

Eksempler på veggkonstruksjoner som tilfredsstiller ulike krav til luftlydisolasjon er gitt i Bilag B.

Det er viktig at det tettes tilstrekkelig ved innsetting av dører slik at lydisolasjonen ikke svekkes. For tetningsprinsipper, se Byggforsk byggdetaljblader 534.414⁶ og 524.721⁷.

3.2.1 Dørterskler

Dører i vegger med lydkrav må utføres med terskel for å ivareta lydkravet til total skillekonstruksjon fullt ut. Slepelister slites og gir erfaringsvis ikke tilstrekkelig god tetting over tid. Dårlig tetting svekker lydisolasjonen betydelig.

I henhold til universell utforming skal tersklene være avfaset og ikke bygge mer enn 25 mm fra gulvnivå.

Det frarådes systemer med mekanisk heve-/senketerskel da slike systemer er vanskelige å justere og lite holdbare med hensyn til lydisolasjon.

⁶ SINTEF Byggforsk, 534.414 *Lydisolasjonsegenskaper for dører*, 2010

⁷ SINTEF Byggforsk, 524.721 *Innsetting av innerdører*, 2008

3.2.2 Flankeforhold for vegger

I tilknytning til vegger med lydkrav $R'_w \geq 37$ dB må indre plate i flankerende konstruksjon (fasade, korridorvegg, himling, osv.) brytes. Alternativt må det benyttes to lag gips på indre side av den flankerende konstruksjonen. To lag gips på indre side vil være tilfredsstillende for vegger med lydkrav opp til $R'_w = 44$ dB. For vegger med lydkrav $R'_w > 44$ dB, må indre plater (uansett antall platelag) brytes eller utføres med splitt. Se også byggdetaljblad 524.305⁸ for mer informasjon.

For lydkrav $R'_w \geq 44$ dB må vegger føres fra dekke til dekke, og det kan ikke benyttes gjennomgående systemhimling til naborom. Ved eventuell gjennomgående himling i kontorer (lydkrav R'_w 37 dB), må denne være lydisolerende. Det er ikke tilstrekkelig med ordinær systemhimling.

3.2.3 Glassfelt i vegger

Grenseverdier i NS 8175:2012 gjelder total veggkonstruksjon med dør og glassfelt inkludert. Ev. glassfelt i vegger må derfor bestilles med lydkrav som ikke svekker den totale konstruksjonen. Det gjøres oppmerksom på at utstrakt bruk av glass kan gjøre det vanskelig å oppnå høye lydisolasjonsverdier. Eksempler på glasskonstruksjoner med ulike lydkrav er vist i Bilag B.2. Glassfelt i vegger med lydkrav $R'_w \geq 48$ dB vil kreve tykke glasskonstruksjoner med store hulrom, se lydplaner.

3.2.4 Klasserom og grupperom

Krav til vegger rundt undervisningsrom er $R'_w \geq 48$ dB. Vegger med dørforbindelse mellom korridor og undervisningsrom må holde $R'_w \geq 37$ dB kombinert med en dør som har minst R_w 33 dB.

Grupperom får lydkrav tilsvarende ordinære undervisningsrom. Vegg med dør mellom grupperom og undervisningsrom må utføres med vegg som holder $R'_w \geq 44$ dB og dør med $R_w \geq 43$ dB for å få tilstrekkelig lydisolasjon mellom disse rommene.

For grupperom som tilhører LS-avdelingen gjelder det strengere krav, se avsnitt 3.2.9.

3.2.5 Tresløyd / keramikk / tekstil

Rundt spesialrommene, hvor det kan forventes støyende aktiviteter, kan det være nødvendig med vegger som har bedre lydisolasjon enn standard krav for undervisningsrom. Det er særlig relevant mellom støyende rom og andre støyfølsomme rom (for eksempel undervisningsformål, krav i størrelsesorden $R'_w \geq 60$ dB). I planløsningen er 1090 Trearbeid prosjektert mellom rom hvor aktivitetene er mindre følsomme for støy (1087 Kantinekjøkken, 1092 Malerom og 1093 Keramikk). Det ansees derfor som tilstrekkelig med vegger som holder $R'_w \geq 55$ dB rundt 1090 Trearbeid. Mellom 1091 Maskinrom og 1087

⁸ SINTEF Byggforsk, 524.305 Skillevegg mellom rekkehusboliger, 2002

Kantinekjøkken kan det foreløpig prosjekteres vegger som holder $R'_w \geq 60$ dB. Dette kan ev. justeres når lyddata for planlagt utstyr i maskinrommet er kjent.

Mellom *1094 Tekstilrom* og *1092 Malerom* kan det benyttes en vegg som holder $R'_w \geq 48$ dB, kombinert med en dør med R_w 43 dB.

3.2.6 Dans og drama / Amfi messanin / Bibliotek

Rundt *1117 Dans og drama* må det benyttes vegger som holder minst $R'_w \geq 60$ dB. Hvis det kan forventes bruk av forsterket musikk på høyt nivå (over cirka 80 dBA) i *Dans og drama* når LS-avdelingen er i bruk, kan det være nødvendig med bedre vegger (i størrelsesorden R'_w 65-70 dB) mellom disse rommene. Dette er foreløpig ikke brukt som utgangspunkt for vurdering av lydkrav rundt *Dans og drama*.

Av andre grunner enn lydtekniske skal det ikke brukes en tandemdør, men en enkel dørløsning mellom *1117 Dans og drama* og vrimlearealet med amfi sentralt i bygget. En så god dør som mulig må velges for å unngå at lyd fra *Dans og drama* forstyrrer aktiviteter i *Amfi messanin*, fortrinnsvis spesialdører beregnet for kinoer og kultursaler. Aktuell leverandør kan være Hedemoradörren eller Merford. Hvis det kan forventes at personer ofte vil bruke døren når det er aktiviteter i *Dans og drama*, anbefales det å prosjektere en lydsluse. Det gjelder også hvis det kan forventes høye nivå i *Dans og drama* (over cirka 80 dBA) samtidig med aktiv bruk av det sentrale oppholdsarealet.

Hvis skillekonstruksjonen mellom *1117 Dans og drama* og vrimlearealet med amfi sentralt i bygget blir utført med store glassfelt blir det vanskelig å tilfredsstille oppgitte krav. Reduserte krav kan ev. være aktuelle, særlig hvis forventet lydnivå i *1117 Dans og drama* ikke vil overstige cirka 80 dBA.

2115 Bibliotek er planlagt med en åpen forbindelse med *2050 Amfi messanin*. For å kunne utføre konsentrasjonsarbeid eller andre aktiviteter som trenger lavt bakgrunnsstøynivå er det viktig at lyder fra andre bruksområder blir dempet i *2115 Bibliotek*. Med en åpen forbindelse vil det blir en utfordring å ha aktiviteter samtidig i *2050 Amfi messanin* (eller høye nivåer i tilstøtende *1117 Dans og drama* og/eller *1042 Musikkrom*) og biblioteket. En veggkonstruksjon mellom biblioteket og amfiet vil være en sikrere løsning for å få gode lydforhold i bibliotekrommet.

3.2.7 Musikkrom

Mellom *1042 Musikkrom* og det sentrale vrimlearealet med amfi er det prosjektert en mobilvegg for å kunne bruke disse arealene som et stort rom. Det finnes mobilvegger med labmålt verdi opp mot $R_w = 60$ dB, men disse er svært kostbare og erfaringsmessig vil de i praksis gi i størrelsesorden $R'_w \approx 45$ dB.

Det er viktig at mobilveggen har gode løsninger for tetting og god holdbarhet over tid. På grunn av slitasje ved bruk vil lydisolasjonen i mobilvegger normalt svekkes over tid. Leverandør må dokumentere at mobilveggen faktisk holder angitt lydisolasjon etter noen års bruk. Mobilveggen må ha labmålt $R_w \geq 55$ dB.

