

Oppdragsgiver
Færder kommune

Rapporttype
Akustisk premissnotat totalentreprise

2021-04-09

TJØME UNGDOMSSKOLE AKUSTISK PREMISSNOTAT

AKUSTISK PREMISSNOTAT

Oppdragsnr.: 1350037222
 Oppdragsnavn: Tjøme ungdomsskole
 Dokument nr.: C-rap-01
 Filnavn: C-rap-01_TUSK - Akustisk premisrapport Rev01.docx

Revisjon	00	01		
Dato	2020-01-22	2021-04-09		
Utarbeidet av	Øystein Bredvei	Øystein Bredvei		
Kontrollert av	Jan Olav Owren	-		
Godkjent av	Øystein Bredvei	Øystein Bredvei		
Beskrivelse	Premissnotat totalentreprise	Premissnotat totalentreprise		

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder
00	2020-01-03	Til anbud
01	2021-04-09	Oppdatert med endringer i planløsninger og lydkrav til arealer som skal utbedres i adminfløyen (C-blokka)

Rambøll
 Harbitzalleen 5
 Pb 427 Skøyen
 NO-0213 OSLO
 T +47 22 51 80 00
 F +47 22 51 80 01
 www.ramboll.no



INNHOOLD

1.	INNLEDNING	5
2.	MYNDIGHETSKRAV	6
2.1	Krav til luftlydisolasjon	6
2.2	Krav til trinnlydnivå	7
2.3	Krav til etterklangstid og differensierte kriterier for lydforhold	8
2.4	Krav til innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner	12
2.5	Krav til innendørs lydnivå fra utendørs lydilder	12
2.6	Krav til utendørs lydnivå (uteareal) fra tekniske installasjoner og fra utendørs lydkilde	13
3.	UTENDØRS FORHOLD	13
4.	SKILLEKONSTRUKSJONER	13
4.1	Flanketransmisjon	13
4.1.1	Flanketransmisjon via vegger og himling	14
4.1.2	Flanketransmisjon via takkonstruksjon	14
4.1.3	Flanketransmisjon via gulv	14
4.2	Dekkekonstruksjoner	14
4.2.1	Gulv på grunn	14
4.2.2	Gulv i teknisk rom	15
4.3	Veggkonstruksjoner	15
4.3.1	CLT - elementvegger	16
4.3.2	Undervisningsrom og grupperom	17
4.3.2.1	Varmeskap innfelt i vegger	17
4.3.2.2	Utstillingsvegg med glass	18
4.3.3	Musikkrom	18
4.3.4	Allrom / Vestibyle	19
4.3.5	Administrasjonsfløy	20
4.3.6	Moppevask mot Teamrom	20
4.3.7	Kontor Vaktmester/renhold	21
4.3.8	Toaletter	21
4.3.9	Teknisk rom	21
5.	AKUSTISK REGULERING	23
5.1	Spilepanel og veggabsorpsjon	23
5.2	Undervisningsrom	24
5.3	Øverom musikk	25
5.3.1	B-21 Musikk	25
5.3.2	B-22 Musikk/Bandrom	25
5.4	Allrom	26
5.5	Kontor	28
5.6	Korridorer og fellesarealer	28
5.7	Vestibyle og kantine	28
6.	TEKNISKE INSTALLASJONER	29
6.1	Ventilasjon og støy fra teknisk utstyr	29
6.2	Avløp	29
6.3	El-installasjoner i lydvegger	30
7.	DEFINISJONER	31
8.	VEDLEGG	32

8.1	Preaksepterte veggoppbygninger	32
-----	--------------------------------------	----

FIGUROVERSIKT

Figur 1.	Gjeldende lovverk, forskrifter, veiledere og standarder.....	6
Figur 2.	Etterklangstid, T , i forhold til netto romvolum, V , for forskjellige musikkformer. Stiplede linjer gjelder for øvingsrom, fullt optrukne linjer gjelder for framføringsaler.....	11
Figur 3.	Prinsippskisse av overgang mellom lydskillevegg og fasadevegg.	14
Figur 4 -	Splitt i påstøp.	15
Figur 5 -	Varmefordelingsskap innfelt i vegg.	18
Figur 6 -	Oppbygning av vegger rundt musikkrom.	19
Figur 7 -	Musikkrom, tilslutning av vegger mot gulv.	19
Figur 8 -	Lydkrav i administrasjonsfløyen	20
Figur 9 -	Anbefalt lydkrav rundt teknisk rom.	22
Figur 10 –	Vegg mellom teknisk rom og amfi	22
Figur 11 -	Spilepanel montert med utforing.	23
Figur 12 -	Planlagt plassering av absorberter på veggene markert med rødt.	24
Figur 13.	Øverom musikk. Bassfelle er vist med rød strek og absorberter med blått.....	26
Figur 14 -	Prinsipp for plassering av absorberter og reflektorer i Allrom.....	27
Figur 15 -	Beregnet etterklangstid i Allrom	27
Figur 16	Montering av rør i lettvegg/sjakt.....	30

TABELLOVERSIKT

Tabell 1.	Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, luftlydisolasjon. Laveste grenseverdier for lydreduksjonstall, R'_w	6
Tabell 2.	Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, trinnlydnivå. Høyeste grenseverdi for trinnlydnivå, $L'_{n,w}$	7
Tabell 3.	Romakustikk. Krav fra NS 8175.	8
Tabell 4.	Egenskaper og krav for øvingsrom for forsterket musikk	9
Tabell 5.	Egenskaper og krav for øvingsrom til akustisk, lydsterk musikk	9
Tabell 6.	Egenskaper og krav for øvingsrom til akustisk, lydsvak musikk	10
Tabell 7.	Egenskaper og krav for framføringsrom.....	10
Tabell 8.	Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, tekniske installasjoner. Høyeste grenseverdi for innendørs lydtryknivå.....	12
Tabell 9.	Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, utendørs lydilder. Høyeste grenseverdier for lydtryknivå.....	12
Tabell 10.	Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, utendørs lydilder. Høyeste grenseverdier for lydtryknivå.....	13
Tabell 11.	Prinsippoppbygging av mulige veggkonstruksjoner med massivtreelementer.....	16
Tabell 12	Forventet lydreduksjon i forbindelse med innkassing/sjaktvegger... ..	29
Tabell 13.	Definisjoner brukt i rapporten	31
Tabell 14	Anbefalte prinsipløsninger for innervegger	32

1. INNLEDNING

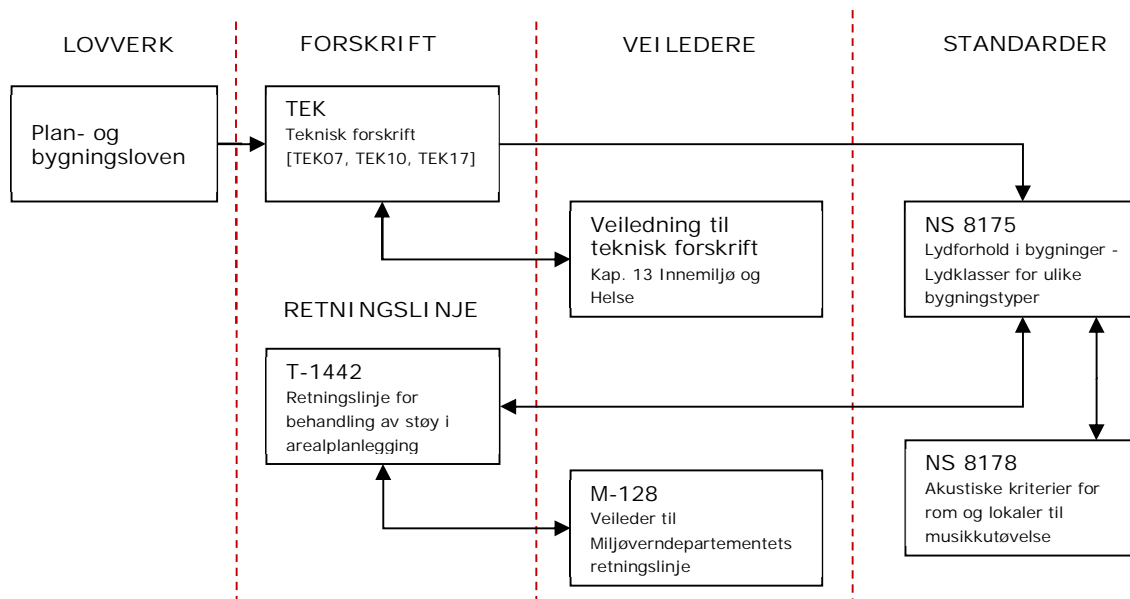
Rambøll har på oppdrag fra Færder kommune gjennomført akustisk prosjektering i forprosjektet av tilbygg på Tjøme ungdomsskole. Bygget består av nye undervisningsrom til 8.-10. trinn, fellesarealer med mediatek og amfi med scene samt to musikkrom hvor av ett legges til rette for forsterket musikk. Nybygget skal knyttes sammen med eksisterende C-fløy hvor det skal gjøres noe rehabilitering.

