

Oppdragsgiver
Røyken kommune

Rapporttype
Rapport

2017-09-01

SYDSKOGEN SKOLE

AKUSTISK

PROSJEKTERING

AKUSTISK PROSJEKTERING

Oppdragsnr.: 1350008818
Oppdragsnavn: Sydkogen skole
Dokument nr.: C-rap-01
Filnavn: C-rap-01 Sydkogen skole - Akustisk prosjektering

Revisjon	0			
Dato	2017-09-01			
Utarbeidet av	Christian Magnusson			
Kontrollert av	Lars Boberg Hov			
Godkjent av	Christian Magnusson			
Beskrivelse	Forprosjekt			

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder

Rambøll
Hoffsveien 4
Pb 427 Skøyen
NO-0213 OSLO
T +47 22 51 80 00
F +47 22 51 80 01
www.ramboll.no



INNHOOLD

1.	INNLEDNING.....	6
2.	DEFINISJONER.....	7
3.	MYNDIGHETSKRAV.....	8
3.1	Krav til luftlydisolasjon	9
3.2	Krav til trinnlydnivå.....	10
3.3	Krav til etterklangstid og differensierte kriterier for lydforhold	10
3.4	Krav til innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner.....	18
3.5	Krav til innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder.....	18
3.6	Krav til utendørs lydnivå (uteareal) fra tekniske installasjoner og fra utendørs lydkilde.....	19
3.7	Støy på arbeidsplassen	19
4.	UTENDØRS FORHOLD	20
5.	SKILLEKONSTRUKSJONER.....	20
5.1	Flanketransmisjon	20
5.1.1	Flanketransmisjon via gjennomgående vegger.....	21
5.1.2	Flanketransmisjon via takkonstruksjon	21
5.1.3	Flanketransmisjon via dekkekonstruksjon	21
5.2	Dekkekonstruksjoner.....	22
5.2.1	Massivtre dekker.....	22
5.2.2	Trinnlyd mellom rom på bunnplate.	23
5.2.3	Trapperom	23
5.3	Veggkonstruksjoner	24
5.3.1	CLT - elementvegger	24
5.3.2	Krav til dagslys og utsyn	25
5.3.3	Foldevegger og mobilvegger.....	25
5.3.4	Veggkonstruksjoner i rom for konfidensielle samtaler.	26
5.4	Musikkrom	26
5.5	Sløydrom	26
5.6	Gymsal	27
6.	AKUSTISK REGULERING.....	28
6.1	Undervisningsrom, SFO, grupperom og personalrom	28
6.1.1	Rom med grunnflate > 60 m ²	29
6.1.2	Rom med grunnflate < 30 m ²	29
6.2	Kontorer, møterom og arbeidsrom for lærere.	29
6.2.1	Rom med grunnflate > 15 m ²	29
6.2.2	Rom med grunnflate mindre enn 15 m ²	29
6.3	Fellesarealer.....	29
6.3.1	Aula	29
6.3.2	Bibliotek.	30
6.4	Gymsal	30
6.5	Musikkrom	30
6.5.1	Musikkrommet.....	31
6.5.2	Øvestudioer.....	31
7.	TEKNISKE INSTALLASJONER.....	32
7.1	Generelt	32
7.2	Ventilasjon og støy fra teknisk utstyr.....	32
7.3	Heis	32

7.4	Avløp.....	33
7.5	El-installasjoner i lydvegger.....	33

FIGUROVERSIKT

Figur 1. Gjeldende lovverk, forskrifter, veiledere og standarder.....	8
Figur 2. Etterklangstid, T , i forhold til netto romvolum, V , for forskjellige musikkformer. Stiplede linjer gjelder for øvingsrom, fullt optrukne linjer gjelder for framføringssaler.....	16
Figur 3. 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 for forsterket musikk, framføring ...	17
Figur 4. 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 for forsterket musikk, øving	17
Figur 5. 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 for akustisk lydsvak og lydsterk musikk, framføring og øving	17
Figur 6. Viser prinsipp for flankerende flate med og uten splitt i eksempelvis himling.	20
Figur 7. Viser prinsipp med og uten splitt eller påføring på gjennomgående vegger.	21
Figur 8 Viser snitt av dekkekonstruksjon med tilleggskonstruksjon mellom klasserom og korridor.	23
Figur 9. Viser prinsippoppbygging av veggkonstruksjoner.....	25
Figur 10. Illustrasjon av diffusorer og prinsipper.	31
Figur 11 Montering av rør i lettvegg/sjakt.....	33

TABELLOVERSIKT

Tabell 1. Definisjoner brukt i rapporten	7
Tabell 2. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, luftlydisolasjon. Laveste grenseverdier for lydreduksjonstall, R'_w	9
Tabell 3. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, trinnlydnivå. Høyeste grenseverdi for trinnlydnivå, $L'_{n,w}$	10
Tabell 4. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, etterklangstid. Høyeste grenseverdi for etterklangstid, T	11
Tabell 5. Lydklasser for undervisningsbygg - restaurantbygninger. Romakustikk og innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner	11
Tabell 6. Lydklasser for undervisningsbygg - produksjonsbygninger. Romakustikk og innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner	11
Tabell 7. Lydklasser for undervisningsbygg - ventearealer og inngangspartier. Romakustikk og innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner	12
Tabell 8. Lydklasser for undervisningsbygg - kommunikasjonsveier. Romakustikk og innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner	12
Tabell 9. Egenskaper og krav for øvingsrom for forsterket musikk	12
Tabell 10. Egenskaper og krav for øvingsrom til akustisk, lydsterk musikk	13
Tabell 11. Egenskaper og krav for øvingsrom til akustisk, lydsvak musikk	13
Tabell 12. Egenskaper og krav for øvingsrom til akustisk, lydsvak musikk	14
Tabell 13. Egenskaper og krav for framføringsrom.....	15
Tabell 14. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, tekniske installasjoner. Høyeste grenseverdi for innendørs lydtryknivå	18
Tabell 15. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, utendørs lydkilder. Høyeste grenseverdier for lydtryknivå	18
Tabell 16. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, utendørs lydkilder. Høyeste grenseverdier for lydtryknivå	19
Tabell 17 Forventet lydreduksjon i forbindelse med innkassing/sjaktvegger ...	33

1. INNLEDNING

Rambøll er engasjert av Røyken kommune som rådgivende ingeniør akustikk for å ivareta den akustiske prosjekteringen på Sydslogen skole.

Rapporten vil angi akustiske krav, anbefalinger og vurdering for å tilfredsstille «Teknisk forskrift etter Plan- og bygningsloven» med videre henvisning til NS 8175:2012 og NS 8178:2014.

Oppdraget er gjennomført med tegningsgrunnlag fra arkitekt, og all prosjektering baseres på tegningsgrunnlag som forelå før 01.09.2017.