Høyt lydnivå i musikkrommet (over cirka 75 dBA) vil kunne være sjenerende i det sentrale oppholdsarealet, særlig ved bruk av dette rommet for samlinger av elevgrupper. Hvis det er planlagt uavhengig sambruk av musikkrommet og amfiet bør det etableres en veggkonstruksjon som holder minst R'_w 60 dB. Dette kan for eksempel oppnås med en dobbel mobilvegg.

3.2.8 Øvingsrom

I bandrommet kan det forventes høye lydnivåer. Det må det prosjekteres vegger opp til $R'_w \geq 70$ dB rundt dette rommet (se lydplan 01). En aktuell konstruksjon kan være en minst 100 mm betongvegg med frittstående påforingsvegg i bandrommet (to lag gips, 70 mm frittstående stålstender med minst 100 mm hulrom og minst 50 mm mineralull i hulrommet). Det er ikke nødvendig med tunge vegger mellom *1044 Lager musikk* og tilstøtende rom, samt mellom *1045 Bandrom* og *1042 Musikkrom*.

Forventet lydnivå i de to andre øvingsrommene er lavere enn i bandrommet. For rom som skal brukes for musikkøving med gitar, piano, blåseinstrumenter og/eller sang er det tilstrekkelig med vegger med $R'_w \geq 60$ dB mot andre oppholdsrom / øvingsrom, se lydkrav på lydplan 01. Mellom *1042 Musikkrom* og de tre øvingsrommene er det prosjektert tandemdører. Krav til dørbladene i disse dører er oppgitt på lydplanen. Med direkte dørforbindelser mellom musikkrommet og øvingsrommene vil det kunne oppstå sjenanse når disse rommene blir brukt samtidig (og uavhengig) for musikkundervisning og musikkøving.

3.2.9 LS-avdeling

På LS-avdelingen, som er prosjektert på plan 1, kan det oppholde seg elever som er ekstra følsomme for støy, samt utagerende elever som kan være sjenerende for andre i skolebygget (LS-avdeling). For å beskytte mot sjenerende lyder fra denne avdelingen, samt begrense forstyrrende lyder på avdelingen, må det benyttes vegger med gode lydisolerende egenskaper rundt og i denne avdelingen.

Grupperom (romnr. *1101* og *1102*) og hvilerom (romnr. *1097*) som tilhører LS-avdelingen er planlagt å bli brukt når det er behov for å kunne skjerme utagerende personer. Rundt disse rommene må det opprettes veggkonstruksjoner med R'_w i størrelsesorden 55 - 60 dB, se lydplan 01. Planlagte dørkonstruksjoner mellom grupperom og fellesareal til LS-avdelingen vil gi begrensninger for beskyttelse mot støy. I dette fellesarealet kan det derfor forventes at utagerende personer i tilstøtende grupperom vil være hørbare.

Innerdøren som gir tilgang til denne avdelingen må ha minst R_w 43 dB for å unngå at sjenerende lyder fra avdelingen forplanter seg i resten av bygget.

Det henvises til lydplanene, hvor det er angitt krav til vegger rundt de ulike rommene på denne avdelingen.

3.2.10 Sanserom

På plan 1 skal det realiseres et sanserom (romnr. 1115). Rundt dette rommet er det behov for gode lydisolerende konstruksjoner. Krav til vegger rundt rommet $R'_w \geq 55$ dB. Dør mot korridor må holde minst $R_w \geq 48$ dB. Alternativt kan det benyttes to dørblad som holder henholdsvis R_w 27 og 33 dB.

Det er vesentlig at trinnlyd fra amfiet ikke bli forstyrrende i sanserommet. Det må monteres en fritthengende gipshimling (minst 2 lag gips, stort hulrom, delvis fylt med mineralull) i sanserommet, se Figur 3. Stendere som blir montert på sanseromsiden må ikke ha stiv kontakt med dekkekonstruksjon til amfiet.

3.2.11 Auditorium

På plan 2 er det prosjektert et auditorium over ett plan. Det forutsettes at det ikke vil foregå aktiviteter med relativt høyt lydnivå i dette rommet, kun taleformidling. En dør med $R_w \geq 43$ dB, kombinert med en vegg som holder minst R'_w 55 dB, ansees som tilstrekkelig mellom 2115 Auditorium og 2050 Amfi messanin. Hvis rommet skal brukes for andre formål enn taleformidling kan det bli aktuelt med strengere lydkrav.

3.2.12 Kontorer / lærerarbeidsplasser / møterom

For vegger mellom vanlige kontorer / lærerarbeidsplasser gjelder et krav for luftlydisolasjon $R'_w \geq 37$ dB. Mellom kontor og fellesgang/korridor med dørforbindelse er kravet at totalkonstruksjon vil holde $R'_w \geq 24$ dB. Det innebærer bruk av dør med $R_w \geq 27$ dB (lydklasse 25 dB). Lærerarbeidsplasser med dørforbindelse mot det åpne kontorlandskapet (2102 Lærerarb.pl.) anbefales utført med dør med $R_w \geq 33$ dB, samt vegger som holder minst R_w 37 dB.

Det er oppgitt behov for konfidensialitet i kontorene til helsesøster og rektor. Dette er utgangspunkt for lydkrav på lydplanene. Vegger rundt disse rommene må holde minst R'_w 48 dB. Mellom 2016 Ventesone og 2015 Helsesøster må det benyttes en dør med gode lydisolerende egenskaper for å unngå at samtaler kan overhøres i venterommet, $R_w \geq 43$ dB.

Hvis det kan forventes konfidensielle samtaler i andre kontorer (rådgiver, samtalerom osv) må disse utføres med konstruksjoner som holder samme krav som er oppgitt for kontorene til helsesøster og rektor.

For veggene rundt møterommene på plan 2 gjelder at disse må holde $R'_w \geq 44$ dB. Møterommet (romnr. 2015) som har dørforbindelse direkte mot arbeidsplasser må utføres med en dør som har $R_w \geq 38$ dB.

3.2.13 Styrkerom / trimsaler

Styrkerommet og trimsalene er prosjektert direkte mot den sentrale delen. I disse rommene kan det forventes relativt høye lydnivåer (fra musikk, aerobics, slag fra vekter m.m.). Det er viktig at det opprettes vegger med gode lydisolerende egenskaper mellom nevnte rom og oppholdsrom i den sentrale

delen (*2028 Personalrom, 2015 Helsesøster* og *2016 Ventesone*), se lydplan 02. Dessuten må det etableres en lydfuge i akse 6, se avsnitt 3.1.5.

En viss grad av lydisolasjon mellom *2030 Styrkerom* og andre oppholdsrom i idrettsdelen anbefales for unngå at lyder fra styrkerommet blir plagsomme. Lydkrav er angitt på lydplanene.

3.2.14 Garderober og toaletter

NS 8175:2012 stiller ikke lydkrav til garderober og toaletter, men det bør likevel benyttes skjønn ved valg av veggkonstruksjon for slike arealer for å ha en viss grad av privat sfære og motvirke sjenanse, spesielt ut mot fellesarealer og korridor.

Toaletter anbefales utført med vegger med $R'_w \geq 37$ dB. Dør i toaletter uten forrom anbefales utført med lydkrav $R_w \geq 33$ dB og dørterskel.

3.2.15 Tekniske rom

Rundt tekniske rom som ligger direkte mot støyfølsomme rom kan det være nødvendig med skillevegger med gode lydisolerende egenskaper. I dette prosjektet er det planlagt et teknisk rom direkte mot *1094 Tekstilrom*. Skilleveggen mellom disse rommene har foreløpig fått lydkrav $R'_w \geq 48$ dB. Dørkonstruksjonen mellom dette teknisk rommet og korridor tilhørende LS-avdelingen må ha $R_w \geq 43$ dB. Om disse kravene er tilstrekkelig eller eventuelt kan nedjusteres, må kontrolleres når lyddata for utstyr i det tekniske rommet er kjent.