Dette er en forprosjektrapport som angir akustiske prinsippløsninger som skal til for å tilfredsstille aktuelle myndighetskrav. Dette innebærer blant annet prinsipper for gulvoppbygninger, vegger og flanketransmisjon som grunnlag for totalentreprise. Totalentreprenør vil måtte detaljprosjekttere endelige løsninger og eventuelt dokumentere alternative løsninger i detaljprosjektet.

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

2. MYNDIGHETSKRAV

Det stilles særskilte lydkrav til skoler og andre bygninger til undervisningsformål. I "Teknisk forskrift etter Plan- og bygningsloven" (utg. 2017) 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 NS 8175. Samlet angir disse de viktigste kravene i prosjektet. Med hensyn til utendørs støy henviser NS 8175 til T-1442 - Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442).



Figur 1. Gjeldende lovverk, forskrifter, veiledere og standarder

2.1 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 1. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, luftlydisolasjon. Laveste grenseverdier for lydreduksjonstall, R'_w

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
Mellom undervisningsrom		
Mellom undervisningsrom og personalrom/felles arealer/felles oppholdsrom, samt mellom personalrom og fellesgang uten dørforbindelse	R'_w (dB)	48
Mellom undervisningsrom og fellesgang/korridor med dørforbindelse.	R'_w (dB)	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)	60
Mellom spesialrom som nevnt ovenfor, og fellesgang/korridor med dørforbindelse	R' _w (dB)	50
Mellom musikkrom for elektrisk forsterket musikk, slagverksrom osv. og et annet undervisningsrom o.l.	R' _w (dB)	70
Mellom spesialrom som nevnt ovenfor, og kommunikasjonsvei som fellesgang/korridor med dørforbindelse	R' _w (dB)	55
Mellom større undervisningsrom/auditorier og andre undervisnings- og personalrom	R' _w (dB)	55
Mellom større undervisningsrom/auditorier som foran, og fellesgang/korridor med dørforbindelse	R' _w (dB)	50
Mellom kontorer Mellom kontorer og fellesarealer/ fellesgang/korridor uten dørforbindelse	R' _w (dB)	37
Mellom vanlig kontor som foran, og fellesgang/ korridor med dørforbindelse	R' _w (dB)	24
Mellom møterom og andre rom/korridor uten dørforbindelse	R' _w (dB)	44
Mellom møterom og fellesgang/korridor med dørforbindelse	R' _w (dB)	34
Mellom samtalerom, legekantor, o.l. kontorer med behov for konfidensielle samtaler og andre rom	R' _w (dB)	48
Mellom rom som foran med behov for konfidensielle samtaler og korridor med dørforbindelse	R' _w (dB)	34

2.2 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 trinnlydnivåer oppstår normalt ved overføring vertikalt gjennom dekker, men det er viktig å merke seg at horisontale overføringsveier også må tas hensyn til. Her kommer blant annet viktigheten av å bryte dekker mellom innvendige skillevegger. Jo lavere trinnlydnivået er, desto bedre er konstruksjonen.

Tabell 2. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, trinnlydnivå. Høyeste grenseverdi for trinnlydnivå, $L'_{n,w}$

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
Mellom to undervisningsrom/personalrom Undervisningsrom/personalrom fra fellesarealer/ fellesrom	$L'_{n,w}$ (dB)	63
I undervisningsrom/personalrom fra fellesgang/korridor/trapperom	$L'_{n,w}$ (dB)	58

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

2.3 Krav til etterklangstid og differensierte kriterier for lydforhold

Etterklangstid er den tiden det tar for lydtrykknivået å avta 60 dB etter at lydilden er stoppet. Målestørrelsen, T , oppgis i sekunder (s). Kort etterklangstid oppnås i rom med høy akustisk absorpsjon. For 1/1-oktavnbandet 125 Hz kan etterklangstiden overstige grenseverdien gitt av tabellen med 40%.

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

Tabell 3. Romakustikk. Krav fra NS 8175.

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
I undervisningsrom ¹⁾ , sløydsal, møterom	T (s)	0,5
I trapperom	T (s)	0,8
I større undervisningsrom/auditorier og andre undervisnings- og personalrom	T_h (s)	$0,20 \times h$
I gymnastikksal, svømmehall, rom med støyende aktiviteter, fellesareal og korridor	T_h (s)	$0,20 \times h$
Kontorer og møtelokaler	T_h (s)	$0,20 \times h$
I kontorlandskap og videokonferanserom	T_h (s)	$0,16 \times h$
I undervisningslandskap	T (s)	0,4
	STI ²⁾	0,70
I restaurant, serveringssted, kantine, spiserom, pauserom og lignende. relatert til rommets høyde	α	0,2
	T_h (s)	$0,20 \times h$
	α	0,2

I resepsjon og annet henvendelsepunkt, foajé, venteareal og inngangsparti og lignende, relatert til rommets høyde	T_h (s)	0,20 x h
I transportareal, korridor, fellesgang og lignende	a	0,15
	T_h (s)	0,27 x h

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

²⁾ Talelydelighet (Speech Transmission Index).

Tabell 4. 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	≥ 2,4 m	≥ 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
Etterklangstid	Se eget kapittel vedrørende akustisk regulering			
Bakgrunnsstøynivå	Som for undervisningsrom gitt i kap 2.4			
Luftlydisolasjon	Se Tabell 1			

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

Tabell 5. 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 2.4
Luftlydisolasjon	Se Tabell 1

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

Tabell 6. 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 2.4			
Luftlydisolasjon	Se Tabell 1			

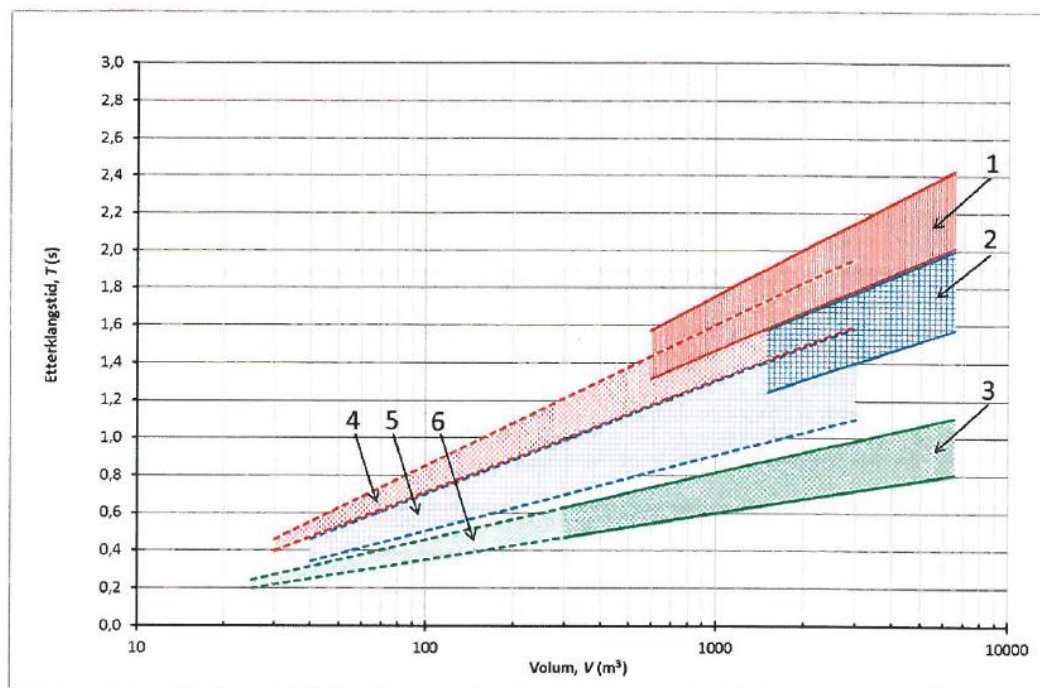
* Tegnforklaringer: HA = himlingsabsorbenter, VA = veggabsorbenter, BA = bassabsorbenter, D = diffusorer

Tabell 7. 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 2.4			
Luftlydisolasjon	Se Tabell 1			
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



Tegnforklaring

- 1 øvre og nedre grense for lydvak 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 lydvak 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 nettovolum, V , for forskjellige musikkformer. Stiplede linjer gjelder for øvingsrom, fullt optrukne linjer gjelder for framføringssaler

2.4 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 8. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, tekniske installasjoner. Høyeste grenseverdi for innendørs lydtryknivå

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

2.5 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 9. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, utendørs lydkilder. Høyeste grenseverdier for lydtryknivå

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

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

Tabell 10. Lydklasser for undervisningsbygg og kontorer, utendørs lydkilder. Høyeste grenseverdier for lydtryknivå

Type brukerområde	Målestørrelse	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)	40
I kontorer og møterom fra utendørs lydkilder	$L_{p,AFmax}$ (dB)	45
Lydnivå på uteareal og utenfor vinduer fra utendørs lydkilder*	L_d eller L_{de} (dB)	Nedre grenseverdi for gul sone

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

3. UTENDØRS FORHOLD

Ut i fra tomtens beliggenhet og kommunens veiledende støyvarselkart anses trafikkstøy ikke å være en aktuell problemstilling. Forhold vedrørende utendørs støy anses som ivaretatt ved at uteoppholdsarealer vil ligge skjermet mellom bygningskroppene. Det er ikke behov for ytterligere fasadetiltak og det forventes at fasader og vinduer som holder dagens energikrav vil tilfredsstille krav til innendørs lydnivåer i NS 8175, klasse C.