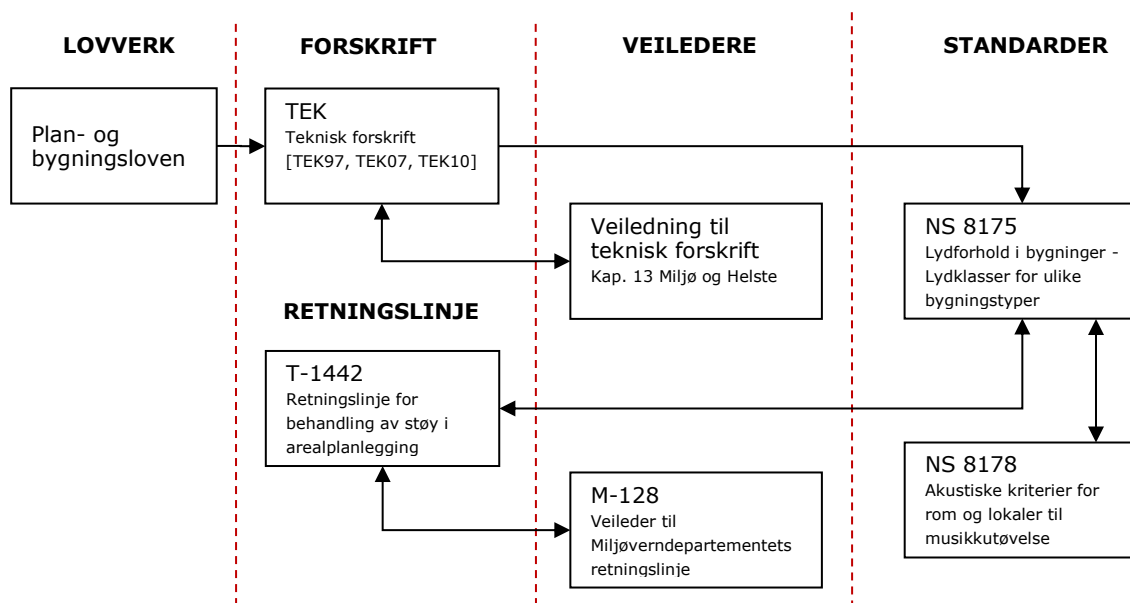
2. DEFINISJONER

Tabell 1. Definisjoner brukt i rapporten

Klasse C	Angir grenseverdier for nye bygninger som tilsvarer intensjoner for minstekrav i tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven, og for ombygninger der det stilles samme krav som for nye bygninger (jf. plan- og bygningsloven (pbl) § 87 nr. 2).
Luftlydisolasjon	En konstruksjons evne til å isolere mot luftlydoverføring i bygninger. Angis i NS8175 med målestørrelsen veid feltmålt lydreduksjonstall, R'_w , og med enhet desibel (dB).
Trinnlydisolasjon	En konstruksjons evne til å overføre lyd fra fottrinn, dunking o.l. i bygninger. Angis i denne standarden med målestørrelsen feltmålt veid normalisert trinnlydnivå, $L'_{n,w}$, og med enhet desibel (dB).
Etterklangstid	Den tid det tar for lydtryknivået å avta 60 dB etter at lydkilden er stoppet. Angis i sekunder (s). MERKNAD: Kort etterklangstid tyder på høy akustisk absorpsjon i rommet. I vanlig møblerte boligrom er T ofte lik ca. 0,5 s.
T_h	Etterklangstid relatert til rommets høyde.
R_w	Veid, laboratoriemålt reduksjonstall (dB).
R'_w	Veid, feltmålte reduksjonstall angis i dB. Benyttes i forbindelse med krav til luftlydisolasjon mellom rom i ferdig bygning
A-veid	Hørselsbetinget veiing av et frekvensspektrum slik at de frekvensområdene hvor hørselen har høy følsomhet tillegges forholdsmessig høyere vekt enn de deler av frekvensspekteret hvor hørselen har lav følsomhet.
Lydnivå (støynivå)	Beskriver styrken av lyd (støy) i eller utenfor en bygning. Angis i NS8175 ved målestørrelsene A-veid ekvivalent lydtryknivå, $L_{pA,eq,T}$, A-veid maksimalt lydtryknivå, $L_{pA,max}$, C-veid maksimalt lydtryknivå, $L_{pC,max}$ eller oktavbåndnivåer, og med enhet desibel (dB).
$L_{pA,T}$	Et mål på det gjennomsnittlige A-veide nivået for varierende lyd over en bestemt tidsperiode T, for eksempel 30 minutt, 8 timer, 24 timer. Krav til innendørs støynivå angis som døgnekvivalent lydnivå, altså et gjennomsnittlig lydnivå over døgnet.
L_{pAFmax}	Maksimalt lydtryknivå. Krav til maksimalt støynivå gjelder der det er mer enn 10 hendelser per natt over grenseverdien
Teknisk installasjon	Bygningens faste installasjon, utendørs eller innendørs, som ventilasjonsanlegg, heis, varmeanlegg, kjøleanlegg, sanitæranlegg, sentralstøvsuger, varmepumper og andre lignende installasjoner som er nødvendig for bygningens drift, og som ikke kan kontrolleres av den berørte personen.
Lydeffektnivå, L_w	Frekvensavhengige lydeffektnivåer fra en lydkilde. Danner grunnlaget for å vurdere og/eller sammenlikne kilder og for å beregne lydnivået i rommet. Enhet desibel (dB).
Absorpsjonsfaktor, α	Faktor som beskriver i hvilken grad et materiale er akustisk lydabsorberende. Angis som et ubenevnt tall mellom 0 og 1.

3. MYNDIGHETSKRAV

Det stilles særskilte lydkrav til skoler og andre bygninger til undervisningsformål. I "Teknisk forskrift etter Plan- og bygningsloven" (utg. 2010) er det gitt funksjonskrav med hensyn på lyd og lydforhold i bygninger. Byggeforskriften med veiledning tallfester ikke krav til akustikk og lydisolasjon, men henviser til norsk standard NS 8175:2012 "Lydforhold i bygninger - Lydklassifisering av ulike bygningstyper" (lydklassestandarden). Klasse C i standarden regnes for å tilfredsstille forskriftens minstekrav for søknadspliktige tiltak. Tabellene under er utdrag fra flere tabeller i NS8175. Samlet angir disse de viktigste kravene i prosjektet. Med hensyn til utendørs støy henviser NS8175 til "Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442).



Figur 1. Gjeldende lovverk, forskrifter, veiledere og standarder

3.1 Krav til luftlydisolasjon

Luftlydisolasjon er en konstruksjons evne til å isolere mot luftlydoverføring i bygninger. Jo større tall dess *bedre* er konstruksjonen (tak, dekke, vegg, vindu) til å isolere mot luftlydoverføring. Angis med målestørrelsen feltmålt veid lydreduksjonstall, R'_w , og med enheten desibel (dB).

Tabell 2. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, luftlydisolasjon. Laveste grenseverdier for lydreduksjonstall, R'_w

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse B	Klasse C
Mellom undervisningsrom			
Mellom undervisningsrom og personalrom/felles arealer/felles oppholdsrom, samt mellom personalrom og fellesgang uten dørforbindelse	R'_w (dB)	52	48
Mellom undervisningsrom og fellesgang/korridor med dørforbindelse.	R'_w (dB)	40	35
Mellom spesialrom som musikkrom, formingsrom, rom for kroppsøving, enkle lydstudioer, eller andre spesialrom med støyende aktiviteter, og andre undervisningsrom/personalrom/fellesarealer	R'_w (dB)	65	60
Mellom spesialrom som nevnt ovenfor, og fellesgang/korridor med dørforbindelse	R'_w (dB)	55	50
Mellom musikkrom for elektrisk forsterket musikk, slagverksrom osv. og andre undervisningsrom o.l.	R'_w (dB)	75	70
Mellom spesialrom som nevnt ovenfor, og fellesgang/korridor med dørforbindelse	R'_w (dB)	60	55
Mellom større undervisningsrom/auditorier og andre undervisnings- og personalrom	R'_w (dB)	60	55
Mellom større undervisningsrom/auditorier som foran, og fellesgang/korridor med dørforbindelse	R'_w (dB)	55	50
Mellom kontorer			
Mellom kontorer og fellesarealer/fellesgang/korridor uten dørforbindelse	R'_w (dB)	40	37
Mellom vanlig kontor som foran, og fellesgang/korridor med dørforbindelse	R'_w (dB)	28	24
Mellom møterom og andre rom/korridor uten dørforbindelse	R'_w (dB)	48	44
Mellom møterom og fellesgang/korridor med dørforbindelse	R'_w (dB)	38	34
Mellom samtalerom, legekantor, o.l. kontorer med behov for konfidensielle samtaler og andre rom	R'_w (dB)	52	48
Mellom rom som foran med behov for konfidensielle samtaler og korridor med dørforbindelse	R'_w (dB)	38	34

3.2 Krav til trinnlydnivå

Trinnlydnivå er en konstruksjons evne til å overføre lyd fra fottrinn og dunking i bygninger. Målestørrelsen, $L'_{n,w}$, oppgis i dB, og angir feltmålt veid normalisert trinnlydnivå. Høye trinnlydnivå oppstår normalt ved overføring vertikalt gjennom dekker, men det er viktig å merke seg at horisontale overføringsveger også må tas hensyn til. Her kommer blant annet viktigheten av å bryte dekker mellom innvendig skillevegger. Lav verdi for trinnlydnivå angir en god konstruksjon.

Tabell 3. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, trinnlydnivå. Høyeste grenseverdi for trinnlydnivå, $L'_{n,w}$

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse B	Klasse C
Mellom to undervisningsrom/personalrom Undervisningsrom/personalrom fra fellesarealer/ fellesrom	$L'_{n,w}$ (dB)	58	63
I undervisningsrom/personalrom fra fellesgang/korridor/trapperom	$L'_{n,w}$ (dB)	53	58
Mellom spesialrom som musikkrom, formingsrom, rom for kroppssøving, enkle lydstudioer eller andre spesialrom med støyende aktiviteter I undervisningsrom/personalrom/fellesarealer fra spesialrom	$L'_{n,w}$ (dB)	48	53
I spesialrom som foran fra fellesgang/korridor med dørforbindelse	$L'_{n,w}$ (dB)	53	58
Mellom større undervisningsrom/auditorier og andre undervisnings- og personalrom	$L'_{n,w}$ (dB)	43	48
I spesialrom som foran fra fellesgang/korridor med dørforbindelse	$L'_{n,w}$ (dB)	48	53
Mellom kontorer Mellom et kontor og møterom I kontor fra kommunikasjonsvei, som fellesareal/fellesgang/korridor	$L'_{n,w}$ (dB)	58	63
I møterom fra kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor	$L'_{n,w}$ (dB)	53	58

3.3 Krav til etterklangstid og differensierte kriterier for lydforhold

Etterklangstid er den tiden det tar for lydtrykknivået å avta 60 dB etter at lydkilden er stoppet. Målestørrelsen, T , oppgis i sekunder (s). Kort etterklangstid oppnås i rom med høy akustisk absorpsjon.

Krav og kriterier gitt i NS 8178:2014 fastsetter rammer for lokaler som brukes til musikkøving og fremføring. Kriteriene er differensiert ut fra tre musikkformer:

- Forsterket musikk
- Lydsvak musikk
- Lydsterk musikk

Kravene er gitt i tabell 9 – 11 og figurer 3 – 5 nedenfor. Se for øvrig eget kapittel vedrørende akustisk regulering.

Tabell 4. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, etterklangstid. Høyeste grenseverdi for etterklangstid, T

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse B	Klasse C
I undervisningsrom ¹⁾ , sløydosal, møterom	T (sek)	0,4	0,5
I trapperom	T (sek)	0,7	0,8
I større undervisningsrom/auditorier og andre undervisnings- og personalrom	T_h (sek)	$0,16 \times h$	$0,20 \times h$
I undervisningslandskap	T (sek)	0,3	0,4
I undervisningslandskap	STI	0,75	0,70
I gymnastikksal, svømmehall, rom med støyende aktiviteter, fellesareal og korridor	T_h (sek)	$0,16 \times h$	$0,20 \times h$
Kontorer og møtelokaler	T_h (sek)	$0,16 \times h$	$0,20 \times h$
I kontorlandskap og videokonferanserom	T_h (sek)	$0,13 \times h$	$0,16 \times h$

¹⁾ I undervisningsrom for sang og musikk kan noe lenger etterklangstid være riktig

²⁾ For personer med nedsatt funksjonsevne (syn og hørsel) bør lydforholdene i undervisningslandskap tilpasses internasjonalt anbefalte retningslinjer.