4 Romakustikk

4.1 Generelt

Preaksepterte grenseverdier til etterklangstid i ulike arealer er gitt i Tabell 3.

Som utgangspunkt må alle oppholdsrom og fellesgang/areal utføres med en heldekkende lydabsorberende himling i klasse A (for eksempel nedforet systemhimling med 20 mm tykk mineralullabsorbent). Enkelte bruksområder krever veggabsorpsjon i tillegg for å tilfredsstille kravet til etterklangstid. Rom hvor det er behov for tilleggsabsorpsjon på vegg, utover heldekkende himling, er beskrevet i avsnittene nedenfor. Dette gjelder også for rom som må ha spesiell akustisk behandling (*1042 Musikkrom, 1117 Dans og drama, 2116 Auditorium* og øvingsrommene).

Der det beskrives veggabsorpsjon kan det benyttes ulike løsninger. Spilepanel, perforert gips eller perforerte metallplater er mulige løsninger som kan være alternativ til tradisjonelle direktemonterte slagfaste mineralullabsorbenter. Det må imidlertid påregnes ca. 40–100 mm utforing på vegg avhengig av ønsket type og krav til lydabsorpsjonsklasse.

Der det er beskrevet heldekkende himling innebærer det minimum 90 % av himlingsarealet for å hensynta ulike føringer for tekniske fag, armaturer eller andre nødvendige installasjoner i tak.

4.2 Undervisningsrom

For å tilfredsstille krav til etterklangstid i undervisningsrommene, må det benyttes heldekkende himling med lydabsorpsjonsklasse A. I tillegg må det monteres veggabsorbenter, fortrinnsvis med robuste egenskaper, da disse kan være utsatt for mekanisk påkjenning. Med lydabsorpsjonsklasse B på veggabsorbentene må det monteres en mengde tilsvarende cirka 15 % av gulvarealet for å tilfredsstille kravet til etterklangstid. Dette er tilstrekkelig for undervisningsrom med maksimalt 2,7 meter høyde i rommet (avstand mellom ferdig gulv og underkant systemhimling). For undervisningsrom med høyde på 3,0 meter må absorpsjonsmengden økes til cirka 25 % av gulvarealet.

Bruk av veggabsorbenter vil også være fordelaktig for å fremme taleoppfattelse og forbedre læringsforholdene for elevene, da veggabsorbentene er med på å fjerne uønskede lydrefleksjoner mellom harde parallelle flater som forstyrrer lydbildet.

Veggabsorbentene bør plasseres mot veggen bak elevene og ev. bakre del av sidevegger. I tillegg bør det plasseres hyller eller andre møbler langs én av sideveggen for å unngå sideveis flutterekko.

4.3 Grupperom

Kravet til etterklangstid i grupperom kan tilfredsstilles med heldekkende himling av lydabsorpsjonsklasse A, kombinert med et areal med veggabsorbent. I hvert grupperom må det monteres cirka 1,5 - 2 m² med veggabsorbent, uavhengig av rommets høyde.

I grupperommene tilhørende LS-avdeling bør det monteres et større areal med veggabsorbent, se avsnitt 4.11.

4.4 Dans og drama

Anbefalt etterklangstid i 1117 *Dans og drama* er cirka 0,5 s.

Det er viktig at det unngås harde, parallelle veggflater. Derfor må det monteres veggabsorbenter på én lang- og én kortvegg (lydabsorpsjonsklasse B eller C, for eksempel spilepaneler med bakenforliggende mineralull), anbefalt plassering er i sonen mellom 0,8 og 2,0 meter over gulvnivå (øre høyde). Totalt areal med veggabsorbenter bør være cirka 25 % av gulvarealet.

For å oppnå en etterklangstid rundt 0,5 s i dette rommet må himlingen utføres med både lydabsorberende og lydreflekterende flater. Det kan for eksempel benyttes en perforert gipshimling med bakenforliggende mineralull, hvor cirka 35 % av himlingen blir utført med tette gipsplater. Tette og lydabsorberende

plater må fordeles jevnt over himlingsarealet. Over denne himlingen må det utføres en lydisolerende himling, se Figur 3.

Romakustiske forhold i *1117 Dans og drama* må vurderes nærmere i den videre prosessen, når ARK-underlag er utarbeidet (inkl. snitt-tegning og forslag til materialbruk).

4.5 Musikkrom

Det er lagt til grunn for vurderingene at *1042 Musikkrom* særlig skal brukes som rom for akustisk (ikke-forsterket) musikk og i mindre grad for forsterket musikk. Anbefalt etterklangstid i musikkrommet er cirka 0,75 s. Dette vil være optimalt for lydsterk musikk (blåseensembler, perkusjon, klaver etc.). For forsterket musikk bør etterklangstid være kortere (ideelt 0,5 – 0,55 s). Bruk av gardiner kan gi en viss grad av variabel akustikk.

I musikkrommet må det monteres både lydabsorberende og lydspredende elementer for å unngå uønskete refleksjoner mellom parallelle flater (kortveggene). Foreløpig utgangspunkt er cirka 15 m² veggabsorbent montert mot fasadekonstruksjonen (for eksempel spilepanel, lydabsorpsjonsklasse B eller C), ev. kombinert med cirka 35 m² gardiner mot mobilveggen (cirka 500 g/m², som kan parkeres i nisjer).

I musikkrommet skal det ikke være en heldekkende, lydabsorberende himling. Himlingen må være en kombinasjon av lydreflekterende og lydabsorberende flater. Forholdet er avhengig av musikktype, foreløpig utgangspunkt er 50 % perforert gips (lydabsorpsjonsklasse B) og 50 % tette gipsplater. Over denne himlingen må det utføres en lydisolerende himling, se Figur 3.

Ved arrangementer er det mulig å åpne mobilveggen mellom *Musikkrom* og tilstøtende amfi slik at det vil oppstå et stort rom. På grunn av en relativt liten åpning og lav takhøyde i musikkrommet blir det vanskelig å projisere lyd fra musikkrom ut mot amfiet (klassisk problem med titteskapscene), og derfor bør musikkrommet egentlig ikke brukes som sceneområde. En bedre løsning er å plassere hele ensemblet på utsiden av den åpne mobilveggen, der man har dobbel etasjehøyde. I praksis blir musikkrommet i så fall en slags bakscene. Hvis det likevel vurderes å plassere en del av sceneområde innenfor musikkrommet er det viktig at mobilveggen blir så høy og bredd som mulig. Det vil også være en fordel hvis himlingen i musikkrommet skråstilles slik at lyden blir bedre projisert ut mot amfiet.

Romakustiske forhold i *1042 Musikkrom* må vurderes nærmere i den videre prosessen, når ARK-underlag er utarbeidet (inkl. snitt-tegning og forslag til materialbruk) og forventet bruksområde er avklart.

4.6 Bandrom

Det er forutsett at bandrommet vil være det primære øvingsrommet for forsterket musikk. Anbefalt etterklangstid for dette rommet med volum på cirka 60 m³ er 0,3 s.

I bandrommet kan det monteres en heldekkende himling med perforert gips med bakenforliggende mineralull, kombinert med cirka 16 m² veggabsorbent (for eksempel spilepaneler med bakenforliggende mineralull eller direkte montert mineralullabsorbent). Veggabsorbent må monteres mot én av de parallelle (lang)veggene. Over himlingen må det utføres en lydisolerende himling, se Figur 3.