4. SKILLEKONSTRUKSJONER

Det stilles krav til luft- og trinnlydisolasjon i alle dekker som skal utgjøre lydskille mellom rom med funksjonskrav. Se Tabell 1 og Tabell 2 i kapittel 2.1 og 2.2. Kravene er vurdert med utgangspunkt i funksjonsbeskrivelser fra ARK, samt tilbakemeldinger fra byggherre og brukergrupper. Det henvises til vedlagte lydplaner for angivelse av lydkrav i rom med funksjonskrav.

For skolen skal det benyttes massivtre (CLT – elementer) som bæresystem. Det forutsettes massivt tredekker med bæring på tresøyler og massivtrevegger.

4.1 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.

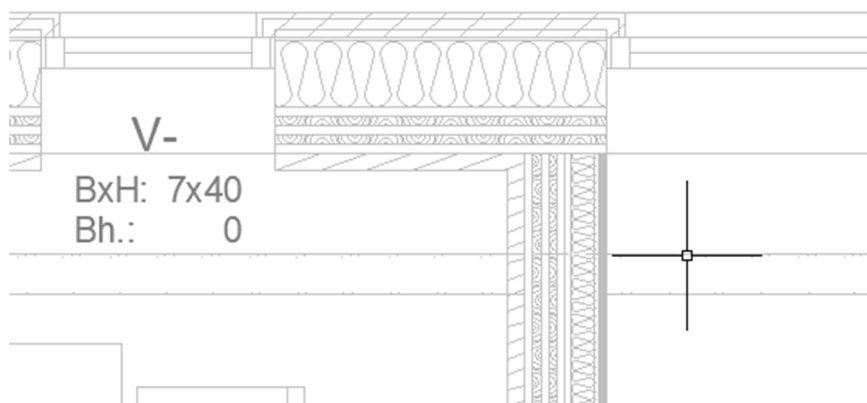
Flanketransmisjon må generelt ivaretas med avbøtende tiltak i følgende situasjoner:

- Via alle gjennomgående vegger
- Via takkonstruksjon
- Via dekkekonstruksjon

Tiltak for å forhindre flankeoverføring gjøres best med splitt med elastisk sjikt eller med utforede tilleggskonstruksjoner på gulv, vegger eller i himling.

4.1.1 Flanketransmisjon via vegger og himling

Fasadeveggene skal bygges opp med massivtre elementer innvendig og isolasjon utvendig. For å ivareta flanketransmisjon via fasadevegger er skilleveggen som møter fasadeveggene lagt inn til vinduene. Vinduene går i hele høyden fra gulv til dekke. Slik unngår man gjennomgående massivtre og eliminerer flanketransmisjonen. Figur 3 under viser prinsippet.



Figur 3. Prinsippkisse av overgang mellom lydskillevegg og fasadevegg.

4.1.2 Flanketransmisjon via takkonstruksjon

For å forhindre flanketransmisjon via dekkekonstruksjon i himling, legges det opp til å dekkeelementene monteres med splitt over skillevegger med lydkrav. Hvis dette ikke lar seg gjøre, må det benyttes tunge himlingsplater av typen Rockfon Sonar dB 44 eller tilsvarende, som innehar lydisolerende egenskaper, til forskjell fra vanlige himlingsplater som kun har lydabsorberende evner. Himlingen benyttes i minst annenhvert rom og må monteres etter nøye anvisning fra produsent for å sikre at best mulig isolasjon oppnås.

4.1.3 Flanketransmisjon via gulv

For å forhindre sideveis lydoverføring, må det planlegges en splitt i påstøp under alle vegger med lydkrav.

4.2 Dekkekonstruksjoner

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.

4.2.1 Gulv på grunn

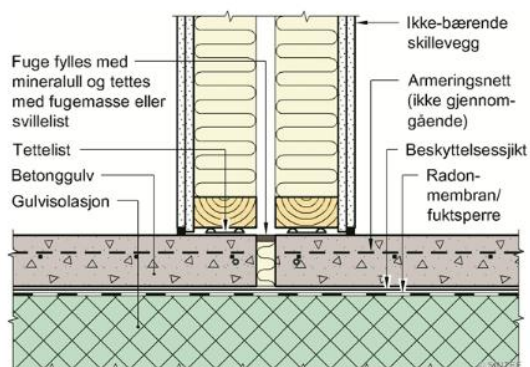
I stor grad vil det være krav til trinnlyddemping som dimensjonerer behovet for tiltak på gulvløsninger. Mellom undervisningsrommene og grupperommene er kravet til trinnlyd $L'_{n,w} = 63$ dB. Fra korridorene og fellesarealene er kravet inn til undervisningsrom $L'_{n,w} = 58$ dB. Mellom spesialrom som musikkrom og fra musikkrom til undervisningsrom gjelder kravet til trinnlyd på $L'_{n,w} = 53$ dB

Gulvet i 1.etg er planlagt å bygge opp med 100 mm betong påstøp med varmerør på trykkfast isolasjon. Som tiltak for å tilfredsstillende horisontale trinnlydnivåer utføres det en splitt i påstøpen under eller ved veggene i følgende rom:

- Base/felles
- Base

- Grupperom
- Naturfag
- Musikkrom
- Teknisk rom.

Splitten i påstøpen kan utføres som på figur under. For vegger med massivtre og påføring kan splittes utføres på den ene siden av massivtreveggen. Alternativt kan skilleveggene føres ned til bunnplate og påstøpen legges innvendig i rom etterpå. Mellom påstøp og skillevegg må det sikres tilstrekkelig frikobling med støperemse.



Figur 4 - Splitt i påstøp.

4.2.2 Gulv i teknisk rom.

Det tekniske rommet er planlagt på tak/plan 2 og blir liggende delvis over Naturfag/Kermamikk og Allrom/Mediatek. Det er nødvendig å sikre god luftlyddemping og vibrasjonsisolering fra teknisk utstyr til disse rommene. Det er det faktiske støynivået tekniske utstyret som vil bli dimensjonerende for den nødvendige lydisolasjonen i skillekonstruksjonene. Dette må detaljprosjekteres når faktiske løsninger foreligger. Normalt sett vil det være tilstrekkelig med følgende dekkeoppbygning:

- 50-100 mm påstøp betong
- 50 mm trykkfast mineralull
- 100-220 mm Massivtredekke (CLT)
- Nedsenket kombiplate eller systemhimling

4.3 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, særlig i veggkonstruksjoner uten dørforbindelser.


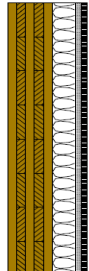
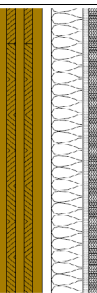
Der det skal benyttes preaksepterte stendervegger henvises det til Tabell 14 i kapittel 8. Kommentarer i denne tabellen er gjeldende uavhengig av type innervegger.

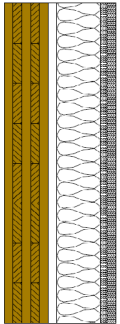
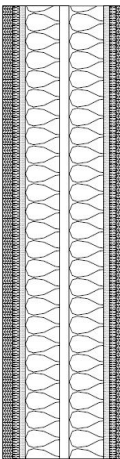
I rom hvor det skal benyttes preaksepterte vegger av stål og gips er det forutsatt stenderavstand cc 600 mm, stålstendere med vanlig profilutforming og godstykkelse 0,56 mm, 13 mm gipsplater og normal flanketransmisjon. Alle sprekker og tilslutninger må fuges med elastisk fugemasse iht. beskrivelse fra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

4.3.1 CLT - elementvegger

Tabell 11 angir mulige prinsipper for veggoppbygging og utførelse av massivtrevegger med påføring. 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.