Tabell 5. Lydklasser for undervisningsbygg - restaurantbygninger. Romakustikk og innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse B	Klasse C
Midlere lydabsorpsjonsfaktor i restaurant, serveringssted, kantine, spiserom, pauserom og lignende.	α	0,25	0,2
Høyeste etterklangstid i restaurant, serveringssted, kantine, spiserom, pauserom og lignende. relatert til rommets høyde	T_h (s)	$0,16 \times h$	$0,20 \times h$
Lydnivå i restaurant, serveringssted, kantine, spiserom, pauserom og lignende fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning.	$L_{p,AT}$ (dB)	30	35
	$L_{p,AF,max}$ (dB)	32	37

Tabell 6. Lydklasser for undervisningsbygg - produksjonsbygninger. Romakustikk og innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse B	Klasse C
Midlere lydabsorpsjonsfaktor i lokale for industri, håndverk, forretning og lignende.	α	0,25	0,2
Høyeste etterklangstid i lokale for industri, håndverk, forretning og lignende, relatert til rommets høyde	T_h (s)	$0,16 \times h$	$0,20 \times h$
Lydnivå i lokale for industri, håndverk, forretning og lignende fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning.	$L_{p,AT}$ (dB)	40	45
	$L_{p,AF,max}$ (dB)	42	47

Tabell 7. Lydklasser for undervisningsbygg - ventearealer og inngangspartier. Romakustikk og innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse B	Klasse C
Midlere lydabsorpsjonsfaktor i resepsjon og annet henvendelsepunkt og annet henvendelsepunkt, foajé, venteareal og inngangsparti	α	0,25	0,2
Høyeste etterklangtid i resepsjon og annet henvendelsepunkt, foajé, venteareal og inngangsparti og lignende, relatert til rommets høyde	T_h (s)	0,16 x h	0,20 x h
Lydnivå i resepsjon og annet henvendelsepunkt, foajé, venteareal og inngangsparti og lignende fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning.	$L_{p,AT}$ (dB)	25	30
	$L_{p,AF,max}$ (dB)	27	32

Tabell 8. Lydklasser for undervisningsbygg - kommunikasjonsveier. Romakustikk og innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse B	Klasse C
Midlere lydabsorpsjonsfaktor i transportareal, korridor, svalgang, fellesareal og lignende.	α	0,20	0,15
Høyeste etterklangtid i kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang og lignende, relatert til rommets høyde.	T_h (s)	0,20 x h	0,27 x h
Lydnivå i kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang og lignende fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning.	$L_{p,AT}$ (dB)	33	38
	$L_{p,AF,max}$ (dB)	35	40

Tabell 9. Egenskaper og krav for øvingsrom for forsterket musikk

Egenskap	Øvecelle	Lite ensemblerom	Mellomstort ensemblerom	Stort ensemblerom
Antall utøvere	1 - 2	3 - 6	6 - 12	>12
Netto midlere romhøyde	$\geq 2,4$ m	$\geq 2,4$ m	≥ 3 m	≥ 4 m
Nettovolum	> 25 m ³	≥ 60 m ³	≥ 180 m ³	≥ 400 m ³
Nettoareal		≥ 20 m ²	≥ 60 m ²	≥ 100 m ²
Romgeometri	Skråstilt vegg	Skråstilt vegg	-	-
Akustisk behandling*	VA, HA, BA, D	VA, HA, BA, D	VA, HA, BA, D D ved behov	VA, HA, BA, D D ved behov
Etterklangtid	Se eget kapittel vedrørende akustisk regulering			
Bakgrunnsstøynivå	Som for undervisningsrom gitt i kap. 3.4			
Luftlydisolasjon	Se tabell 2			

* Tegnforklaringer: HA = himlingsabsorbenter, VA = veggabsorbenter, BA = bassabsorbenter, D = diffusorer

Tabell 10. Egenskaper og krav for øvingsrom til akustisk, lydsterk musikk

Egenskap	Øvecelle	Lite ensemblerom	Mellomstort ensemblerom	Stort ensemblerom
Antall utøvere	1 - 2	3 - 12	12 - 24	>25
Netto midlere romhøyde	≥ 2,7 m	≥ 3,5 m	≥ 4,5 m	≥ 5 m
Nettovolum	> 40 m ³	≥ 60 m ³ ≥ 60 m ³ (relatert til antallet utøvere)	≥ 360 m ³ ≥ 500 m ³ for storband	≥ 30 m ³ /utøver og minst ≥ 1000 m ³ for janitsjarkorps, ≥ 1500 m ³ for brassband, ≥ 1000 m ³ for symfoniorkester
Nettoareal	≥ 15 m ²	-	-	≥ 120 m ² + 2 m ² per utøver
Romgeometri	Skråstilt vegg (unngå flutterekko)	Skråstilt vegg (unngå flutterekko)	Unngå lydfokusering, ekko og flutterekko	Unngå lydfokusering, ekko og flutterekko
Akustisk behandling*	VA, HA, BA, variabel akustikk	VA, HA, D ved behov	VA, HA, D ved behov	VA, HA, D ved behov
Etterklangstid	Se eget kapittel vedrørende akustisk regulering			
Bakgrunnsstøynivå	Som for undervisningsrom gitt i kap. 3.4			
Luftlydisolasjon	Se tabell 2			

* Tegnforklaringer: HA = himlingsabsorbenter, VA = veggabsorbenter, BA = bassabsorbenter, D = diffusorer

Tabell 11. Egenskaper og krav for øvingsrom til akustisk, lydsvak musikk

Egenskap	Øvecelle	Lite ensemblerom	Mellomstort ensemblerom	Stort ensemblerom
Antall utøvere	1 - 2	3 - 12	12 - 20	20 - 35 (strykeorkester) 20 - 80/100 (kor)
Netto midlere romhøyde	≥ 2,7 m	3,5 m - 4 m	≥ 4,5 m	≥ 5 m
Nettovolum	> 30 m ³	45 m ³ - 200 m ³ (relatert til antallet utøvere)	≥ 200 m ³	≥ 700 m ³
Nettoareal	≥ 15 m ²	20 m ² - 40 m ² (relatert til antallet utøvere)	40 m ² - 70 m ² (relatert til antallet utøvere)	≥ 50 m ² + 1,5 m ² per utøver
Romgeometri	Skråstilt vegg (unngå flutterekko)	Skråstilt vegg (unngå flutterekko)	Unngå lydfokusering, ekko og flutterekko	Unngå lydfokusering, ekko og flutterekko Flatt gulv (amfi har andre krav)
Akustisk behandling*	(VA), HA, BA, D Noe variabel absorpsjon	(VA), HA, BA, D Noe variabel absorpsjon	Ved behov: VA, HA, BA, D	Ved behov: VA, HA, BA, D
Etterklangstid	Se eget kapittel vedrørende akustisk regulering			
Bakgrunnsstøynivå	Som for undervisningsrom gitt i kap. 3.4			
Luftlydisolasjon	Se tabell 2			

* Tegnforklaringer: HA = himlingsabsorbenter, VA = veggabsorbenter, BA = bassabsorbenter,

D = diffusorer

Tabell 12. Egenskaper og krav for øvingsrom til akustisk, lydsvak musikk

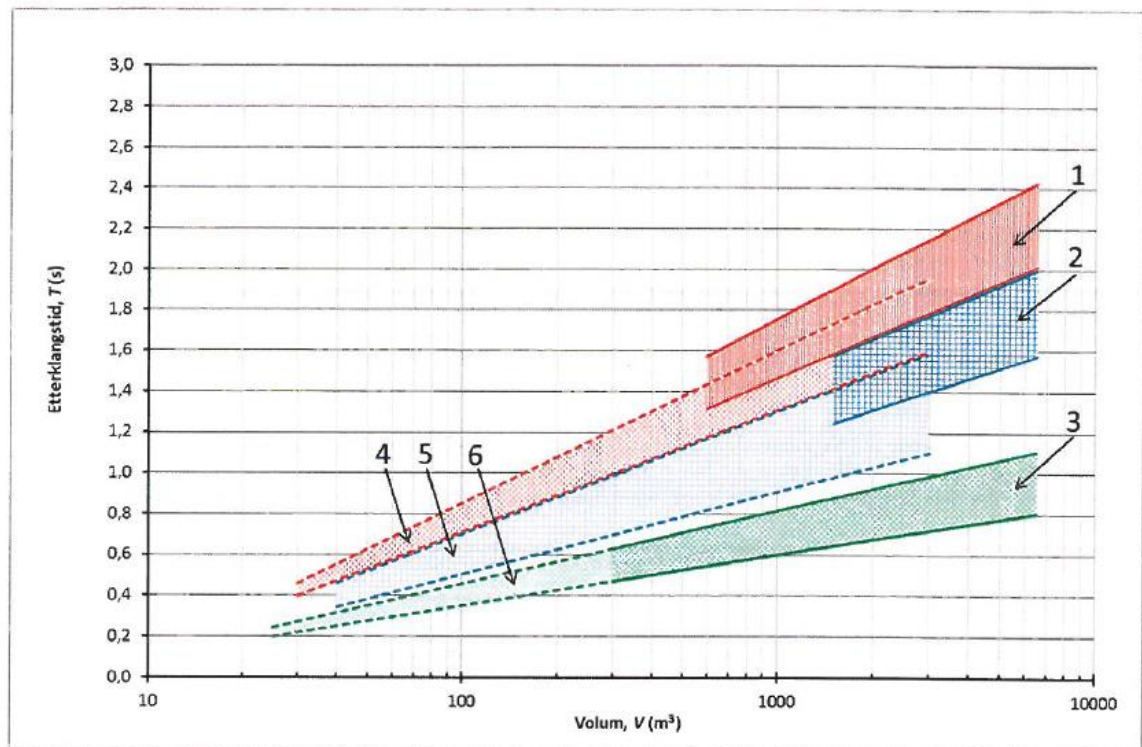
Egenskap	Forsterket musikk		Lydsterk musikk	Lydsvak musikk
	Klubbscene	Sal		
Antall tilhørere	100 – 500	≥ 200	≥ 150	≥ 50
Netto midlere romhøyde	4 m – 6 m	5 m – 8 m	8 m – 12 m	6 m – 12 m
Nettovolum	300 m ³ - 800 m ³ (relatert til antallet tilhørere)	≥ 600 m ³	≥ 10 m ³ /person inkl.musikere og minst ≥ 1500 m ³	≥ 12 m ³ /person inkl.musikere og minst ≥ 600 m ³
Nettoareal	100 m ² - 300 m ² (relatert til antallet tilhørere)	≥ 100 m ²	-	-
Seneareal (netto riggareal)	≥ 30 m ²	≥ 50 m ²	≥ 100 m ²	≥ 75 m ²
Romgeometri	-	-	Unngå konkave romflater og trekant/vifteform	Flatt gulv eller svakt hellende amfi. Unngå konkave romflater og trekant/vifteform Minst 4 m romhøyde ved bakerste rad i amfi
Akustisk behandling*	VA, HA, BA, D	HA, BA, D	Noe diffuserende flater	D Variabel absorpsjon
Etterklangstid	Se eget kapittel vedrørende akustisk regulering			
Bakgrunnsstøynivå	Som for undervisningsrom gitt i kap. 3.4			
Luftlydisolasjon	Se tabell 2			
Scene	D T $\approx$ som i sal. Kontrollere lydnivå på små scener		D T $\approx$ som i sal. Delvis absorberende bakvegg. Stor romhøyde, minst samme som salen.	D T $\approx$ som i sal. Delvis absorberende bakvegg. Stor romhøyde, minst samme som salen.