Romakustiske forhold i 1045 *Bandrom* må vurderes nærmere i den videre prosessen, når ARK-underlag er utarbeidet (inkl. snitt-tegning og forslag til materialbruk).

4.7 Øvingsrom

Optimal etterklangstid i de to minste øvingsrommene er avhengig av forventet bruk. Foreløpig er det lagt til grunn for vurderingene at disse øvingsrommene særlig skal brukes som rom for lydsvak musikk (gitar, treblåseinstrumenter, sang). Anbefalt etterklangstid for lydsvak musikk i et øvingsrom med volum på cirka 30 m³ er cirka 0,45 s. For lydsterke musikkinstrumenter (piano, messingblåseinstrumenter, perkusjon) bør etterklangstid være noe kortere. Dette kan oppnås ved bruk av gardiner.

Begge øvingsrommene kan foreløpig planlegges med en kombinasjon av lydreflekterende og lydabsorberende flater, hvor det blir montert 60 % perforerte gipsplater (lydabsorpsjonsklasse B) og 40 % tette gipsplater. Over denne himlingen må det utføres en lydisolerende himling, se Figur 3. I tillegg må det monteres veggabsorbent (for eksempel perforert plate eller spilepaneler med bakenforliggende mineralull) tilsvarende cirka 40 % av gulvarealet. Veggabsorbent må monteres mot én av de parallelle (lang)veggene. Ved bruk av disse øvingsrommene for lydsterke musikkinstrumenter vil gi cirka 6 m² tunge gardiner (cirka 500 g/m²) tilstrekkelig reduksjon av etterklang i rommet.

Romakustiske forhold i de minste øvingsrommene må vurderes nærmere i den videre prosessen, når ARK-underlag er utarbeidet (inkl. snitt-tegning og forslag til materialbruk) og forventet bruksområde er avklart.

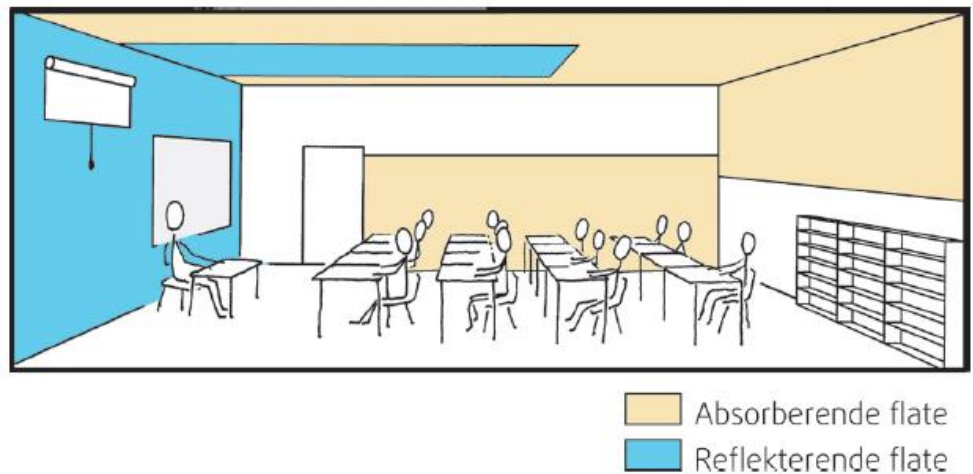
4.8 Auditorium

Anbefalt etterklangstid i 2116 *Auditorium* er cirka 0,5 s.

I auditoriet vil det være behov for en kombinasjon av lydabsorberende og lydspredende flater fordelt over himling og vegg. Foreløpig utgangspunkt er cirka 70 % lydabsorberende / 30 % lydreflekterende i himling (reflekterende felt over taleposisjonen), samt lydabsorbent mot veggen bak tilhørere og ev. bakre del av sidevegger (totalt areal med veggabsorbenter cirka 30 % av gulvarealet).

En egnet fordeling i store undervisningsrom hvor avstand mellom taleposisjon og tilhørere er større enn cirka 8 meter (med reflekterende felt over taleposisjon) er vist i Figur 4.

Romakustiske forhold i 2116 Auditorium må vurderes nærmere i den videre prosessen, når ARK-underlag er utarbeidet (inkl. snitt-tegning og forslag til materialbruk).



Figur 4 *Prinsipp for plassering av absorberende og reflekterende flater i store undervisningsrom. Figur hentet fra byggedetaljblad 527.305⁹.*

4.9 Bibliotek

2115 Bibliotek bør utføres som et relativt dempet rom, anbefalt etterklangstid er cirka 0,4 s. En heldekkende himling (lydabsorpsjonsklasse A) bør kombineres med felter med veggabsorbent (lydabsorpsjonsklasse B) tilsvarende 20 % av gulvarealet. Ved bruk av stoffmøbler kan mengde med veggabsorbent reduseres noe (til cirka 15 %). Veggabsorbenter bør fordeles over rommet, hvor en del blir montert mot akse 2 for å dempe lyder fra plan 1 / amfi.

4.10 Amfi messanin

Romakustikken i amfiet, som har en åpen forbindelse med plan 2, må vurderes nærmere i den videre prosessen. Foreløpig kan det planlegges en heldekkende lydabsorberende himling på plan 2 og plan 1, kombinert med veggabsorbenter nær amfiet og biblioteket (som er prosjektert med en åpen forbindelse med amfiet). Totalt areal med veggabsorbenter bør minst være omtrent like stort som åpningen i etasjeskilleren.

4.11 LS-avdeling

I grupperommene (romnr. 1101 og 1102) og hvilerommet (romnr. 1097) tilhørende LS-avdeling må det monteres en heldekkende himling (lydabsorpsjonsklasse A), kombinert med minst 3 m² veggabsorbent (lydabsorpsjonsklasse B) for å få tilstrekkelig demping av lyder når elever utagerer.

I undervisningsrommene tilhørende LS-avdeling (romnr. 1103 og 1104) må det tilstrebes en noe kortere etterklangstid enn for ande undervisningsrom. I

⁹ SINTEF Byggforsk, 527.305 *Lydregulering i skoler og barnehager*, 2005

rommene til LS-avdeling vil det oftere være arbeid i mindre grupper (undervisningslandskap). Anbefalt etterklangstid er cirka 0,4 – 0,45 s. Dette innebærer en heldekkende himling (klasse A-absorbent), kombinert med veggabsorbent tilsvarende 20 – 25 % av gulvarealet.

I 1105 LS Arbeidsrom, hvor det er prosjektert åtte arbeidsplasser, bør det monteres veggabsorbent tilsvarende cirka 15 % av gulvarealet, utover en heldekkende himling (klasse A-absorbent). Det forutsettes at veggabsorbentene har lydabsorpsjonsklasse B eller bedre. Veggabsorbent kan fordeles over minst én kortvegg og én langvegg.

I øvrige oppholdsrom tilhørende LS-avdeling ansees det som tilstrekkelig med en heldekkende himling (lydabsorpsjonsklasse A).

4.12 Kontorer

I kontorer med gulvflateareal mindre enn cirka 15 m² er veggabsorpsjon utover normal møblering som hyller, reoler o.l. ikke nødvendig. Det er tilstrekkelig med kun en heldekkende systemhimling med lydabsorpsjonsklasse A. For større kontor og lærerarbeidsplasser vil det være nødvendig med heldekkende himling kombinert med veggabsorbent (lydabsorpsjonsklasse B, en mengde tilsvarende 10 % av gulvarealet). Dersom det planlegges minimal møblering i kontor med gulvareal mindre enn cirka 15 m² bør det vurderes veggabsorpsjon.

4.13 Personalrom med tilhørende kjøkken

Personalrommet skal fungere som et oppholdsrom, spisested og samlingssted for ansatte. Det vil oppholde seg mange personer i samme rom, og det generelle lydnivået må senkes. Det må benyttes heldekkende himling med lydabsorpsjonsklasse A.