Tabell 11. Prinsippoppbygging av mulige veggkonstruksjoner med massivtreelementer

Krav (R'_w)	Veggtype	Veggbeskrivelse
24 dB		90 - 120 mm massivtre Påføring anbefales
34/35 dB		<ul style="list-style-type: none"> • 120 mm massivtre • 50 mm isolert stendervegg • 2 x 13 mm gips med omlegg eller ett lag Fermacell, Ultraboard eller tilsvarende
44 – 48 dB		<ul style="list-style-type: none"> • 120 mm massivtre • 10 – 20 mm luftsjikt – evt. avstiving med veggbindere • 70 mm isolert stendervegg • 1 x 13 mm gips • 1 x 22 mm massivtreplate

50 dB		<ul style="list-style-type: none"> • 120 mm massivtre • 10 – 20 mm luftsjikt – evt. avstiving med veggbindere • 100 mm isolert stålstender • 1 x 13 mm fibergips eller ultraboard med flatevekt >12 kg/m² • 1 x 22 mm massivtreplate
60 dB		<ul style="list-style-type: none"> • 1 x 22 mm massivtreplate • 2 x 13 mm fibergips eller ultraboard med flatevekt >12 kg/m² • 70 mm isolert stålstendere • 20 mm luft • 70 mm isolert stålstendere • 2 x 13 mm fibergips eller ultraboard med flatevekt >12 kg/m² • 1 x 22 mm massivtreplate

4.3.2 Undervisningsrom og grupperom

Mellom undervisningsrom og fra undervisningsrom til øvrige rom er kravet til luftlydisolasjon $R'_w \geq 48$ dB. For veggene mellom Base/felles og Base gjelder krav til $R'_w \geq 48$ dB siden disse to rommene skal kunne brukes samtidig. Kravet gjelder for dør og vegg samlet. Det betyr at dørene i disse skilleflatene må holde $R_w \geq 43$ dB. For skilleflater med dørforbindelse ut mot fellesarealer er kravet $R'_w \geq 35$ dB. Det anbefales å benytte dører som holder $R_w \geq 38$ dB.

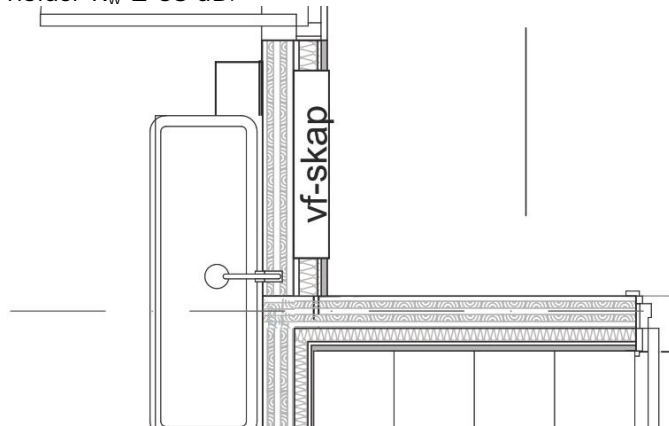
Grupperom og stillerom som er beregnet for bruk av elever til undervisning eller veiledning er betraktet som undervisningsrom og har samme krav. Der grupperommene har dørforbindelse inn fra et undervisningsrom, regnes grupperommet som brukerområdet og kravet til skilleflaten inkludert dørforbindelse settes til $R'_w \geq 35$ dB.

4.3.2.1 Varmeskap innfelt i vegger

Det planlegges å plassere fordelingsskap til gulvvarme innfelt i utforingsveggene mellom baserommene som vist på figuren under. Dette er vegger som har forskriftskrav $R'_w \geq 48$ dB. Det er avgjørende for å opprettholde lydisolasjonen at det skapet som benyttes har tett bakkasse. Eventuelt må det bygges en nisje/bakboks med gips. Alle rørføringene ut og inn av skapet må tettes med elastisk fugemasse.

4.3.2.2 Utstillingsvegg med glass

I Naturfag/Keramikk er det planlagt en skillevegg med glassmontre ut mot Allrommet. Lydkravet til denne skilleveggen er $R'_w = 35$ dB. Glassfeltet i denne veggen må utføres med glass som holder $R_w \geq 38$ dB.



Figur 5 - Varmefordelingsskap innfelt i vegg.

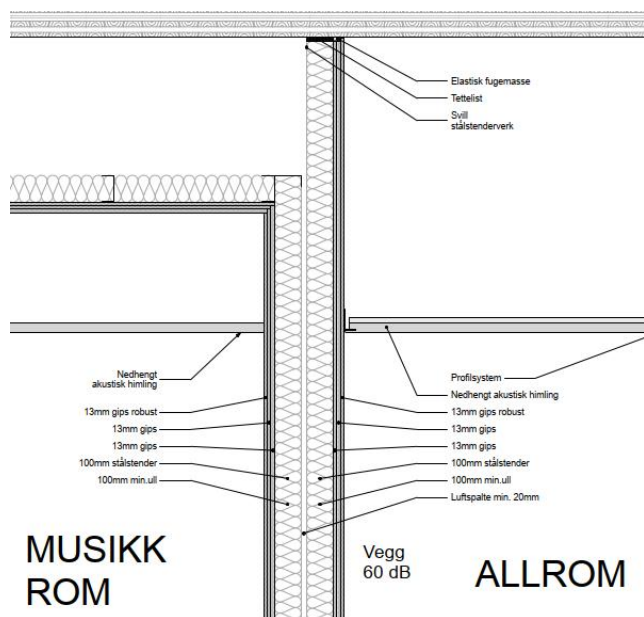
4.3.3 Musikkrom

Det er avsatt to øvringsrom. Begge rommene skal legges til rette for luftlydisolasjon som bandrom til forsterket musikk. Pga den gunstige plasseringen i forhold til undervisningsrom vil dette medføre lite ekstra tiltak i forhold til ordinære øvingsrom. Med hensyn på romakustikk internt i øvingsrommene planlegges ett av rommene med fokus på elektrisk forsterket musikk. De to andre legges til rette for noe mer akustisk musikk. Se kap 5.3.

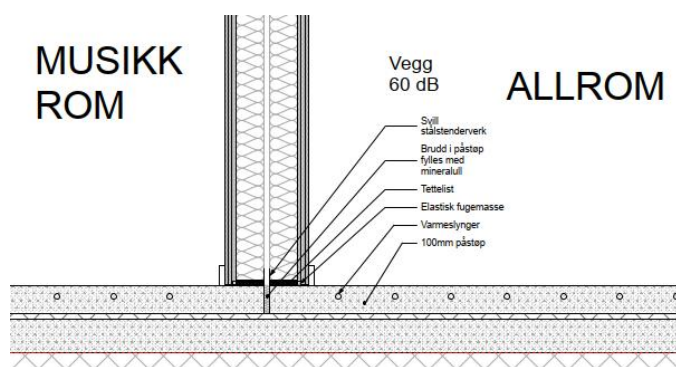
For øvingsrommene gjelder krav til luftlydisolasjon på $R'_w = 70$ dB mot andre undervisningsrom. Toaletter og gang/fellesgang fungerer som en buffer mot øvrige undervisningsrom. Skilleveggen mot toalett/ingang kan da bygges som kun $R'_w = 60$ dB.

For skilleveggen med dør ut mot Mediatek gjelder kravet på luftlydisolasjon på $R'_w = 55$ dB. Her bør også veggen bygges som $R'_w = 60$ dB for å ta høyde for risiko i forbindelse med montering og naturlig svekkelse rundt dørene. Det må benyttes doble dører for hvert øvingsrom. Hver dør må tilfredsstillende lydkrav $R_w = 38$ dB.

De doble veggene må bygges slik at den indre veggen blir en frittstående tett boks inne i musikkrommet. Ytterveggene må føres helt opp til dekket over. Påstøpen utføres med en slisse mellom de to doble veggene. For prinsipielle detaljer og oppbygning av veggene se Figur 6 og Figur 7.



Figur 6 - Oppbygning av vegger rundt musikkrom.



Figur 7 - Musikkrom, tilslutning av vegger mot gulv.

Dørene må monteres i hvert sitt stenderverk i den doble veggen uten å ha stiv kobling mellom seg. Mellomrommet mellom de to karmene bør fylles med en mineralullplate eller perforert plate for akustisk absorpsjon og utligning av trykket.

For vinduer i fasaden gjelder det ikke noe direkte lydkrav til vinduene. Det antas normale klimavinduer som holder $R_w + C_{tr} = 29$ dB vil være tilstrekkelig.