* Tegnforklaringer: HA = himlingsabsorbenter, VA = veggabsorbenter, BA = bassabsorbenter, D = diffusorer

Tabell 13. Egenskaper og krav for framføringsrom

Egenskap	Forsterket musikk		Lydsterk musikk	Lydsvak musikk
	Klubbscene	Sal		
Antall tilhørere	100 – 500	≥ 200	≥ 150	≥ 50
Netto midlere romhøyde	4 m – 6 m	5 m – 8 m	8 m – 12 m	6 m – 12 m
Nettovolum	300 m ³ - 800 m ³ (relatert til antallet tilhørere)	≥ 600 m ³	≥ 10 m ³ /person inkl.musikere og minst ≥ 1500 m ³	≥ 12 m ³ /person inkl.musikere og minst ≥ 600 m ³
Nettoareal	100 m ² - 300 m ² (relatert til antallet tilhørere)	≥ 100 m ²	-	-
Seneareal (netto riggareal)	≥ 30 m ²	≥ 50 m ²	≥ 100 m ²	≥ 75 m ²
Romgeometri	-	-	Unngå konkave romflater og trekant/vifteform	Flatt gulv eller svakt hellende amfi. Unngå konkave romflater og trekant/vifteform Minst 4 m romhøyde ved bakerste rad i amfi
Akustisk behandling*	VA, HA, BA, D	HA, BA, D	Noe diffuserende flater	D Variabel absorpsjon
Etterklangstid	Se eget kapittel vedrørende akustisk regulering			
Bakgrunnsstøynivå	Som for undervisningsrom gitt i kap. 3.4			
Luftlydisolasjon	Se tabell 2			
Scene	D T _≈ som i sal. Kontrollere lydnivå på små scener		D T _≈ som i sal. Delvis absorberende bakvegg. Stor romhøyde, minst samme som salen.	D T _≈ som i sal. Delvis absorberende bakvegg. Stor romhøyde, minst samme som salen.

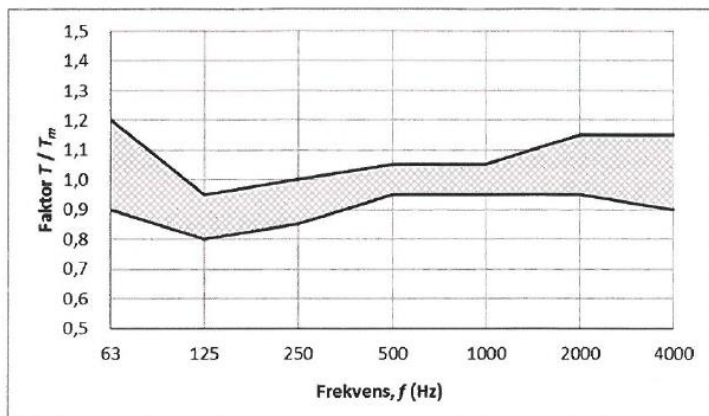
* Tegnforklaringer: HA = himlingsabsorbenter, VA = veggabsorbenter, BA = bassabsorbenter, D = diffusorer



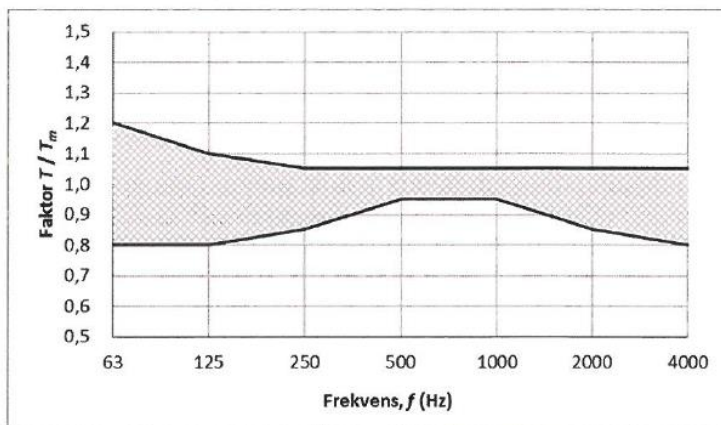
Tegnforklaring

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

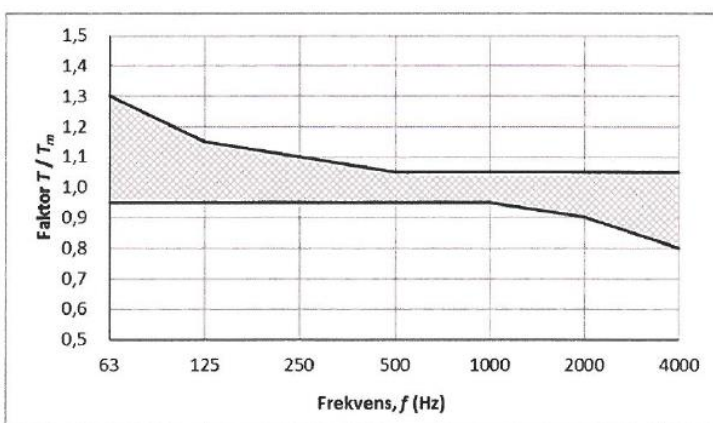
Figur 2. Etterklangstid, T , i forhold til netto romvolum, V , for forskjellige musikkformer. Stiplede linjer gjelder for øvingsrom, fullt optrukne linjer gjelder for framføringssaler



Figur 3. 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 for forsterket musikk, framføring



Figur 4. 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 for forsterket musikk, øving



Figur 5. 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 for akustisk lydsvak og lydsterk musikk, framføring og øving

3.4 Krav til innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

Med teknisk installasjon menes bygningsteknisk installasjon, utendørs eller innendørs, som ventilasjonsanlegg, heis, varmeanlegg, kjøleanlegg, sanitæranlegg, sentralstøvsuger, varmepumpe og andre lignende installasjoner som er nødvendige for bygningens drift.

Tabell 14. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, tekniske installasjoner. Høyeste grenseverdi for innendørs lydtryknivå

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse B	Klasse C
I undervisningsrom, landskap og møterom fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning	$L_{p,AT}$ (dB)	25	28
	$L_{pA,max}$ (dB)	27	30
I musikkrom/sal/lydstudio o.l. fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning	$L_{p,AT}$ (dB)	20	23
	$L_{pA,max}$ (dB)	22	25
I kontor, fellesareal og møterom fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning.	$L_{p,AT}$ (dB)	28	33
	$L_{pA,max}$ (dB)	30	35
I videokonferanserom	$L_{p,AT}$ (dB)	25	28
	$L_{pA,max}$ (dB)	27	30

3.5 Krav til innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder

Med utendørs lydkilde menes lydkilde som ikke er integrert del av en bygning, som vegtrafikk, tog, fly, trikk, industri og lignende, samt strukturlyd fra tunneler og kulverter med vegtrafikk og skinnegående trafikk. Måles i A-veid ekvivalent lydtryknivå, $L_{p,Aeq,T}$ med enheten desibel (dB).

Tabell 15. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, utendørs lydkilder. Høyeste grenseverdier for lydtryknivå

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse B	Klasse C
I undervisningsrom/møterom fra utendørs lydkilder	$L_{p,AT}$ (dB)	27	30
I kontorer fra utendørs lydkilder	$L_{p,AT}$ (dB)	30	35

3.6 Krav til utendørs lydnivå (uteareal) fra tekniske installasjoner og fra utendørs lydkilde

Tabell 16. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, utendørs lydkilder. Høyeste grenseverdier for lydtryknivå

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse B	Klasse C
Lydnivå på uteoppholdsareal og utenfor vindu for bygninger til undervisningsformål i brukstid fra tekniske installasjoner i samme bygning og i annen bygning	$L_{p,AFmax}$ (dB)	37	40
I kontorer og møterom fra utendørs lydkilder	$L_{p,AFmax}$ (dB)	40	45
Lydnivå på uteareal og utenfor vinduer fra utendørs lydkilder*	L_d eller L_{de} (dB)	Klasse C -5 dB	Nedre grenseverdi for gul sone

*Støysonene er relatert til Miljøverndepartementets Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging T-1442.

3.7 Støy på arbeidsplassen

FOR 2011-12-06 nr 1358. Forskrift om tiltaksverdier og grenseverdier for fysiske og kjemiske faktorer i arbeidsmiljøet samt smitterisikogrupper for biologiske faktorer (forskrift om tiltaks- og grenseverdier)

§ 2-1: Tiltaksverdier

Tiltaksverdiene for støyeksponering er:

- | | |
|--|--|
| a) nedre tiltaksverdi for arbeidsforhold i gruppe I: | $LEX,1h = 55 \text{ dB}$ |
| b) nedre tiltaksverdi for arbeidsforhold i gruppe II: | $LEX,1h = 70 \text{ dB}$ |
| c) nedre tiltaksverdi for arbeidsforhold i gruppe III: | $LEX,8h = 80 \text{ dB}$ |
| d) øvre tiltaksverdi: | $LEX,8h = 85 \text{ dB}$ og $L_{pC,peak} = 130 \text{ dB}$ |

For arbeidsforhold i gruppene I og II skal støy fra egen aktivitet ikke inngå i vurderingen i forhold til nedre tiltaksverdi såfremt arbeidstakeren kan avbryte støyen. For spise- og hvilerom skal kun bakgrunnsstøy fra installasjoner, tilstøtende lokaler og omgivelser inngå i vurderingen.

§ 2-2: Grenseverdier for støy

Grenseverdier for støyeksponering er:

- Daglig støyeksponeringsnivå, $L_{EX,8h}$: 85 dB
- Toppverdi av lydtryknivå, $L_{pC,peak}$: 130 dB

§ 1-4 sier forskriften følgende om de ulike gruppene:

- Gruppe I: arbeidsforhold hvor det stilles store krav til vedvarende konsentrasjon eller behov for å føre uanstrengt samtale og i spise- og hvilerom.
- Gruppe II: arbeidsforhold hvor det er viktig å føre samtale eller vedvarende store krav til presisjon, hurtighet og oppmerksomhet.
- Gruppe III: arbeidsforhold med støyende maskiner og utstyr under forhold som ikke går innunder arbeidsgruppe I og II.