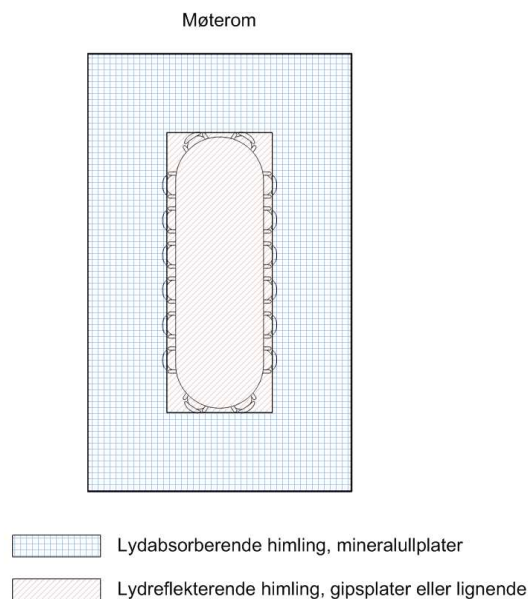
I tillegg anbefales det veggabsorpsjon tilsvarende cirka 15 % av gulvarealet. Bruk av stoffmøbler vil kunne besørge noe av absorpsjonen. Absorberende areal fordeles på egnede flater. Dersom innredning gjør det vanskelig å oppnå tilstrekkelig mengde veggabsorpsjon, må det tilstrebes å komme så nær den angitte mengden som mulig.

4.14 Møterom

I møterom kan det benyttes en heldekkende himling med lydabsorpsjonsklasse A, og veggabsorbenter tilsvarende cirka 15 % av gulvarealet. Det forutsettes at veggabsorbentene har lydabsorpsjonsklasse B eller bedre. I mindre møterom / samtalerom er det ikke nødvendig med veggabsorbenter.

Dersom det er fast plass for møtebord i store møterom (minst cirka 10 personer) anbefales det å utføre arealet over møtebord som et reflekterende felt da dette gjør det lettere å føre samtaler i rommet, mens absorbenter plasseres i ytterkant av rommet som vist i Figur 6, samt på vegg (totalt cirka 25 % av gulvarealet).

Dersom møterommet skal brukes til videokonferanse vil det være behov for ekstra arealer absorberenter spredd på vegg.



Figur 5 Eksempel på plassering av reflektorer og absorberenter i møterom.

4.15 Sanserom

Anbefalt etterklangstid i 1115 Sanserom er $T \leq 0,4$ s. Dette kan oppnås med en heldekkende himling (lydabsorpsjonsklasse A), kombinert med 3 - 4 m² veggabsorbent (lydabsorpsjonsklasse B).

4.16 SFO

For oppholdsrom tilhørende SFO er kravet til etterklangstid $T \leq 0,4$ s. Det må benyttes heldekkende himling med lydabsorpsjonsklasse A, kombinert med veggabsorbent (lydabsorpsjonsklasse B eller bedre) som tilsvarer cirka 25 % av gulvarealet i oppholdsrom tilhørende SFO avdelingen, for å kunne tilfredsstille nevnte krav.

4.17 Idrettshall

For å få gode forhold for undervisning er det vesentlig at idrettshallen får en heldekkende, lydabsorberende himling (minst klasse B-absorbent), kombinert med veggabsorbenter. Anbefalt etterklangstid for hallen er cirka 1,5 s. Dette vil være et bedre utgangspunkt for undervisning enn minstekravet i NS 8175 (0,2 x himlingshøyde).

Veggabsorbentene må monteres i hvert fall mot én sidevegg og én langvegg for å unngå sjenerende flutterekkoer som vil opptre mellom parallelle, harde vegger i hallen. Det er viktig at veggabsorbentene monteres særlig i høyden hvor personer oppholder seg, dvs. mest optimal plassering er mellom gulvnivå og 3 meter over gulvnivå, samt ev. i nærheten av tribunene.

Totalt areal med veggabsorbenter er avhengig av absorpsjonsklasse / absorbertype. Hvis det velges å bruke spilepaneler med bakenforliggende mineralull må åpningsgraden være cirka 30 % for å få gode lydabsorberende egenskaper i frekvensområdet mellom 250 og 2000 Hz (som er det dominerende frekvensområdet for tale / undervisning).

Areal med veggabsorbenter i klasse A eller B (α_w minst 0,85, for eksempel direktemonterte 40 mm tykke mineralullplater med slagfast overflate) må være minst 20 % av gulvarealet. Spilepaneler har lavere absorpsjonsfaktor (α_w cirka 0,6 – 0,8, avhengig av utførelse) og hvis det velges spilepaneler må det monteres et areal som tilsvarer minst 25 % (for α_w minst 0,7) av gulvarealet.

4.18 Klatrehall

Av sikkerhetsmessige grunner er det viktig at det er gode forhold for kommunikasjon i klatrehallen over relativt store avstander (fra gulv til tak). Etterklangstid i klatrehallen bør derfor ikke være høyere enn cirka 1,5 s.

Forutsett at det tilgjengelige himlingsarealet blir utført som lydabsorberende himling (cirka 50% av gulvareal, minst klasse B) må det i tillegg monteres cirka 70 m² med veggabsorbent i klatrehallen for å få tilfredsstillende lydforhold (for en hall med høyde på 14 meter og volum rundt 2 500 m³). Dette arealet kan monteres mot én langvegg eller fordeles over begge langvegger.

Veggabsorbenten må ha gode lydabsorberende egenskaper i frekvensområdet 250 – 1000 Hz ($\alpha > 0,75$). Aktuell konstruksjon kan være spilepaneler eller perforerte plater med bakenforliggende mineralull, alternativt mineralullabsorbenter med slagfast overflate. Detaljutforming må avklares med RIAK.

4.19 Buldrerom

Anbefalt etterklangstid i 1005 *Buldrerom* er T cirka 0,6 s eller lavere. Dette kan oppnås med en heldekkende himling (lydabsorpsjonsklasse A). Det forutsettes at veggene i dette rommet vil ha en lydspredende effekt. Bruk av matter vil gi en viss ekstra lydabsorpsjon i rommet.

4.20 Hall kampsport / styrkerom / trimhall

I hallen for kampsport må det monteres en heldekkende himling (lydabsorpsjonsklasse B eller bedre), kombinert med veggabsorbent (lydabsorpsjonsklasse C eller bedre) som tilsvarer cirka 15 % av gulvarealet for å få tilfredsstillende lydforhold i dette rommet. Veggabsorbentene må fordeles over veggene, mest egnet plassering er under 2,5 meter over gulvnivå. En viss lydabsorpsjon i dette rommet vil man få fra kampsportmatter.

I styrkerommet og trimhallene kan en heldekkende himling (lydabsorpsjonsklasse B eller bedre) kombineres med veggabsorbent (lydabsorpsjonsklasse C eller bedre) som tilsvarer cirka 10 % av gulvarealet.

4.21 Fellesarealer og korridorer

Det er anbefalt heldekkende himling med lydabsorpsjonsklasse A i korridorer og øvrige fellesarealer. I tillegg anbefales det absorberende veggfelt som plasseres jevnt på egnede ledige veggarealer i sosiale soner. Øvrig absorpsjon kan besørges av stoffmøblering.

4.22 Trapperom

Trapperommene er dominert av harde overflater, og på grunn av utstrekningen kan etterklangen bli relativt lang uten tiltak. Som et minimum må det være lydabsorberende felter under repos og i taket på øverste nivå. Platene kan monteres direkte i taket/reposene. Platene som benyttes må ha lydabsorpsjonsklasse A.

4.23 Garderober

I henhold til TEK 10 gjelder krav til etterklangstid også i garderobearealer.