4.3.4 Allrom / Vestibyle

Mellom Allrom og Vestibyle må skilleveggen holde tilsvarende luftlydisolasjon som for undervisningsrom. Skillevegg inkludert dør må totalt holde $R'_w = 35$ dB. Hver dør må tilfredsstillende lydkrav $R_w = 38$ dB.

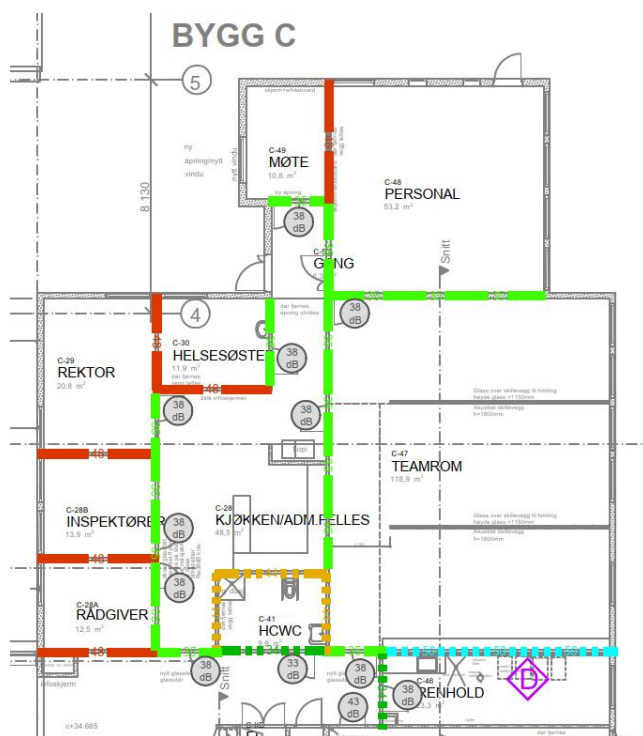
4.3.5 Administrasjonsfløy

I administrasjonsfløyen til personalet gjøres det noen ombygginger og flyttinger av eksisterende rom og vegger, se Figur 8. Kontor til Rektor, Helsesøster, Inspektør og Rådgiver anses som kontor med behov for konfidensielle samtaler. Teamrom, personalrom og Møte betraktes som personalrom. Alle vegger uten dørforbindelse må holde en lydisolasjon på $R'_w = 48$ dB. Skilleveggene med dørforbindelse kan holde en lydisolasjon på $R'_w = 35$ dB. Dører må holde $R_w = 38$ dB.

Veggene mellom Rektor/Inspektør/Rådgiver rives og bygges nye. Veggoppbygging fra kap. 8.1 kan benyttes.

Eksisterende vegger mellom Helsesøster/Rektor er Møte/Personalrom er trolig bindingsverksvegg med ca 100 mm isolert stenderverk og ett lag gips på hver side. Dette må verifiseres og forsterkning av veggene må detaljprosjekteres. Trolig vil det være mulig å utbedre veggene med ett lag ekstra kraftig robust-gips eller fiberarmert gips på hver side i tillegg til grundig tetting med fugemasse.

Det er ønske om å gjenbruke eksisterende glassfronter for inspektør og rådgiver. Disse fontene og dørene er ikke merket og det er usikkert om de vil holde tilfredsstillende lydisolasjon.



Figur 8 - Lydkrav i administrasjonsfløyen

I tillegg til oppbyggingen i administrasjonsfløyen skal det også byttes dører i verksted og mat/helse. Dørene skal ha følgende lydkrav:

C-42 Mat/helse: $R_w = 38$ dB

C-46 Verksted: $R_w = 43$ dB

4.3.6 Moppevask mot Teamrom

Det skal etableres et vaskerom med vaskemaskin for mopper i naborommet til eksisterende personalrom kalt C-47 Teamrom.

Her vil det være behov for å gjøre utbedring. Det dimensjonerende kravet til skilleveggen vil avhenge av støynivået fra vaskemaskinen som velges og kravet til lydnivå i Teamrom. Det anbefales å ta høyde for en utforing på siden inn mot vaskerommet for å øke lydisolasjonen. Utforingen bør bygges opp som følger:

- 70 mm frittstående stenderverk fylt med mineralull. Montert med min. 10 mm luftspalte mot eksisterende vegg.
- 2 x 13 mm gips.

Tiltaket må vurderes opp mot konkret vaskemaskin når dette foreligger i detaljprosjektet.

4.3.7 Kontor Vaktmester/renhold

Det er planlagt et nytt kontor. Dette ligger i den eksisterende delen ved siden av et grupperom. Krav til luftlydisolasjon fra kontoret og øvrige rom er $R'_w \geq 37$ dB. Mellom kontor og korridor er kravet $R'_w \geq 24$ dB. Det anbefales å benytte dører med labmålt lydisolasjon $R_w \geq 27$ dB.

4.3.8 Toaletter

Det er ikke direkte forskriftskrav tiltoaletter, men det anbefales et lydkrav mellom toaletter på R'_w 44 dB og R'_w 34 dB på vegger med dørforbindelse der det ikke er forrom på toaletter. For dører anbefales lydkrav R_w 33 dB. Dette gjelder kun for toaletter uten sluseløsning ut mot fellesareal og er markert på lydtegnningene.

Lydkrav til dører medfører at dørene må monteres med terskel uten overstrømningsspalte. Hvis det er behov for overstrømning av ventilasjon, må det monteres separate overstrømningsspalter med tilstrekkelig lyddemping.

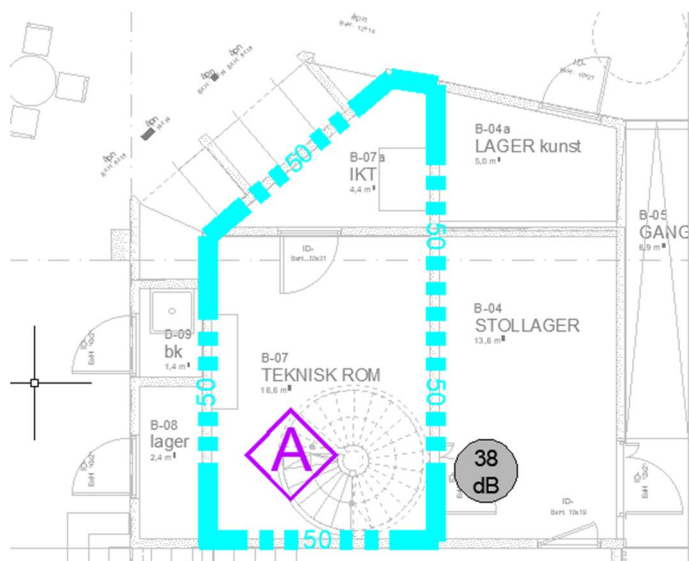
4.3.9 Teknisk rom

Det planlegges et teknisk rom på plan 2 ved amfiet i Allrommet. Teknisk rom er relativt åpent ned i plan en og vil få en skilleflate mot amfiet over begge etasjene. I tillegg planlegges det noen studieceller rett utenfor teknisk rom mot mediateket.

Vi gjør oppmerksom på at ventilasjonsaggregat og annet teknisk utstyr som skal inn i dette rommet vil måtte tilfredsstille strenge krav til lydnivå i nærliggende rom, og at det derfor er viktig at anvisninger i kapitlet om tekniske installasjoner følges. Ventilasjonsaggregat må etableres på egnede isolatorer som tilfredsstiller en isolasjonsgrad på 95 % og avstander til vegger må også overholdes (0,5 m). Se for øvrig kap. 6.1 ventilasjon og støy fra teknisk utstyr.

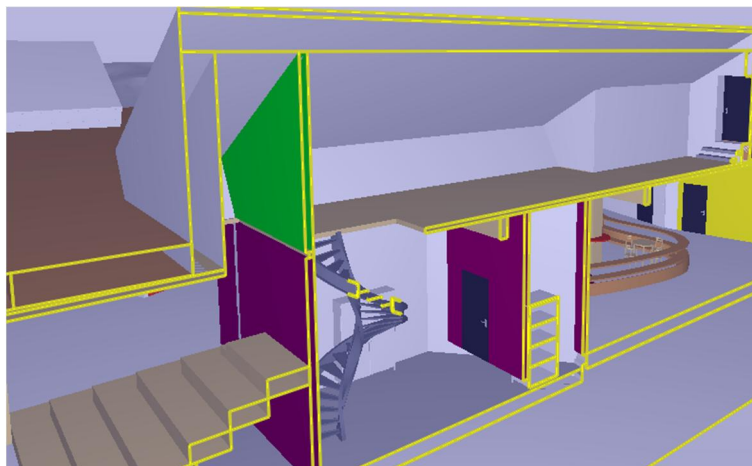
I det tekniske rommet etableres det samme gulvløsning med påstøp som ellers i plan 2. Dette forventes å være tilstrekkelig.