4. UTENDØRS FORHOLD

Det er ikke utført en støyutredning for kartlegging av utendørs forhold på tomten iht «Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging T-1442». Skolen ligger ikke i nærhet til fylkesvei eller annen vei, og det vil ikke være behov for kartlegging av støy fra veitrafikk.

5. SKILLEKONSTRUKSJONER

Det stilles krav til luft- og trinnlydisolasjon i alle dekker som skal utgjøre lydsille mellom rom med funksjonskrav. Se Tabell 2 og Tabell 3 i kapittel 3.1 og 3.2.

Eventuelle endringer av i rombeskrivelsene vil kunne medføre andre endring av funksjonskravkravene. Kravene er vurdert med utgangspunkt i funksjonsbeskrivelser fra ARK, byggherre og brukergrupper.

Det henvises til vedlagte lydplaner for angivelse av lydkrav i rom med funksjonskrav.

Det skal benyttes massivtre (CLT – elementer) som bærende bæresystem for både dekke- og veggkonstruksjoner for hele skolen. Totalentreprenør (TE) må vurdere bæresystem opp mot akustiske funksjonskrav, og ytterligere vurderinger av betong for områder i og rundt sløyd, musikkrom og gymsal må gjennomføres.

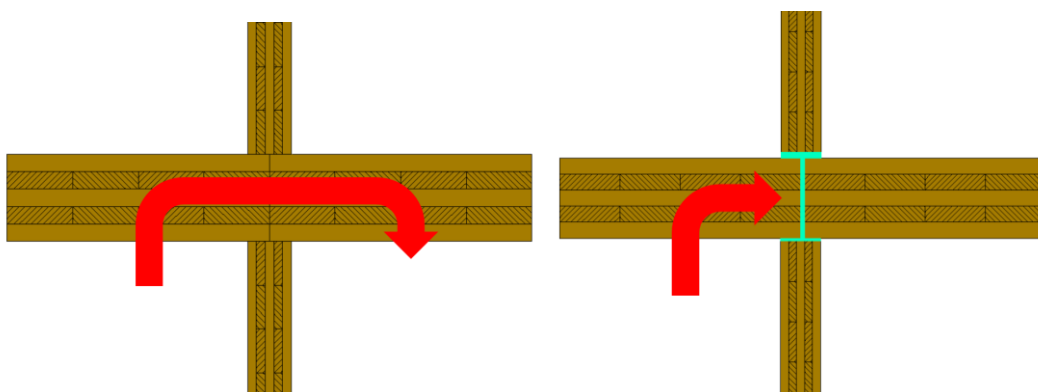
5.1 Flanketransmisjon

Det er av stor betydning at løsninger for å ivareta flanketransmisjon i detaljprosjekteringen innarbeides i prosjektet og at dette gjøres så tidlig som mulig i samråd med ansvarlig RIB og ARK.

Flanketransmisjon må ivaretas med tiltak i følgende situasjoner:

- Via alle gjennomgående vegger
- Via takkonstruksjon
- Via dekkekonstruksjon

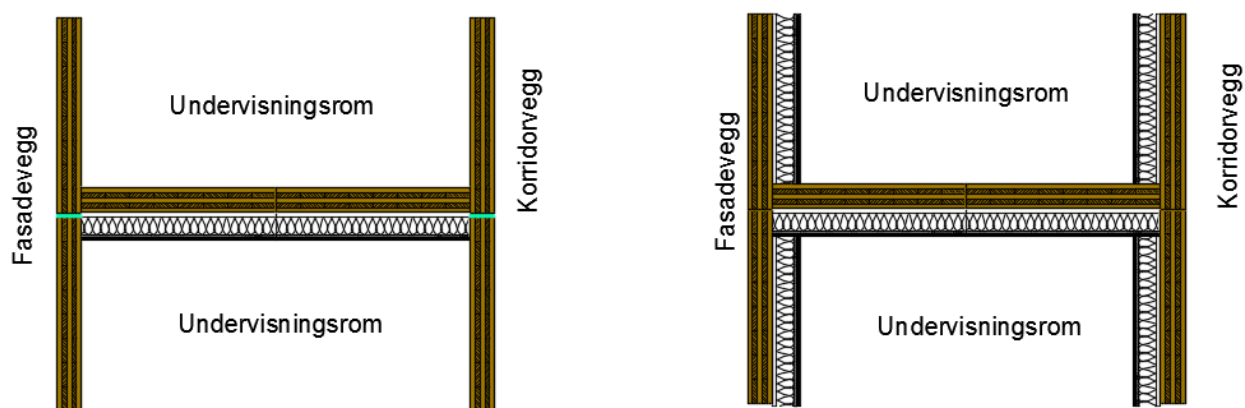
Tiltak for å forhindre flankeoverføring gjøres best med splitt med elastisk sjikt eller med tilleggskonstruksjoner på gulv, vegger eller i himling. Figur 6 viser grunnprinsippet for opplagring med elastisk sjikt.



Figur 6. Viser prinsipp for flankerende flate med og uten splitt i eksempelvis himling.

5.1.1 Flanketransmisjon via gjennomgående vegger

For korridorvegger og fasadevegger antas det at det er ønskelig med gjennomgående og eksponert massivtre i korridor og i klasserom. Veggene må da ha påføring i *alle* rom og avsluttes ved alle skillevegger. Der det ikke skal benyttes påføring må det utføres splitt ved *alle* tilslutninger der gjennomgående vegg møter innvendig skillevegg. Figur 7 under viser prinsippet med og uten påføring. Splitt med elastisk sjikt (sylomer/sylodyn eller tilsvarende) er vist i tegning til venstre.



Figur 7. Viser prinsipp med og uten splitt eller påføring på gjennomgående vegger.

5.1.2 Flanketransmisjon via takkonstruksjon

Der det skal benyttes takkonstruksjon av Lett-tak eller TRP må tilslutning vegg/takk ivaretas slik at flanketransmisjon via taket forhindres.

5.1.3 Flanketransmisjon via dekkekonstruksjon

Det vil oppstå flanketransmisjon via dekkekonstruksjoner hvis det ikke utføres tiltak. For å forhindre sideveis lydoverføring *må* gulvoppbygging utføres mot alle ferdig monterte vegger med luftsjikt/støperemse på min. 5 mm eller utføres med splitt under alle vegger med funksjonskrav.

Det *må* planlegges for gulvoppbygging i alle rom med funksjonskrav inkl. fellesarealer.

Potensielt vil det også være behov for å utføre tiltak på undersiden av etasjeskillere for å forhindre flanketransmisjon via CLT-elementene avhengig av valgt løsning for å ivareta flanketransmisjon. CLT-elementene kan brytes konstruktivt med et elastisk koblingspunkt der etasjeskille går over en skillevegg mellom to rom med funksjonskrav. Alternativt må det benyttes lydhimling eller kombiplater for å forhindre flanketransmisjon gjennom dekket der massivtredekke planlegges gjennomgående over flere skillevegger med lydkrav. Lydhimlingen kan alternativt etableres i annen hvert rom.

Lydhimling anbefales med følgende oppbygging:

- 2 x 13 mm gips med omlegg.
- Lekter forankret i lydbøyler eller vibrasjonsisolerte oppheng.
- 50 mm mineralull i hulrom.

Systemet må bygges med minimum 70 mm høyde. Standard byggehøyde er 100 mm. Generelt må det sikres at lydhimling tåler belastning av systemhimling/himlingsabsorbenter som må medtas grunnet akustisk regulering av rommet. Se eget kapittel vedrørende akustisk regulering.

5.2 Dekkekonstruksjoner

5.2.1 Massivtre dekker

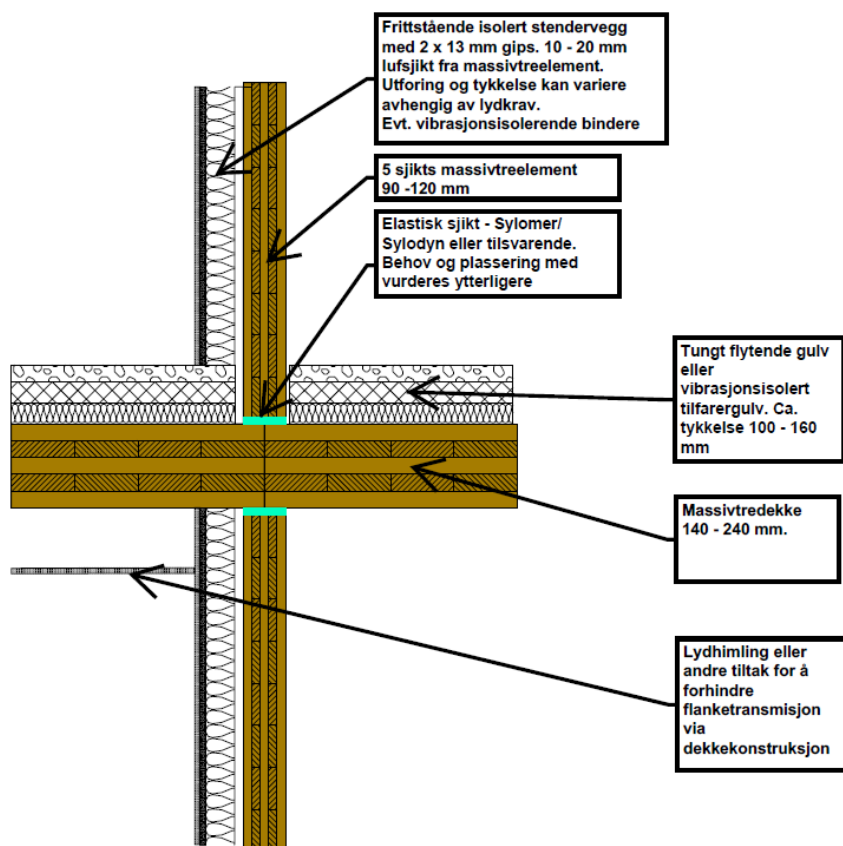
Bruk av massivtre som konstruktiv dekkekonstruksjon innebærer at elementene må suppleres med tilleggskonstruksjoner på oversiden for å ivareta krav til luft- og trinnlyd både vertikalt og horisontalt i *alle* rom og fellesarealer med funksjonskrav.