Forutsatt bruk av hygienehimlingsplater med lydabsorpsjonsklasse A, vil det være tilstrekkelig å dekke 75 % av det totale himlingsarealet. Alternativt kan hele himling dekkes med klasse B-absorbenter.

I garderober må det tas hensyn til eventuelle fuktproblemer ved valg av absorpsjonsmateriale.

4.24 Øvrig

Det anbefales å benytte myke knotter under stolbein og bord for å redusere uønsket støy.

5 Tekniske installasjoner

Det forutsettes at prosjekterende for tekniske anlegg sørger for at krav til maksimalt støynivå fra tekniske installasjoner ivaretas. Kravene for A-veid maksimalt støynivå i aktuelle bruksområder, samt på uteoppholdsareal og utenfor vinduer er angitt i avsnitt 3.4, henholdsvis Tabell 4 og 5.

5.1 Gjennomføringer

Kanal-, elektro- og rørgjennomføringer må utføres slik at bygningsdelens lydkrav opprettholdes. Generelt må gjennomføringer fortrinnsvis utføres i skilleflate med dørforbindelse.

Rørgjennomføringer i dobbeltvegger må utføres slik at det ikke blir stiv kobling mellom stenderverkene, da dette vil svekke lydisolasjonen betraktelig.

Nyttige prinsipper for gjennomføring og tettemetoder for radiatorrør, sprinklerrør, el-rør, brystningskanaler, el-bokser og ventilasjonskanaler kan

hentes fra byggdetaljblad 421.431¹⁰. Hovedprinsippene er gjengitt i tabeller i Bilag C.

5.2 Ventilasjon

Aggregatene må utstyres med tilstrekkelig dimensjonerte lyddempere slik at støyen ikke forplanter seg fra disse ut til bruksrommene. I tillegg må det påses at lufthastigheten i ventiler er lav nok til at ventilenes egenstøy ikke blir for høy.

Ventilasjonskanaler må ikke perforere vegger med krav til lydisolasjon uten at det monteres tilstrekkelig med lyddempere. Gjennomføringer må tettes/fuges tilstrekkelig.

5.3 Strukturlyd

Innfesting av utstyr, kanaler, oppheng o.l. må vibrasjonsisolerers slik at man unngår overføring av strukturlyd/vibrasjoner i bygningskroppen. Dette er spesielt viktig for varmpumper og tilsvarende utstyr som inneholder kompressorer eller annet tungt roterende maskineri.

Alt vibrerende og roterende utstyr må vibrasjonsisolerers tilstrekkelig med krav om minst 95 % isolasjonsgrad ved laveste rotasjonsfrekvens. Det er prosjektert tekniske rom på taket. Det er vesentlig at flatevekt og egenfrekvens til takkonstruksjonen under tungt utstyr avstemmes i forhold til maskinens masse og omdreiningstall. Det kan være behov for et maskinfundament under tungt utstyr. Det vises til byggdetaljblad 550.501¹¹.

For å unngå lavfrekvent akustisk kobling, må avstand mellom støykilder og lette vegger være > 500 mm. Avstand mellom støykilder og tunge konstruksjoner må være > 200 mm.

5.4 Sjaktvegger

Sjaktvegger bør isoleres, avhengig av type rør og støynivå i sjakter. I sjakter som grenser til støyømfintlige rom vil det være en fordel å kle deler av sjaktveggene med for eksempel 30 mm mineralullplater.

5.5 Heis

Heis defineres som en bygningsteknisk installasjon. Leverandør av heisutstyr må derfor sørge for at krav til maksimalt støynivå tilfredsstilles.

5.6 Utendørs installasjoner

Utendørs enheter, som jethetter og luftinntak avgir støy til omgivelsene. Krav til støy på uteplass og utenfor vindu fra tekniske installasjoner er angitt i Tabell 5.

¹⁰ SINTEF Byggforsk, 421.431 *Lydisolering av gjennomføringer*, 2002

¹¹ SINTEF Byggforsk, 550.501 *Vibrasjonsisolering av maskiner og utstyr*, 2007

Prosjekterende for tekniske anlegg må sørge for at krav til maksimalt støynivå fra tekniske installasjoner ivaretas.

6 Utendørs lydforhold

Planlagt uteoppholdsareal vest for idrettshallen ligger utenfor gul sone for støy fra veitrafikk (E39). Støysoner, som er beregnet for prognoseår 2017 av Kilde Akustikk i forbindelse med *Områdeplan Lonelva – Juvikvarden*, viser at en del av prosjektert uteareal til læringssenteret ligger innenfor gul sone, se figur 6. Det må utføres en detaljberegning i en 3D modell med oppdaterte trafikk tall, representativ beregningshøyde og inkl. lokale detaljer (nye bygg, tilpasning av høydekoter og terrengtype) for å kunne vurdere i hvilken grad det er behov for skjerming av utearealet til læringssenteret.



Figur 6 Utsnitt støykart fra Kilde Akustikk med situasjonsplan i bakgrunnen.

Det vil ikke være nødvendig med vinduer med forbedret lydisolasjon i bygget med tanke på veitrafikkstøy. Det bør vurderes å planlegge undervisningsrommene, som har vinduer mot lekearealet, med vinduer med forbedret lydisolasjon for å unngå forstyrrelser fra uteaktiviteter, hvis disse opptrer samtidig med undervisning.

Støy fra lekende barn kan være sjenerende for boliger som ligger i nærområdet. Særlig impulslyder fra ballspill kan være plagsomt. Det anbefales å opprette en støyskjermende konstruksjon mellom ballbane og boliger sør for planområdet. Det er prosjektert en betongmur sør for ballbane som, med tilstrekkelig høyde, vil fungere som støyskjerm.

Bilag A Størrelser og forkortelser

R_w	Laboratoriemålt veid reduksjonstall er en størrelse som beskriver lydisoleringsevnen til en skillekonstruksjon (vegg eller etasjeskiller), målt i et laboratorium der flankekonstruksjonene er kontrollerte. Høyere tall gir bedre lydisolerende evne. Størrelsen knyttes til elementer, som en veggkonstruksjon, vindu eller dør.
R'_w	Feltmålt veid reduksjonstall er tilsvarende som over, men målt i vanlige bygg. Størrelsen knyttes til en skilleflate, inkludert alle de konstruksjonene knyttet til skilleflaten.
$L_{n,w}$	Laboratoriemålt veid normalisert trinnlydnivå er en størrelse som beskriver en skillekonstruksjons evne til å isolere for trinnlyd, målt i et laboratorium. Lavere tall gir bedre trinnlydisolering.
$L'_{n,w}$	Feltmålt veid normalisert trinnlydnivå er tilsvarende som over, men målt i vanlige bygg.
$L_{pAF,max}$	A-veid maksimalt lydnivå er det maksimale lydnivå som (kan) registreres for eksempel i forbindelse med en maskin eller et anlegg. Størrelsen er en øyeblikksverdi. For anlegg som avgir jevn kontinuerlig støy (for eksempel ventilasjonsanlegg) er det ikke uvanlig at ekvivalentnivå og maksimalnivå er tilnærmet likt.
T	Etterklangstid er den tiden det tar for lydtryknivået å avta 60 dB etter at lydkilden er stoppet.
T_h	Etterklangstid relatert til rommets gjennomsnittlige høyde h.
α	Lydabsorpsjonsfaktor er en faktor som beskriver i hvilken grad et materiale er lydabsorberende, og som angis som et ubenevnt tall mellom 0 (reflekterende) og 1 (absorberende).
$\bar{\alpha}$	Midlere lydabsorpsjonsfaktor , middelerverdi over alle rommets flater

Lydklasse for dører

Lydklassifisering for dører har tidligere fulgt standarden NS 3150 der dører klassifiseres med lydklasse 25 dB, 30 dB, 35 dB og 40 dB. I NS 8175:2012 kravsettes dører ved bruk av laboratoriemålt lydreduksjonstall R_w . Grovt kan en si at en dør med lydklasse vanligvis har et laboratoriemålt veid lydreduksjonstall som er minst 3 dB høyere. Eksempel: Dørklasse 30 dB tilsvarer laboratoriemålt veid lydreduksjonstall R_w 33 dB. Begge måter å angi lydegenskap til dører brukes av leverandører.