Veggene rundt det tekniske rommet anbefales å bygges med $R'_w \geq 50$ dB. Her anbefales å benytte en dør med labmålt lydisolasjon $R_w \geq 38$ dB.



Figur 9 - Anbefalt lydkrav rundt teknisk rom.

Det tekniske rommet i plan 2 vil få en skillevegg som vender direkte mot amfi i Allrommet. Denne vegg må utføres tilsvarende som de øvrige veggene rundt teknisk rom med lydkrav $R'_w = 50$ dB. Se vegg markert med grønt på figur under.



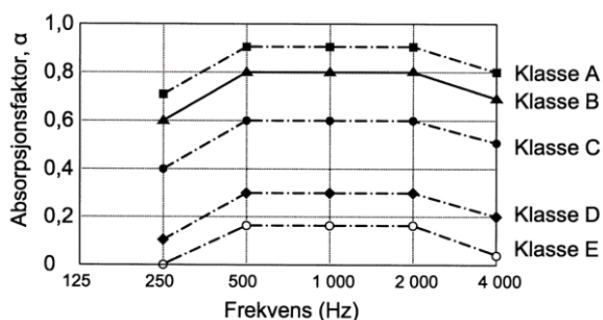
Figur 10 – Vegg mellom teknisk rom og amfi

5. AKUSTISK REGULERING

Det er krav til etterklang for alle undervisningsrom, grupperom, kontorer/møterom, fellesarealer, spesialrom m.m. jfr. krav i kap 2.

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 preaksepterte 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.

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.

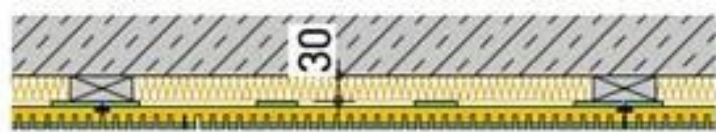
Rom som ikke er spesifisert nedenfor skal ha heldekkende himlingsabsorbent av klasse B iht. ISO 11654.

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

5.1 Spilepanel og veggabsorpsjon

For undervisningsrommene og grupperommene er det planlagt spillepanel som en del av de absorberende arealene på veggene. Absorbentløsningen som skal benyttes på veggene må tilfredsstillende absorpsjonsklasse B eller bedre.

I dette prosjektet er det planlagt å benytte en type spillepanel av ferdig slisset modulplater av typen «LIGNO Acoustic light 3S-33» eller tilsvarende. Platene må monteres med minst 30 mm utforing fylt med mineralull som vist på figuren under.



Figur 11 - Spilepanel montert med utforing.

I hvert av de påfølgende underkapitlene er det spesifisert et nødvendig areal med veggabsorpsjon for å tilfredsstille kravet til etterklangstid.

Veggabsorpsjon som oppfyller kravet til absorpsjonsklasse kan også utføres på følgende måte:

- Spilepanelet skal være utført med minst 50 mm mineralull og akustikkduk. Spilepanelet må ha en relativt stor spaltebredde mellom spilene i forhold til spilebredden slik at man oppnår en åpningsgrad på minst 35 %. Det kan f.eks. benyttes spiler med dybde på 36 mm og bredde på 26 mm. Da må det være ca. 20 mm spaltebredde mellom spilene.
- Mineralullabsorbenter direkte montert med minimum tykkelse 40 mm

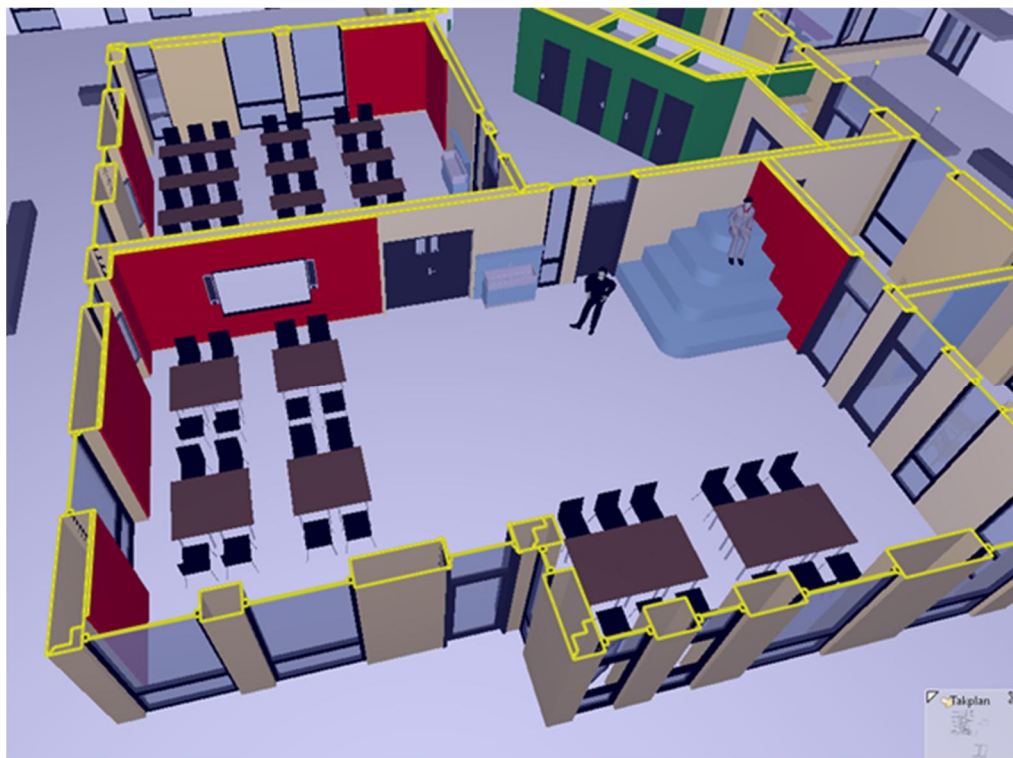
5.2 Undervisningsrom

Kravet er i henhold til NS 8175:2012 0,5 sekunder for undervisningsrom. For undervisningslandskap er kravet 0,4 sekunder.

Base/felles, Base og Naturfag/Keramikk og Grupperom.

For å oppnå tilfredsstillende etterklangstid i alle disse rommene må det påregnes heldekkende himling, klasse A, i tillegg til veggabsorbenter. For disse rommene må det medtas å montere et areal med veggabsorbenter tilsvarende 30 % av gulvareal i rommet. Veggabsorbentene må fordeles på minst to vegger og ikke kun to parallelle vegger.

Planlagte plasseringer og mengde er angitt med rød markering på veggene i baserommene på figuren under. I den forhøyede delen av Base/Felles, «taklyrene», må i tillegg alle veggene kles med absorbenter.



Figur 12 - Planlagt plassering av absorbenter på veggene markert med rødt.

Det er beregnet etterklangstiden med Odeon. For Base/Felles blir etterklangstiden under eller lik 0,4 sekunder. For Baserommet blir etterklangstiden under 0,5 sekunder.

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.

5.3 Øverom musikk

5.3.1 B-21 Musikk

Rommet prosjekteres som øvingsrom for akustisk lydsvake og lydsterke grupper. Grunnflaten i rommene er ca 18 m² og himlingshøyden er 2,9 m, volumet blir da 52 m³. Rommet vil tilfredsstille krav som en øvecelle for akustisk lydsterk og lydsvak musikk, med plass til 1-2 personer. Etterklangstid må ligge mellom 0,4 og 0,6 sekunder.

Følgende tiltak må påregnes:

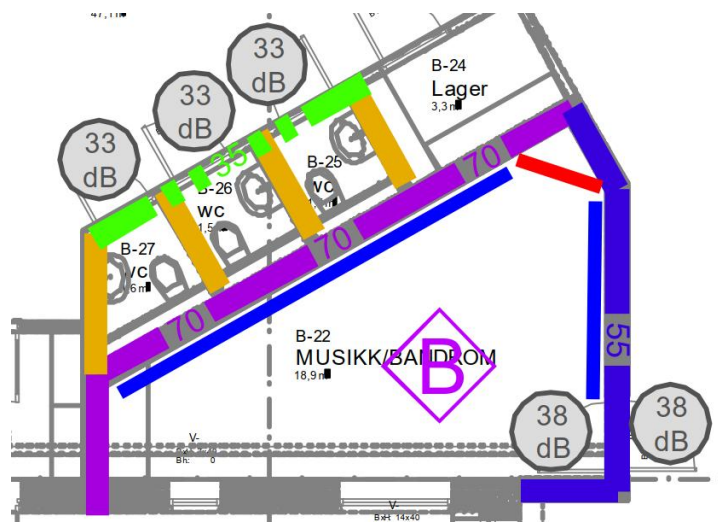
Himling:	50 % av himlingen med absorbenter som tilfredsstiller klasse A. Absorbentene må ha minst 0,5 i absorpsjon i 63 Hz og 125 Hz. Det kan eks. benyttes 200 mm nedhengte absorbenter med Ecophon Extra bass over.
Vegg:	5 m ² i absorbenter, spredd jevnt i rommet 7 m ² av gulvarealet i diffusorer, spredd jevnt i rommet Bassfelle i ett hjørne

Med disse tiltakene er det beregnet en etterklangstid på 0,4 - 0,5 sekunder.