For å overholde krav til luftlydisolasjon og trinnlydnivå kan følgende prinsipper for gulvoppbygging benyttes:

- Vibrasjonsisolerte tilfarergulv med overliggende platelag.
- Hard mineralull/trinnlydplater under påstøp/sparkelsmasse.
- Påstøp/pukk/betongheller med overliggende hard mineralull/trinnlydplate under påstøp/sparkelsmasse.

Det må legges til grunn bruk av 140 – 240 mm CLT – elementer med en gulvoppbygging som bygger i størrelsesorden ca. 100 – 180 mm fra overkant CLT – element.

Figur 8 viser snitt av tilslutning mellom et klasserom og korridor med et gjennomgående CLT – element. Behov og plassering av opplagring på elastiske sjikt må prosjekteres og vurderes avhengig av valgt løsning på gulv og vegger. Oppbygging og prinsipp vil gjelde for *alle* rom, men med tilpasninger avhengig av funksjonskrav til rommene.



Figur 8 Viser snitt av dekkekonstruksjon med tilleggskonstruksjon mellom klasserom og korridor.

Alle krav til luftlydisolasjon og trinnlydsnivåer anses ivaretatt med valgte løsninger forutsatt at gulvoppbygging over massivtre element etableres mot ferdig monterte veggskiver.

5.2.2 Trinnlyd mellom rom på bunnplate.

For å ivareta krav til trinnlydsnivå i plan 1 må det benyttes tiltak med trinnlyd dempende egenskaper tilsvarende $\Delta L_{n,w} \geq 20$ dB i fellesarealer og $\Delta L_{n,w} \geq 15$ dB i undervisningsrom, møterom, grupperom m.m. Et alternativt tiltak vil være å splitte bunnplate i alle randsoner mot skillevegger med lydkrav. Føringer beskrevet i 5.1.2 vil gjelde for alle rom.

For Blackbox og musikkrommene må tiltak innebære splitt eller sprang i bunnplate.

5.2.3 Trapperom

Fra trapperom til tilstøtende rom gjelder krav til trinnlydsnivå $L'_{n,w} = 58$ dB eller lavere. Med elastisk opplagring og splitting av trapp og repos vil krav til trinnlydsnivå overholdes uten øvrige tiltak. Dersom en slik løsning ikke er ønskelig eller mulig, anbefales det å benytte trinnlyddempende belegg med egenskaper $\Delta L'_{n,w} = 20 - 30$ dB eller bedre. Kravet avhenger av hvilken funksjon tilstøtende rom har.

5.3 Veggkonstruksjoner

Det henvises til vedlagte lydplaner for angivelse av lydkrav på vegger, dører og etterklangstider.

Der det skal være vinduer eller dører i vegg, gjelder kravet for samlet luftlydisolasjon til konstruksjonen som helhet. Dersom deler av vegg skal bestå av glass og dører, må leverandør kunne dokumentere at dører, vinduer og lignende har tilstrekkelig gode luftlydisolerende egenskaper. Det gjøres oppmerksom på at utstrakt bruk av glass kan gjøre det vanskelig å oppnå høye lydisolasjonsverdier.

Der det skal benyttes pre aksepterte stendervegger henvises det til tabell tabell 20 i kapittel 8 Vedlegg. Kommentarer i denne tabellen er gjeldende uavhengig av type innervegger.

I rom hvor det potensielt skal benyttes preaksepterte vegger av stål og gips er det forutsatt stenderavstand cc 600 mm, stålstendere med vanlig profilutforming og godstykkelse 0,56 mm, 13 mm gipsplater og normal flanketransmisjon. Med hensyn til mineralull er det forutsatt normal kvalitet av enten glassvatt eller steinull. Alle sprekker og tilslutninger må fuges med elastisk fugemasse iht beskrivelse fra produsenter og NBI. Se veggbeskrivelser i kapittel 8.

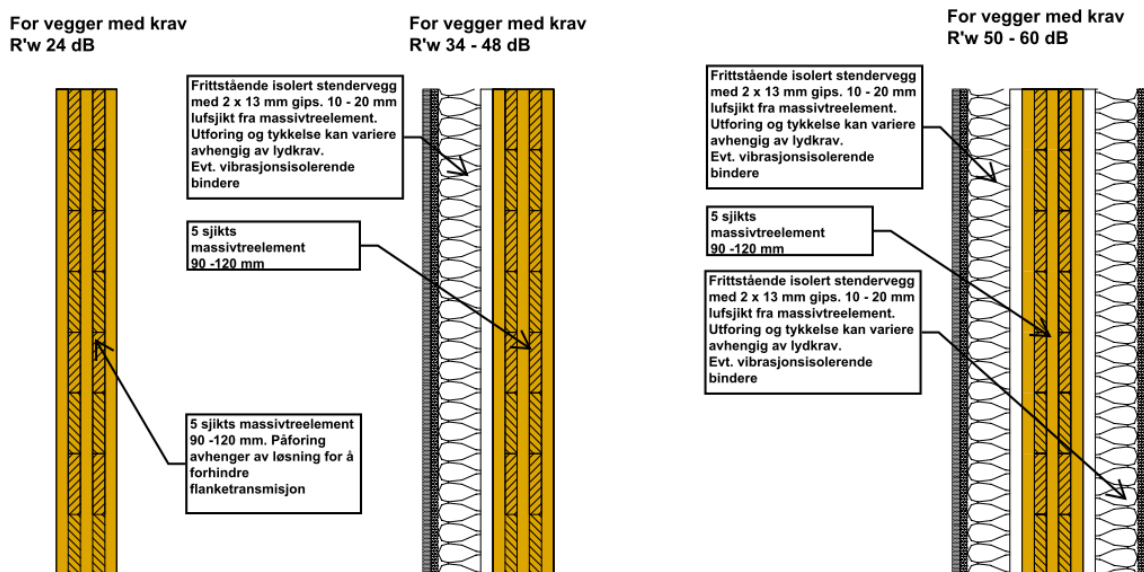
5.3.1 CLT - elementvegger

Bruk av massivtre forutsetter at alle tilslutninger og overganger mellom rom med funksjonskrav ivaretas med elastisk opplagring av massivtre elementene for å forhindre flanketransmisjon mellom skillene.

Det er av betydning at totalentreprenør medtar løsninger for å ivareta flanketransmisjon i detaljprosjekteringen.

Det er generelt medtatt en utforingsvegg på alle massivtre vegger. Utforingsvegg må avsluttes mot skillevegger for å forhindre flankeoverføring da det forventes at massivtre elementene ønskes utført som gjennomgående i fellesarealer og korridorer. Dette gjelder særlig ved tilslutninger på fasadevegg og skillevegger mot korridorer/fellesarealer. Avhengig av lydkrav på vegg mot korridor kan utforing minimeres ved lave lydkrav.

Figur 9 angir prinsipper for veggoppbygging og utførelse av påforingsvegger. Tykkelse og behov for påføring vil variere avhengig av lydkrav, andel glass- og dørkonstruksjoner og valgte løsninger for å forhindre flankeoverføringer. Angitte prinsipper vil gjelde for alle vegger i rom med funksjonskrav.



Figur 9. Viser prinsippoppbygging av veggkonstruksjoner

5.3.2 Krav til dagslys og utsyn

Generelt vil krav til direkte og indirekte dagslys som oftest divergere med lydkrav, og det gjøres oppmerksom på at utstrakt bruk av glass kan gjøre det vanskelig å oppnå høye lydisolasjonsverdier uten kostnadmessige konsekvenser.

Der det er beskrevet glasskonstruksjoner i vegger uten dørforbindelse må det benyttes doble laminerte glasskonstruksjoner. Det forutsettes at totalentreprenør ivaretar dette der dette er aktuelt i skillekonstruksjoner med krav $R'_w \geq 44$ dB. Eventuelt fravik fra TEK 10 må synliggjøres og det må søkes dispensasjon med begrunnelse.

Det henvises til ARK tegninger for angivelse av krav til glasskonstruksjoner.

5.3.3 Foldevegger og mobilvegger

Byggherre har satt prosjektkrav til veggkonstruksjon med foldedør til $R'_w \geq 37$ dB.

Med foldevegger mellom undervisningsrom og møterom kan det erfaringsvis være vanskelig å oppnå lydkrav. De fleste leverandører av foldevegger oppgir at de kan levere produkter med lab.målte verdier $R_w = 31 - 48$ dB. Av erfaring vil slike lydskiller svekkes med mer enn 10 dB over tid grunnet slitasje.

Mellom rom med krav $R'_w = 48$ dB hvor det er ønskelig med fleksibilitet og hyppig bruk av foldevegger, må det forventes lydsmitte ved samtidig bruk av rommene, hvis det ikke benyttes robuste mobilvegger. Er det ønskelig å oppnå gode lydisolerende egenskaper, god fleksibilitet og samtidig bruk av rommene, anbefales det å vurdere mobilvegger med minst 8 dB bedre lab.målte verdier enn kravet til veggen tilsier.

Det anbefales å benytte foldedør med lab.målt verdi $R_w \geq 48$ dB.

5.3.4 Veggkonstruksjoner i rom for konfidensielle samtaler.

I veggkonstruksjon med dørforbindelse er totalt krav til veggkonstruksjon $R'_w \geq 34$ dB. (angitt $R'_w \geq 35$ dB generelt i prosjektet). For å forhindre overhøring, spesielt i ventearealer inntil eksempelvis legekantor og lignende, må det benyttes dørkonstruksjon med lab.målt verdi $R_w \geq 38$ dB. Dette er uavhengig av om dørarealet utgjør mindre enn 20 % av totalt veggareal.

5.4 Musikkrom

Musikkrom planlegges i plan 1 på bunnplate med tilstøtende SFO i samme plan, samt tilstøtende sløyd og klasserom i plan 2. Krav internt mellom musikkrom og musikkrom mot tilstøtende rom med funksjonskrav er $R'_w \geq 60$ dB og $R'_w \geq 50$ dB i vegg med dørforbindelse. Rommene skal dimensjoneres for akustiske instrumenter hvor det unntaksvis skal benyttes forsterket musikk.