Feltmålte kontra laboratoriemålte størrelser

Laboratoriemålte størrelser er målt under kontrollerte forhold, og vil derfor kunne knyttes til den spesifikke konstruksjonen. Kvaliteten til en veggkonstruksjon vil forringes av alle omkringliggende konstruksjoner og tilslutningsdetaljer slik at en ikke kan forvente å oppnå samme tall når konstruksjonen måles etter at den er ferdig bygget, såkalt feltmålt verdi. I tillegg kan feltmålt verdi være en "sum" for en flate der forskjellige elementer inngår. Krav til vegger settes til feltmålt verdi, slik at de laboratoriemålte verdiene må brukes med forsiktighet i prosjekteringen.

Reflektorer, diffusorer og absorberer

Vanligvis er ikke dette spesielle konstruksjoner, men mer en omtale av flater med lydreflekterende, lydspredende eller -absorberende egenskaper. En reflektor kan være en systemhimling som bare består av tette gipsplater, mens en absorberent kan være en systemhimling med mineralullplater. En diffusor er en lydspredende flate som ikke absorberer lyd, men som bryter opp uheldige refleksjoner. Møblement som hyller o.l. kan ofte fungere som diffusorer.

Lydisolerende og lydabsorberende himling

Det er viktig å skille mellom lydisolerende og lydabsorberende himlinger;

En lydisolerende himling vil si en tilleggisolering av dekkekonstruksjonen for å øke luftlydisolasjonen i skilledekket, for eksempel i form av 2 lag gipsplater opphengt elastisk i lydbøyler, nedforet minimum 70 mm fra dekket, elastisk fuget mot omkringliggende vegger og hulrom fylt med mineralull.

En lydabsorberende himling vil si en himling bestående av absorberer (for eksempel mineralullplater eller perforerte gipsplater med akustikkduk eller mineralull bak). Hensikten med en lydabsorberende himling er i hovedsak å redusere etterklangstiden i rommet.

Subjektiv opplevelse av lydisolasjon

I oversikten under er det vist eksempel på hvordan man normalt subjektivt opplever lydisolasjon mellom to rom.

Tabell 8 Subjektiv oppfattelse av lydisolasjon

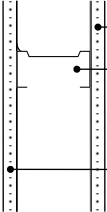
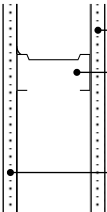
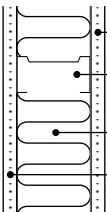
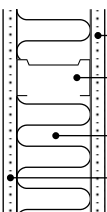
Lydisolasjon	Forventet overhøring
$R'_w = 24 \text{ dB}$	Samtaler mellom to personer kan overhøres, men en viss grad av intimitet oppnås
$R'_w = 34 \text{ dB}$	Samtaler mellom to personer kan overhøres hvis man lytter
$R'_w = 37 \text{ dB}$	Sikrer at normal tale mellom to personer ikke kan overhøres
$R'_w = 45 \text{ dB}$	Sikrer at samtaler mellom flere personer ikke kan overhøres
$R'_w = 48 \text{ dB}$	Tale og høy tale kan ikke overhøres
$R'_w = 52 \text{ dB}$	Bass kan overhøres fra musikk i naborommet

Bilag B Eksempler på konstruksjoner

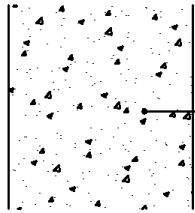
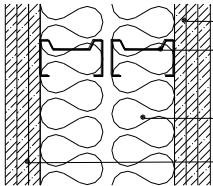
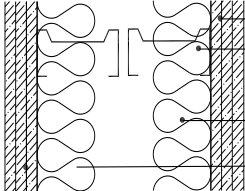
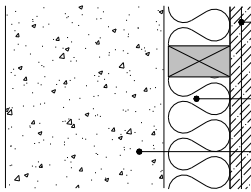
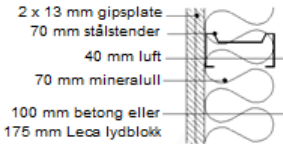
B.1 Veggkonstruksjoner

I tabellen under er det vist noen eksempler på veggkonstruksjoner. Det er gitt sannsynlig feltmålt veid reduksjonstall, R'_w , **der flankeforholdene er utformet slik at kravene ikke er svekket, se avsnitt 3.2.2.** Med lydstender menes Gyproc XR eller tilsvarende.

Tabell 9 Eksempler på veggkonstruksjoner.

Beskrivelse	Forventet R'_w
 13mm gipsplate Stålstender (70 mm) 13mm gipsplate	30 dB
 13mm gipsplate Lydstender (70 mm) 13mm gipsplate	30 dB
 13mm gipsplate Stålstender (70 mm) 70mm mineralull 13mm gipsplate	37 dB
 13mm gipsplate Lydstender (70 mm) 70mm mineralull 13mm gipsplate	40 dB

Beskrivelse	Forventet R'_w
2x13mm gipsplate Stålstender (70 mm) 70mm mineralull 2x13mm gipsplate	44 dB
2x13mm gipsplate Lydstender (70 mm) 70mm mineralull 2x13mm gipsplate	48 dB
2x13mm gipsplate Stålstender (100 mm) 100mm mineralull 2x13mm gipsplate	48 dB
2x13mm gipsplate Lydstender (100 mm) 100mm mineralull 2x13mm gipsplate	52 dB
2 x 13mm gipsplate 100mm mineralull 2 x 13mm gipsplate 2 x 70mm forskutt stålstender, felles svil	52 dB
2x13mm gipsplate 70mm mineralull 2x13mm gipsplate Stålstender (70 mm) 150mm	55 dB

Beskrivelse	Forventet R'_w
 200mm betong	55 dB
 3 x 13mm gipsplate 2 x 70mm stålstender, adskilt topp- / bunnsvil 2 x 70mm mineralull 3 x 13mm gipsplate  3 x 13mm gipsplate 2 x 100mm stålstender, adskilt topp- / bunnsvil 2 x 70mm mineralull 3 x 13mm gipsplate  2 x 13mm gipsplate 100mm mineralull 200mm betong  250mm betong	60 dB
 2 x 13 mm gipsplate 70 mm stålstender 40 mm luft 70 mm mineralull 100 mm betong eller 175 mm Leca lydblokk  2 x 13 mm gipsplate 70 mm stålstender 10 mm luft 70 mm mineralull	70 dB

B.2 Glasskonstruksjoner

Verdiene i tabellen er veiledende. Oppnådd lydisolasjon i praksis avhenger av arealstørrelse på glassfelt, valgt ramme/karm-løsning og utførelse ved innsetting.

- / Overgang mellom glass og laminat
- Overgang mellom glass og luft
- () Omslutter isolerruter, angitt kun for koblede vinduer

Tabell 10 Eksempler på glasskonstruksjoner som kan benyttes.