5.3.2 B-22 Musikk/Bandrom

Rommet prosjekteres som et lite ensemblerom for forsterket musikk. Rommet er 18,9 m² og har en takhøyde på 2,9 m, dette gir et volum på ca 55 m³. Dermed er kravene tilfredsstilt iht. tabell 5. Etterklangstiden skal ligge på omkring 0,3 sekunder. Følgende tiltak må påregnes:

Himling:	Heldekkende absorberende himling i klasse A, med 200 mm nedsenking og Ecophon Extra Bass i randsonen (600 mm).
Vegger:	80 % av gulvarealet i veggabsorpsjon jevnt fordelt på veggene. Rommets asymmetriske form vil trolig bidra til at det ikke vil være behov for diffusor på veggene.
Øvrig:	Bassfelle i hjørnet mot lager. Eks. perforert gips med mineralull bak, 40 cm fra hjørnet, i hele rommets høyde.



Figur 13. Øverom musikk. Bassfelle er vist med rød strek og absorberer med blått.

5.4 Allrom

Allrom er et åpent rom som skal fylle flere funksjoner. Vrimleareal, gang/fellesareal, gruppearbeid og fremføringer. Allrommet, med scene og amfi, skal primært tilrettelegges for skoledriften. Sekundært skal det forsøkes å legge til rette for løsning som også støtter kulturaktiviteter som forsterket musikk, korps og kor. Mulige tiltak for å variere akustikken er scenetepper o.l.

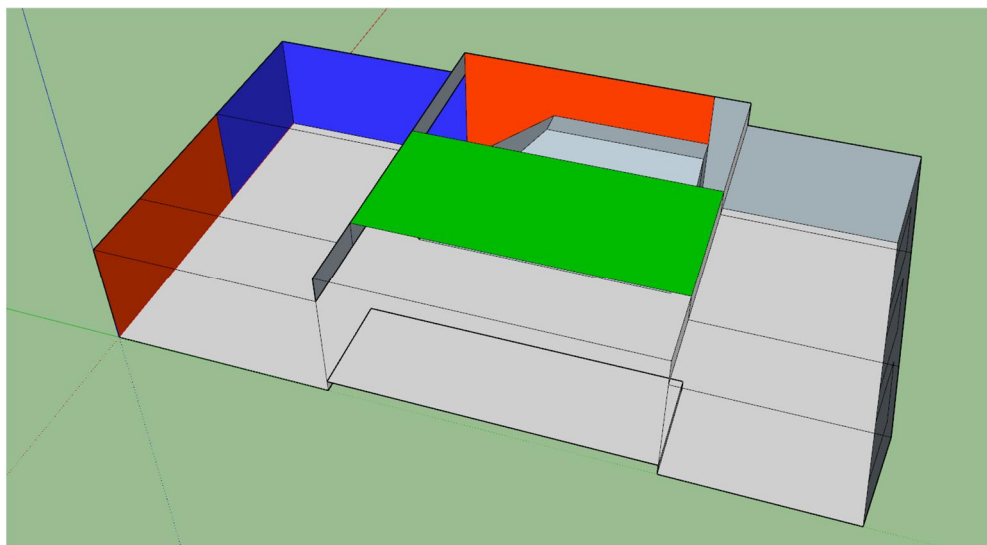
Krav til etterklangstid når rommet skal brukes til skoleformål (fellesareal og gruppearbeid) vil være $T = 0,2 \times h = 0,68 \text{ s}$.

Allrommet med scene og amfi har en bredde på ca 20 m, dybde på ca 11 m og en gjennomsnittlig takhøyde på ca 3,4 m. Volumet blir da omtrent 800 m^3 . Ut i fra Tabell 7 kan man lese ut at rommets størrelse vil kunne fungere rimelig godt til fremføring av forsterket musikk og tale. Takhøyden er noe lavere den anbefalte høyden på 4-6 m. For fremføring av akustisk musikk, lydsterk og lydsvak, er det anbefalte takhøyden min 6-8 m. Til disse aktivitetene vil takhøyden være mye lavere enn anbefalt. Ut i fra Figur 2 kan man lese at anbefalt etterklangstid for fremføring av musikk er:

- Forsterket musikk/tale: 0,6 – 0,8 s
- Lydsterk akustisk musikk (korps): 0,9 – 1,2 s
- Lydsvak akustisk musikk (kor): 1,2 – 1,6 s

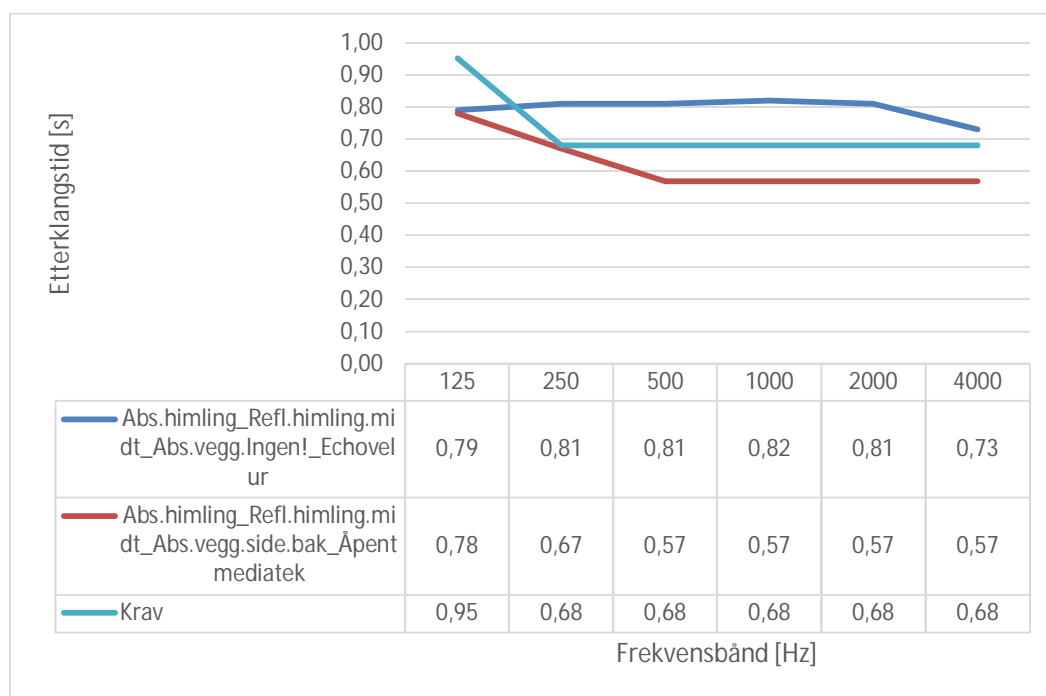
For å tilfredsstille kravet til skoleformål må man legge opp til relativt mye demping som standardløsning. Hele himlingen forutsettes dekket av absorberende himling av klasse A, bortsett fra midtfeltet mellom scenen og amfi (markert grønt på Figur 14). For å kunne støtte opp om noe fremføring av akustisk musikk legges det opp til bruk av reflekterende tepper for inndekking av åpne områder og tildekking av veggabsorbenter. Det to situasjonene blir da følgende:

- Skole/forsterket musikk:
 - o Veggabsorbent på side vegg og bak amfi (markert rødt i Figur 14) minimum klasse B, Spilepanel eller tilsvarende.
 - o Åpent mot mediatek (markert blått i Figur 14)
- Akustisk fremføring:
 - o Veggabsorbent dekkes til av reflekterende tepper av typen Echovelur eller tilsvarende.
 - o Inndekking med reflekterende tepper mot Mediatek, Echovelur eller tilsvarende.



Figur 14 - Prinsipp for plassering av absorbenter og reflektorer i Allrom.

Disse to situasjonen er beregnet i Odeon og etterklangstiden er vist i figuren under.



Figur 15 - Beregnet etterklangstid i Allrom

Rommet vil fungere meget bra til skoleformål og fremføring av forsterket musikk.