Det er fra byggherre ønsket enkle dørkonstruksjoner i veggkonstruksjon med krav $R'_w \geq 50$ dB mot fellesarealer. Dette innebærer et fravik fra TEK, og det må av den grunn søkes dispensasjon fra tallfestet krav i gitt i NS 8175.

Det må planlegges for «rom i rom» løsning med nedforet lydhimling (lydisolerende gipshimling), tungt flytende gulv og utforing på fasadevegg innvendig i alle musikkrommene.

Lydhimling anbefales med følgende oppbygging:

- 2 x 13 mm gips med omlegg.
- Lekter forankret i lydbøyler eller vibrasjonsisolerte oppheng.
- 50 mm mineralull i hulrom.

Systemet må bygges med minimum 70 mm høyde. Standard byggehøyde er 100 mm. Generelt må det sikres at lydhimling tåler belastning av systemhimling / himlingsabsorbenter som må medtas grunnet akustisk regulering av rommet. Se eget kapittel vedrørende akustisk regulering.

Bunnplate splittes i alle randsoner mot skillevegger med lydkrav hvis det ikke skal etableres tung flytende gulv. Eventuell splitt i bunnplate må utføres ned under EPS/XPS hvis ikke øverste EPS lag kan erstattes av støpeplate av mineralull. Splitt kan da avsluttes mot EPS/XPS sjikt.

TE må vurdere bruk av massivtre eller betong opp mot gitt funksjonskrav i rommene og særlig mot sløydrommet i plan 2 og SFO.

5.5 Sløydrom

Musikkrom planlegges i plan 2 med tilstøtende klasserom i samme plan og musikkrom under i plan 1. Krav mot tilstøtende rom med funksjonskrav er $R'_w \geq 60$ dB og $R'_w \geq 50$ dB i vegg med dørforbindelse. Planlagt maskinrom anses som samme brukerområder da det er opplyst fra bruker og byggherre at det kun skal foregå kontrollert undervisning i rommet.

Det er fra byggherre ønsket enkle dørkonstruksjoner i veggkonstruksjon med krav $R'_w \geq 50$ dB mot fellesareal. Dette innebærer et fravik fra TEK, og det må av den grunn søkes dispensasjon fra tallfestet krav i gitt i NS 8175.

Det må planlegges for tungt flytende gulv som støpes mot ferdig monterte vegger med støperemse.

TE må vurdere bruk av massivtre eller betong opp mot gitt funksjonskrav i rommet.

5.6 Gymsal

Gymsal er planlagt med bruk av betong i alle vegger mot tilstøtende rom.

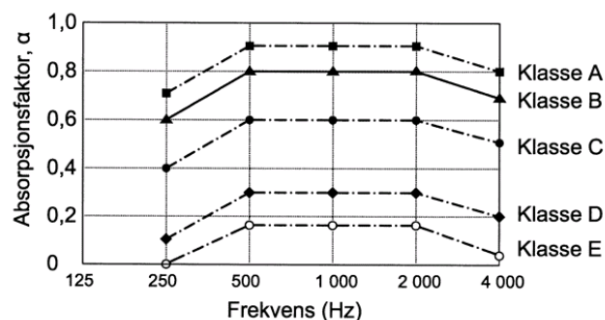
Det er fra byggherre ønsket enkle dørkonstruksjoner i veggkonstruksjoner med krav $R'_w \geq 50$ dB. Dette innebærer et fravik fra TEK, og det må av den grunn søkes dispensasjon fra tallfestet krav i gitt i NS 8175.

6. AKUSTISK REGULERING

Det er krav til etterklang for alle undervisningsrom, grupperom, kontorer/møterom, fellesarealer, musikkrom, trappesjakter m.m jfr. krav i kap 3.

Krav til etterklang gjelder normalt i oktavbåndene 125 – 2000 Hz dersom annet ikke er spesifisert. Generelt gjelder krav til maksimal etterklangstid for alle oktavbånd, med en aksept for inntil 40 % overskridelse i 125 Hz båndet.

Lydabsorbenter klassifiseres etter klasser på grunnlag av målt absorpsjonsfaktor. Faktoren er midlet over frekvensområdet 250 – 4000 Hz. Klasse A absorbenter innehar best absorpsjonsevne og tilsvarende klasse E minst.



Typiske klasse A absorbenter er:

- Porøse absorbenter med minimum nedforing 200 mm fra eksisterende himling.
- Direkte monterte porøse absorbenter med minimum tykkelse 50 mm.

Der det beskrives veggabsorbenter må det påregnes 40 – 150 mm utforing på vegg avhengig av ønsket type veggabsorbent og behov for akustisk regulering i aktuelt rom. Generelt for undervisningsrom

Der det er beskrevet heldekkende himling utgjør dette 90 % av himlingsarealet ved at ulike føringer for tekniske fag, armaturer eller andre nødvendige installasjoner i tak hensyntas.

Rom som ikke er spesifisert nedenfor skal ha heldekkende himlingsabsorbent av klasse B iht. ISO 11654.

Alle etterklingsberegninger forutsetter moderat til høy møbleringsgrad som medfører diffusjon i rom.

6.1 Undervisningsrom, SFO, grupperom og personalrom

Kravet er i henhold til NS8175:2012 0,5 sekunder og 0,4 sekunder for SFO.

For å oppnå tilfredsstillende etterklangstid i alle rom må det påregnes heldekkende himling, klasse A, i tillegg til veggabsorbenter som utgjør en % andel av gulvareal. Behovet er gitt av rommets areal.

Ved fast orientering av undervisningsarealene vil vi anbefale at plassering av veggabsorbent utføres på bakvegg/sidevegg for å begrense refleksjonen fra taleposisjonen.

Eventuell reduksjon av andel absorpsjonsareal i tak må suppleres med veggabsorbenter med proporsjonalt areal.

For spesialrom med mye fast møblering bør det tilstrebes å benytte veggabsorbenter som angitt nedenfor.

De fleste undervisningsrom vil ha et areal på 70 m²,

6.1.1 Rom med grunnflate > 60 m²

Det påregnes heldekkende himling klasse A og veggabsorbenter som utgjør 30 - 40 % av gulvareal.

6.1.2 Rom med grunnflate < 30 m²

Det påregnes heldekkende himling klasse A.

6.2 Kontorer, møterom og arbeidsrom for lærere.

Kravet er i henhold til NS8175:2012 relatert til rommets høyde hvor etterklangstiden utgjør $0,2 \times h$. Krav 0,6 sekunder forutsatt nettohøyde 3,0 meter.

For å oppnå tilfredsstillende etterklangstid i alle rom må det påregnes heldekkende himling klasse A i tillegg til veggabsorbenter som utgjør en % andel av gulvareal – gitt av rommets areal.

For større møterom med sentrert møtebord kan himlingsområdet over bordet med fordel gjøres reflekterende, med plassering av himlingsabsorbenter i randsonene. Reduksjon av andel absorpsjonsareal i tak suppleres med veggabsorbent på en av sideveggene. Dette gjelder ikke videokonferanserom, som bør ha heldekkende himling.

For møterom og arbeidsrom bør plassering av absorbenter planlegges i neste planfase med tanke på møblering og fast inventar.

6.2.1 Rom med grunnflate > 15 m²

Det påregnes heldekkende himling, klasse A, og veggabsorbenter som utgjør 15 % av gulvareal.

6.2.2 Rom med grunnflate mindre enn 15 m²

Det påregnes 60 - 80 % himling klasse A.

6.3 Fellesarealer

Krav til etterklang er funksjonsavhengig jfr. tabell 5 – 8 i kap.3.

Arealene omfatter korridorer, kantine, inngangsparti, vrimlearealer og læringssenter. For alle funksjonsavhengig situasjoner relateres krav til arealenes høyde. Krav $0,2 \times h$, med unntak av korridorer og kommunikasjonsveier som har krav $0,27 \times h$.

6.3.1 Aula

Aula i skolen planlegges med et amfi hvor arealets funksjon antas å være flerbruk samt fungere som hovedinngang på skolen. Aula er tilknyttet andre arealer som fellesareal og bibliotek i plan 2 med relativ liten grad av åpenhet. I tillegg planlegges det for sceneareal ved amfi, som primært skal benyttes som framføringsareal ved elevforestillinger og besøk av den kulturelle skolesekken.

Rommet vil ha en fri høyde på ca. 4 meter med et krav til etterklangstid relatert til rommets høyde $0,2 \times h = 0,8$ sekunder, og sekundært som framføringsrom for akustiske musikkgrupper i henhold til krav gitt i NS 8178.

Det må benyttes heldekkende himlingsabsorbenter under alle dekkekonstruksjoner og veggabsorbenter som utgjør ca. 50 % av totalt gulvareal fordelt på vegger der det ventes størst personbelastning.

Rommet må detaljprosjekteres i neste planfase. Blant annet bør det avklares hvorvidt rommet primært skal dimensjoneres som fellesareal hvor demping i rommet er vesentlig eller hvorvidt rommet skal gjøres mer klangfullt for å ivareta eventuelt akustisk fremføring for lydsterke og lydvake musikkgrupper.

Det må medtas tilpasninger for regulerbare gardinger og annet teknisk sceneutstyr.

6.3.2 Bibliotek.

Krav til etterklangstid er 0,6 sekunder med en nettohøyde 3,0 meter. Krav til etterklangstid tilfredsstiller TEK10 med heldekkende himling forutsatt at det planlegges med tilstrekkelig møblering i form av sittegrupper og bokhyller slik at behov for ytterligere veggabsorpsjon kun bør planlegges lokalt der det er planlagt stor personbelastning.

6.4 Gymsal

Gymsal tilrettelegges og dimensjoneres for idrettsbruk og undervisning. Salen skal kunne avgrenses til mindre arealer.

Det må benyttes heldekkende himling klasse A og det er viktig at det benyttes absorbenter som tåler mekanisk påvirkning som slag, ballspill etc. Typiske absorbenter vil være mineralullplater, treullselementplater, spaltepanel eller perforerte metallpaneler.