Lydreduksjonstall	Type vindu	Oppbygging/tykkelse (mm)
$R_w = 26$ dB	Enkelt glass	4
$R_w = 28$ dB	Enkelt glass Tolags isolerglass	6 4-15-4
$R_w = 31$ dB	Enkelt glass	10
$R_w = 33$ dB	Enkelt glass Tolags isolerglass	12 8-12-4
$R_w = 35$ dB	Tolags isolerglass Tolags isolerglass	8-16-4 8-20-4
$R_w = 48$ dB	Koblet vindu: Tolags isolerglass + enkelt glass Tolags isolerglass, laminert	(6-15-4)-90-8 Avstand <u>minimum</u> 90 mm 8/1/8-20-6/1/6
$R_w = 52$ dB	Koblet vindu: Tolags isolerglass + enkelt glass	(8-20-4)-100-8 Avstand <u>minimum</u> 100 mm
$R_w = 55$ dB	Koblet vindu: Tolags isolerglass, laminert + tolags isolerglass, laminert Koblet vindu: Tolags isolerglass, laminert + tolags isolerglass	(8/1/6)-160-(8/1/6) Avstand <u>minimum</u> 160 mm. Støpelaminat. (8-20-6)-160-(8-20-6) Avstand <u>minimum</u> 160 mm

Bilag C Tetteметoder for gjennomføringer

Tabell 11 Tetteметoder for radiatorrør. For skillevegger med lydkrav høyere enn R'_w 44 dB må man være spesielt oppmerksom på at man må unngå stiv kobling mellom de to veggside.

Radiatorrør	
Lydkrav	Utførelse
$R'_w = 37$ dB	Radiatorrør føres gjennom skillevegg. Det fugetettes rundt rørene.
$R'_w = 44$ dB	Gjennomføring utføres som for 37 dB. I tillegg monteres klammer på rørene nært skilleveggen for å dempe rørvibrasjonene. Klammer skal være stramme med foring.
$R'_w = 48$ dB	Gjennomføring i vegg utføres med elastisk neoprenkappe e.l. som monteres rundt rør i vegg og fugetettes på utsiden. Rørene festes med klammer som for 44 dB. Dersom radiatorrøret føres over himling eller i tett brystningskasse kan rørføringen utføres som for 37 dB.
$R'_w = 55$ dB	Gjennomføringer i skillevegg unngås om mulig. Ellers utføres gjennomføringen som for 48 dB. Eventuelt kan spesialforinger benyttes.
$R'_w = 60$ dB	Gjennomføringer i skillevegg unngås om mulig. Ellers legges gjennomføringen over tett lydisolerende himling.

Tabell 12 Tetteметoder for sprinklerrør og EL-rør. For skillevegger med lydkrav høyere enn R'_w 44 dB må man være spesielt oppmerksom på at man må unngå stiv kobling mellom de to veggside.

Sprinklerrør og EL-rør	
Lydkrav	Utførelse
$R'_w = 37$ dB	Rør føres gjennom skillevegg. Det fugetettes rundt rørene.
$R'_w = 44$ dB	Gjennomføring utføres som for 37 dB. I tillegg monteres klammer på rørene nært skilleveggen for å dempe rørvibrasjonene. Klammer skal være stramme med foring.
$R'_w = 48$ dB	Gjennomføring over himling eller inn fra korridor. Utføres som for 37 dB. Alternativt kan gjennomføring i vegg utføres elastisk i vegg og fugetettes på utsiden. Rørene festes med klammer som for 44 dB.

Sprinklerrør og EL-rør	
Lydkrav	Utførelse
$R'_w = 55 \text{ dB}$	Gjennomføringer i skillevegg unngås om mulig. Gjennomføringer over tett lydisolerende himling eller inn fra korridor. Utføres som for 37 dB. Alternativt kan gjennomføring i vegg utføres elastisk i veggen og fugetettes på utsiden. Rørene festes med klammer som for 44 dB.
$R'_w = 60 \text{ dB}$	Gjennomføringer i skillevegg bør unngås om mulig. Ellers utføres gjennomføringen som for 55 dB med spesiell tilpasning.

Tabell 13 Tettemetoder for brystningskanaler. For skillevegger med lydkrav høyere enn $R'_w 44 \text{ dB}$ må man være spesielt oppmerksom på at man må unngå stiv kobling mellom de to veggside.

Brystningskanaler	
Lydkrav	Utførelse
$R'_w = 37 \text{ dB}$	Kanal føres gjennom skillevegg. Det fuges rundt kanal. Lydstaver med lengde 250 mm monteres i kanal på en side av skilleveggen.
$R'_w = 44 \text{ dB}$	Kanalen deles inne i skilleveggen. Det monteres 250 mm lydstaver på begge sider. Ellers som for lydklasse 37 dB.
$R'_w = 48 \text{ dB}$	Kanal avsluttes mot skilleveggen. Gjennomføringer i rør som monteres i veggen fugetettes etter at kabel er montert (fuges rundt kabel i rør).
$R'_w = 55 \text{ dB}$	Gjennomføringer i skillevegg bør unngås. Dersom gjennomføringer er uunngåelig utføres denne som for 48 dB. I tillegg monteres lydstaver med lengde 250 mm mot vegg på begge sider.

Tabell 14 Tettemetoder for EL-bokser og skjult anlegg. For skillevegger med lydkrav høyere enn $R'_w 44 \text{ dB}$ må man være spesielt oppmerksom på at man må unngå stiv kobling mellom de to veggside.

Bokser og skap for skjult anlegg	
Lydkrav	Utførelse
$R'_w = 37 \text{ dB}$	Dersom bokser eller skap monteres rett overfor hverandre i skilleveggen må det fugetettes mellom boks/skap og veggplate. Innfelte skap skal ha avstand på min 30 mm fra motsatt veggplate. Hulrommet mellom skap og veggplate fylles med mineralull. Gjennomføringer av el-rør utføres som for sprinklerrør.

Bokser og skap for skjult anlegg	
Lydkrav	Utførelse
$R'_w = 44 \text{ dB}$	Som for 37 dB, men med omhyggelig fuging.
$R'_w = 48 \text{ dB}$	Som for 37 dB. Innfelte bokser og skap på motsatt side i samme skillevegg skal fortrinnsvis være forskjøvet minst 600 mm horisontalt i forhold til hverandre med separat rørføring ut til korridor (men dette kan fravikes i spesielle tilfeller). Dersom el-bokser må monteres rett overfor hverandre i samme skillevegg skal det monteres en ekstra gipsplate med dimensjon 600 x 800 mm inne i veggen mellom boksene. Gipsplaten settes mellom stendere.
$R'_w = 55 \text{ dB}$	Innfelling i skillevegg bør unngås. Eventuell montasje utføres som for 48 dB. Veggplater montert på separate stendere må ikke kortsluttes med rør, kabler eller skap.
$R'_w = 60 \text{ dB}$	Innfelt montasje i skillevegg unngås.

Tabell 15 Tettemetoder for VVS-anlegg. For skillevegger med lydkrav høyere enn $R'_w 44 \text{ dB}$ må man være spesielt oppmerksom på at man må unngå stiv kobling mellom de to veggside.

Kanaler for VVS-anlegg	
Lydkrav	Utførelse
$R'_w = 37 \text{ dB}$	Kanal kan føres gjennom skillevegg. Det skal fugetettes rundt kanal. Ventiler skal ha akustisk demping.
$R'_w = 44 \text{ dB}$	Som for 37 dB. Lyd via kanal - overhøring - må kontrolleres med hensyn til ventil og kanalnett.
$R'_w = 48 \text{ dB}$	Kanal føres gjennom skillevegg over systemhimling og brytes inne i skilleveggen ved bruk av skjøtenippel med gummipakning. Det må kontrollberegnes med hensyn til behov for lydfelle. Det skal fugetettes rundt kanal.
$R'_w = 55 \text{ dB}$	Gjennomføringer føres fra horisontal sjakt, eventuelt fra korridor. Ventiler skal være dempet og i tillegg utført med tilpasset lyddemper. Lengden av lyddemper avhenger av rørdimensjon og bør kontrollberegnes mot ønsket dempingsverdi.