Avviket i anbefalt høyde vil i praksis medføre at etterklangstiden ikke vil bli lang nok for å støtte fult ut musikkformer som kor og lignende. Lydsterke musikkformer som korps vil fungere noe bedre, men vil også oppleve rommet som litt for dempet.

For fremføring av akustisk musikk og tale er det lagt inn reflekterende felt i himlingen midt i rommet. Dette vil være spesielt gunstig for fremføring av akustisk musikk og tale, men dette vil også være positivt for forsterket musikk.

5.5 Kontor

Kravet er $T = 0,2 \times h$. Det må påregnes heldekkende absorberende himling som tilfredsstillende klasse A.

5.6 Korridorer og fellesarealer

Kravet er $T = 0,2 \times h$. Det må påregnes heldekkende absorberende himling som tilfredsstillende klasse A.

5.7 Vestibyle og kantine

Kravet er $T = 0,2 \times h$. Det må påregnes heldekkende absorberende himling som tilfredsstillende klasse A.

6. TEKNISKE INSTALLASJONER

Generelt forutsettes det at krav til maksimale støynivå fra tekniske installasjoner ivaretas av rådgiver og -entreprenør for tekniske fag.

6.1 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 varmpumper 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 0,5 m fra 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 (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 lyd gjennomgangen 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.

Det planlegges generelt med stillegående aggregater i alle tekniske rom, og det forutsettes at lydtryknivået i tekniske rom < 75 dB. Det anbefales at det spesifiseres elastisk sjikt under rammer til aggregater der dette ikke er standardleveranse. Støy fra tekniske rom er generelt ivaretatt av gitt bærekonstruksjon og anbefaling om å bygge skillevegger som 50 dB vegger.

6.2 Avløp

For soilrør gjelder krav til støy fra tekniske installasjoner i samme bygning. Åpne soilrør i støpejern gir ifølge 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.

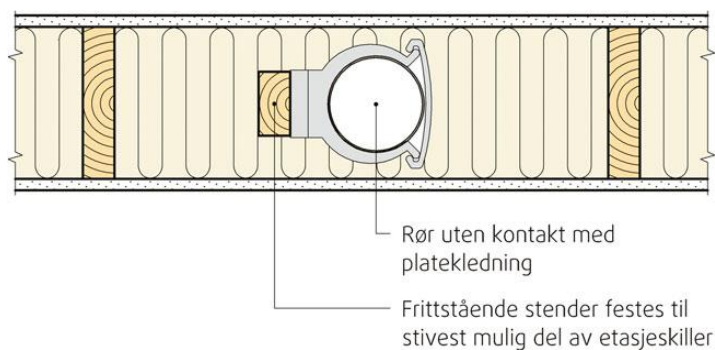
Tabell 12 Forventet lydreduksjon i forbindelse med innkassing/sjaktvegger

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 grennrør som står rett på avløpsrør må det benyttes to lag gips og isolasjon i sjaktvegg. Dersom grennrør 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 16 Montering av rør i lettvegg/sjakt

6.3 EI-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 betongvegger bør elbokser forskyves minimum veggtykkelsen.

7. DEFINISJONER

Tabell 13. 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 lydtrykknivået 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 veiging 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 lydtrykknivå, $L_{pA,eq,T}$, A-veid maksimalt lydtrykknivå, $L_{pA,max}$, C-veid maksimalt lydtrykknivå, $L_{pC,max}$ eller oktavbåndnivåer, og med enhet desibel (dB).
$L_{p,A,T}$	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.
$L_{p,AFmax}$	Maksimalt lydtrykknivå. 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.

8. VEDLEGG

8.1 Preaksepterte veggoppbygninger

Tabell 14 Anbefalte prinsipløsninger for innervegger

Krav R'_w	Oppbygning av vegg*	Kommentar
70	<ul style="list-style-type: none"> 3 x 13 mm gips 100 mm stålstenderverk med mineralull 20 mm luftsjikt 250 mm betong 20 mm luftsjikt 100 mm stålstenderverk med mineralull 3 x 13 mm gips 	<ul style="list-style-type: none"> Gjennomføringer til VVS og el. må unngås Nedsenket/fritthengt lydhimling (gipsplater) må benyttes Flytende gulv Bygges som "rom i rom" Det frarådes glassfelt i konstruksjonen
60	<ul style="list-style-type: none"> 3 x 13 mm gips 70 mm stålstenderverk med mineralull. 20-30 mm luftsjikt 70 mm stålstenderverk med mineralull. 3 x 13 mm gips 	<ul style="list-style-type: none"> Gjennomføringer til VVS og el. må unngås Nedsenket/fritthengt lydhimling (gipsplater) må benyttes Flytende gulv Bygges som "rom i rom" Det frarådes glassfelt i konstruksjonen
	<ul style="list-style-type: none"> 250 mm Leca lydblokk, puss på min. 1 side 20 mm luftsjikt 70 mm frittstående stålstender med mineralull 2 x 13 mm gips 	
	<ul style="list-style-type: none"> 2 x 13 mm gips 2 x 100 mm adskilte stålstendere. Total 400 mm isolasjon i 400 mm hulrom 2x 13mm gips 	
	<ul style="list-style-type: none"> 250 mm betong 	
55	<ul style="list-style-type: none"> 2 x 13 mm gips 75 mm stålstenderverk med mineralull. 10 mm luftsjikt 75 mm stålstenderverk med mineralull. 2x 13 mm gips 	<ul style="list-style-type: none"> Krav til VVS og el. med hensyn til gjennomføringer Sluse eller dobbel dørkonstruksjon med krav henholdsvis $R_w \geq 38$ dB ($R'_w \geq 35$ dB) og $R_w \geq 33$ dB ($R'_w \geq 30$ dB)³ Det anbefales ikke glassfelt i konstruksjonen.
	<ul style="list-style-type: none"> 250 mm Leca lydblokk 10 mm puss på hver side 	
	<ul style="list-style-type: none"> 200 mm betong 	
50	<ul style="list-style-type: none"> 2 x 13 mm gips 75 mm stålstenderverk med mineralull. 10 mm luftsjikt 75 mm stålstenderverk med mineralull. 2x 13 mm gips 	<ul style="list-style-type: none"> Krav til VVS og el. med hensyn til gjennomføringer Sluse eller dobbel dørkonstruksjon med krav henholdsvis $R_w \geq 38$ dB ($R'_w \geq 30$ dB) og $R_w \geq 27$ dB ($R'_w \geq 25$ dB) Det anbefales ikke glassfelt i konstruksjonen.
	<ul style="list-style-type: none"> 175 mm Leca lydblokk 10 mm puss på hver side 	
	<ul style="list-style-type: none"> 2 x 13 mm gips 100 mm stålstenderverk med mineralull 	<ul style="list-style-type: none"> Krav til VVS og el. med hensyn til gjennomføringer

Krav R'_w	Oppbygning av vegg*	Kommentar
48	<ul style="list-style-type: none"> 2x 13 mm gips 	<ul style="list-style-type: none"> Glassfelt anbefales ikke som total skillekonstruksjon
44	<ul style="list-style-type: none"> 2 x 13 mm gips 75 mm stålstenderverk med mineralull 2x 13 mm gips 	<ul style="list-style-type: none"> Krav til VVS og el. med hensyn til gjennomføringer Glassfelt anbefales ikke som total skillekonstruksjon
37	<ul style="list-style-type: none"> 13 mm gips 75 mm stålstenderverk med mineralull 13 mm gips 	<ul style="list-style-type: none"> Krav til VVS og el. med hensyn til gjennomføringer Glassfelt anbefales ikke som total skillekonstruksjon
34/35	<ul style="list-style-type: none"> Som 37 dB vegg 	<ul style="list-style-type: none"> Krav til VVS og el. med hensyn til gjennomføringer Dørkrav $R_w \geq 33 \text{ dB}^1$ ($R'_w \geq 30 \text{ dB}$) Glassfelt $R_w \geq 40 \text{ dB}^2$
24	<ul style="list-style-type: none"> Som 37 dB vegg 	<ul style="list-style-type: none"> Krav til VVS og el. med hensyn til gjennomføringer Dørkrav $R_w \geq 27 \text{ dB}$ ($R'_w \geq 25 \text{ dB}$) Glassfelt $R_w \geq 28 \text{ dB}$

¹ forutsettes at dør utgjør mindre enn 20 % av skillearealet. Dersom dør er med enn 20 % av arealet velges en dør 5 dB høyere.

² fortsatt at glass sitter i samme vegg som dør.

³ for musikkrom med liten skilleflate mot korridor benyttes en lydklasse høyere.

*Et lag 15 mm OSB plate kan erstatte gips