I tillegg må det benyttes veggabsorbenter fordelt på veggene tilsvarende 30 - 40 % av gulvareal. Veggabsorbenter bør plasseres på den ene langsiden samt på begge gavlsider. Absorbentene må etableres fra gulv og opp i en gitt høyde.

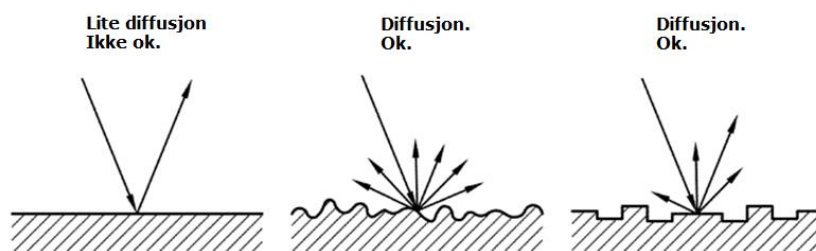
6.5 Musikkrom

Alle musikkrommene skal dimensjoneres etter differensiert bruk i henhold til NS8178:2014 «Akustiske kriterier for rom og lokaler til musikkutøvelse». Det forutsettes akustiske instrumenter, unntaksvis forsterket musikk basert for undervisning på barneskoler.

Det forutsettes at ansvarlig RIAku detaljprosjekterer alle musikkrommene i neste planfase.

For å sikre tilfredsstillende lydforhold i rommene må det tas hensyn til flere romakustikkparametere enn etterklangstiden alene. Blant annet et behov for lydspredende og diffuserende felter og bassabsorbenter på vegg i tillegg til eventuelt behov for absorberende veggflater. I store musikkrom som skal ha en noe lengre etterklangstid enn øverommene er det behov for vesentlig diffusjon på veggelementer. Dette innebærer eksempelvis at veggelementer i kryssfinér, eller annet egnet materiale, ikke danner en stor reflekterende flate, men at veggplatene er vinklet relativt til hverandre. Det er vesentlig med mye diffuserende flater for å unngå uønskede refleksjoner og fokuspunkter i de aktuelle rom. Eksempler på diffusorer varierer, avhengig av ambisjonsnivå, men i skolesammenhenger, vil normalt åpne hyller og spiler med ulik dimensjon og dybde egne seg som diffusorer.

Det må benyttes absorbenter med en dokumentert absorpsjonsfaktor $\alpha \geq 0,5$ i frekvensområdet under 250 Hz, og det bør generelt tilstrebes jevne og flate etterklangskurver i alle musikkrommene.



Figur 10. Illustrasjon av diffusorer og prinsipper.

6.5.1 Musikkrommet

Musikkrommet skal primært benyttes som undervisningsrom for akustisk lydsvake og lydsterke musikkgrupper og skal dimensjoneres i henhold til krav gitt i NS 8178:2014

For å tilfredsstille krav til etterklangstid, romforsterkning og andre akustiske parametere er det av betydning at det benyttes bassabsorbenter og diffusorer som akustisk regulering og at plassering av disse gjøres for å unngå lydfokusering og ekkoeffekter.

Det må benyttes reflekterende himling som utgjør ca. 50 % av totalt himlingsareal. Øvrig himlingsareal gjøres absorberende med direkte monterte himlingsabsorbenter, klasse A for å ivareta tilstrekkelig himlingshøyde.

På den ene langvegg og kortvegg må det avsettes plass til diffusorer og veggabsorbenter med tilstrekkelig utforming fra vegg for å forhindre flutterekko og ekkoeffekter i rommet. Omfanget bør minst utgjøre 40 – 50 % av totalt gulvareal, i tillegg til eventuelle bass/membranabsorbenter. Plassering av akustiske tiltak på vegg bør gjøres i øre høyde.

Vurderinger av bør gjøres i sammenheng med planlagt møblering på vegg. F.eks bokhyller og lagring av musikkutstyr m.m.

6.5.2 Øvestudioer

Rommet skal dimensjoneres som øvecelle og studio for akustisk lydsvake og lydsterke musikkgrupper i henhold til krav i NS 8178:2014.

Det må benyttes heldekkende absorberende himling.

På vegger fordeles diffusorer og absorbenter jevnt med en andel på henholdsvis 50 % og 60 % av gulvareal. Plassering av akustiske tiltak på vegg bør gjøres i øre høyde.

Det må benyttes bass- og membranabsorbenter på vegg eller i hjørner.

7. TEKNISKE INSTALLASJONER

7.1 Generelt

Maksimalt støynivå fra tekniske installasjoner forutsettes å bli ivaretatt av rådgiver og -entreprenør for tekniske fag.

7.2 Ventilasjon og støy fra teknisk utstyr

Ventilasjonsanlegg bør opplagres elastisk for å hindre lydforplantning til andre arealer. Opphengene for rør, kanaler m.m bør vibrasjonsisolerers for å unngå forplantning av lavfrekvent støy. Dette er spesielt viktig når det gjelder varmepumper og tilsvarende utstyr som inneholder kompressorer eller annet tungt roterende eller oscillerende maskineri. På generelt grunnlag anbefales tunge konstruksjoner rundt tekniske installasjoner. Teknisk utstyr som ventilasjonsaggregater og kjølemaskin må plasseres minimum 0,2 m fra tunge vegger og 0,5 m fra lette vegger.

Utstyr og installasjoner i det tekniske rommet som kan gi vibrasjoner/strukturforplantninger, som aggregater, kompressorer, vifter og lignende, bør vibrasjonsisolerers med vibrasjonsisolatorer av gummi eller stålfjærer (min. 95 % isoleringsgrad).

Ved kanalgjennomføringer anbefales det bruk av sirkulære spirokanaler, da dette er gunstig mht. lydutbredelse og tetting ved gjennomføringer i vegger/dekke. Ventilasjonskanaler og rør må ikke være i direkte kontakt med eller festes i vegger, sjaktvegger etc., og det anbefales at det brukes vibrasjonsisolerende klamring. Ventilasjonskanaler mellom rom anbefales generelt å gå via korridor. Bruk av lydfeller begrenser lydggjennomgangen i kanalene og lydfeller forutsettes beregnet av RIV.

I spesialrom må tekniske føringer planlegges grundig slik at det unngås at det gjøres perforeringer i veggskiller uten dørforbindelser med høye lydkrav. Blant annet må tekniske installasjoner i musikkrom planlegges nøye med tanke på beskrevet lydhimling som ikke skal perforeres.

7.3 Heis

Det stilles ikke konkrete krav til vegg mellom heis og andre rom, men krav til maksimalt støynivå fra tekniske anlegg må tilfredsstilles. Dersom det benyttes 200 mm betong i heissjaktene, vil dette normalt være godt nok til at luftbåren støy ikke overstiger krav.

Heismaskiner må i tillegg vibrasjonsisolerers, f.eks. ved myke gummibaserte vibrasjonsisolatorer. Helst bør heismaskinen stå på et vibrasjonsisolert betongfundament. Releene må også vibrasjonsisolerers. Det stilles krav til at heisleverandør tilfredsstiller krav.

7.4 Avløp

For soillrør gjelder krav til støy fra tekniske installasjoner i samme bygning. Åpne soillrør i støpejern gir i følge NBI maksimale lydnivåer 50 – 55 dBA i rom rett under grenrør eller rett over bend. I rom rett under bend med høye fall kan nivået bli 55 - 60 dB. Nivåene kan reduseres med ca. 5 dB ved bruk av to bend á 45 grader.

Tabell 17 Forventet lydreduksjon i forbindelse med innkassing/sjaktvegger

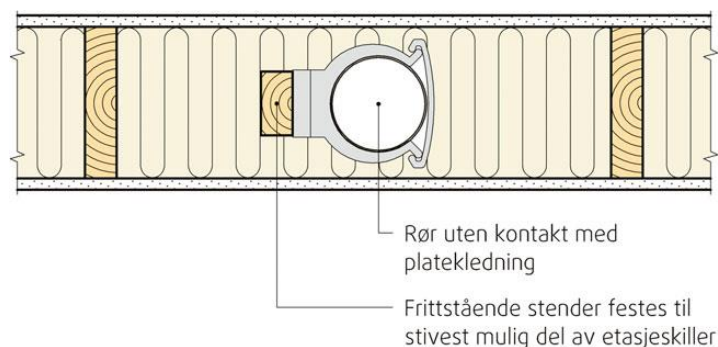
Konstruksjon	Reduksjon av lydnivå
13 mm gipsplate	15 dB
13 mm gipsplate + 100 mm mineralull	20 dB
2*13 mm gipsplate	20 dB
2*13 mm gipsplate + 100 mm mineralull	25 dB

For å ivareta krav til maksimalnivåene må en oppnå en støydemping på 18-23 dB. Med grenrør som står rett på avløpsrør må det benyttes to lag gips og isolasjon i sjaktvegg. Dersom grenrør møter hovedrør i 45 graders vinkel kan det benyttes enkelt platelag og isolasjon.

For sjaktvegg mot rom med funksjonskrav vil vi anbefale at det benyttes doble platelag uansett utforming av rør da støy fra toaletter kan gi stor misnøye selv om grenseverdier er i varetatt.

Rør må ikke monteres slik at de kommer i kontakt med platekledning. Ved behov for klamring mellom etasjeskillene, gjøres dette enten i betongvegg med vibrasjonsisolert klammer eller i frittstående stender.

Figur 11 Montering av rør i lettvegg/sjakt



Det er planlagt for toalett kjerner over rom med funksjonskrav. Det må medtas bruk av MA rør og bygningstekniske tiltak som eksempelvis innkassing av rør med bruk av doble gipsplater med mineralull i rom under toalett kjerner. Hver enkelt løsning må tilpasses og detaljprosjekteres.

7.5 El-installasjoner i lydvegger

Det kan ikke tas hull på begge sider i samme stenderrom i en lydvegg. Koblingspunkter må sideforskyves minst en stenderavstand. Det må tettes med fugemasse mellom bokser og platekledning.

Det er kritisk at det ikke opprettes mekanisk kobling mellom veggdelene, for eksempel ved at koblingsbokser eller spikerslag til den ene veggdelen kommer i kontakt med stender til den andre veggdelen. Ved innfelling i betongvegg bør elbokser forskyves minimum veggtykkelsen.