

SVOLVÆR SKOLE

INNHOOLD

1	INNLEDNING	2
2	FORSKRIFTER OG GRENSEVERDIER	2
2.1	Luftlydisolasjon	3
2.2	Trinnlydnivå	3
2.3	Romakustikk	4
2.4	Støy fra tekniske installasjoner	7
3	LUFTLYDISOLASJON/TRINNLYDNIVÅ	8
3.1	Dekkekonstruksjoner	8
3.2	Veggkonstruksjoner	9
4	ROMAKUSTIKK	12
4.1	Blackbox	13
4.2	Ensemblerom	13
4.3	Øvingsrom	14
4.4	Slagverkrom	14
4.5	Studio	15
4.6	Klasserom, grupperom, kulturskolen, kunstrom	16
4.7	Rektors kontor, stillerom og kontorlandskap for lærere	16
4.8	Fellesrom og korridorer	16
4.9	Sluser	16
5	STØY FRA TEKNISKE INSTALLASJONER	17
5.1	Teknisk rom	17
5.2	Ventilasjon	17
5.3	Roterende / vibrerende utstyr	17

OPPDRAGSNR.

DOKUMENTNR.

A096432

001

VERSJON

UTGIVELSESDATO

BESKRIVELSE

UTARBEIDET

KONTROLLERT

GODKJENT

1.0

13.11.2017

Akustikkonsept

Marius Stav

Bård Støfringsdal

Marius Stav

1 INNLEDNING

COWI har på oppdrag fra Vis A Vis Arkitekter foretatt rom- og bygningsakustiske vurderinger i forbindelse med oppføring av nye lokaler i eksisterende 3.etg ved Svolvær skole. Etasjen er pr. i dag uinnredet, og skal utvides med arealer tilpasset både skolen og kulturskolen. Begrenset takhøyde i eksisterende bygg medfører behov for særskilt fokus på lavtbyggende løsninger som samtidig vil ivareta krav til lydisolasjon.

2 FORSKRIFTER OG GRENSEVERDIER

I "Teknisk forskrift etter Plan- og bygningsloven" er det gitt funksjonskrav med hensyn til tilfredsstillende lydforhold i bygninger. Forskriften viser til Norsk standard NS 8175:2012 "*Lydforhold i bygninger - Lydklassifisering av ulike bygningstyper*" for preaksepterte ytelser.

I NS 8175:2012 er det gitt grenseverdier for lydklasse A til D for ulike bygningstyper, hvor klasse A er det strengeste og klasse D den svakeste. I VTEK anses grenseverdier for klasse C bygninger som tilstrekkelige for å oppfylle forskriften. Det tas dermed utgangspunkt i klasse C grenseverdier for vurdering av løsninger.

For musikkrommene skal føringer og anbefalte grenseverdier gitt i NS 8178:2014 "*Akustiske kriterier for rom og lokaler til musikkutøvelse*" legges til grunn for vurderinger av lydforhold. NS 8178:2014 henviser til NS 8175:2012 punkt 7 for grenseverdier for lydisolasjon og bakgrunnsstøy i musikkrom. For øvrige brukerarealer tas det utgangspunkt i aktuelle grenseverdier i NS 8175. Krav til lydisolasjon for musikkrommene er hentet fra krav til spesialrom i skolebygg som angitt i NS 8175:2012.

Grenseverdier i henhold til klasse C i NS 8175:2012 og relevante føringer for romakustikk i NS 8178:2014 er gjengitt i de påfølgende kapitlene.

2.1 Luftlydisolasjon

TEK 17 gir følgende funksjonskrav for luftlydisolasjon:

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

Tabell 1 Utdrag NS 8175:2012. Laveste grenseverdi for feltmålt veid reduksjonstall, R'_w .

Type brukerområde	Klasse C R'_w
Mellom spesialrom som musikkrom, formingsrom, rom for kroppsøving, enkelt lydstudio eller et annet spesialrom med støyende aktiviteter, og et annet undervisningsrom/personalrom/fellesareal	≥ 60 dB
Mellom spesialrom som nevnt ovenfor, og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse	≥ 50 dB
Mellom musikkrom for elektrisk forsterket musikk, slagverk osv. og et annet undervisningsrom o.l.	≥ 70 dB
Mellom spesialrom som nevnt ovenfor, og kommunikasjonsvei som fellesgang/korridor med dørforbindelse	≥ 55 dB
Mellom undervisningsrom Mellom undervisningsrom og personalrom/ fellesareal/ felles oppholdsrom, samt mellom personalrom og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor uten dørforbindelse	≥ 48 dB
Mellom undervisningsrom og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse	≥ 35 dB
Mellom samtalerom eller kontor med behov for konfidensielle samtaler og et annet rom	≥ 48 dB
Mellom rom som foran, med behov for konfidensielle samtaler og korridor med dørforbindelse	≥ 34 dB
Mellom kontorer	≥ 37 dB
Mellom et vanlig kontor som foran, og kommunikasjonsvei som fellesgang/korridor med dørforbindelse	≥ 24 dB

2.2 Trinnlydnivå

TEK 17 gir følgende funksjonskrav for trinnlydnivå:

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

Tabell 2 Utdrag fra NS 8175:2012. Høyeste grenseverdier for feltmålt normalisert veid trinnlydnivå, $L'_{n,w}$.

Type brukerområde	Klasse C $L'_{n,w}$
Mellom spesialrom som musikkrom, formingsrom, rom for kroppsøving, enkelt lydstudio, eller annet spesialrom med støyende aktiviteter I undervisningsrom/personalrom/fellesareal fra spesialrom (som over)	≤ 53 dB
I spesialrom som foran fra kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse I undervisningsrom/personalrom fra kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor/trapperom	≤ 58 dB
Mellom to undervisningsrom/personalrom/kontorer I undervisningsrom/personalrom fra fellesareal/felles oppholdsrom	≤ 63 dB

2.3 Romakustikk

TEK 10 gir følgende funksjonskrav for romakustikk:

Rom skal prosjekteres og utføres slik at det sikres tilfredsstillende romakustiske forhold.

Rom i byggverk for publikum og arbeidsbygning skal ha romgeometri og lydabsorpsjonsegenskaper som gir en romakustikk som sikrer tilfredsstillende lydforhold og god taleforståelse.

Tabell 3 Utdrag fra NS 8175:2012. Grenseverdier for etterklangstid, T , og etterklangstid relatert til rommets høyde, T_h .

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
I undervisningsrom	T (s)	0,5
I kontor, fellesareal og korridor	T_h (s)	$0,20 \times h^*$
I kontorlandskap	T_h (s)	$0,16 \times h^*$

* h – Rommets høyde i meter. Om høyden varierer, settes h lik middelverdi høyden.

De spesifiserte grenseverdiene gjelder rommidlet etterklangstid i hvert enkelt av oktavbåndene 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz og 4000 Hz, bestemt etter teknisk metode i NS-EN ISO 3382-2 for vanlige rom. Alternativt kan metoder etter NS-EN ISO 18233 brukes.

Tabellen angir grenseverdiene for høyeste etterklangstid, T , eller etterklangstid relatert til rommets høyde, T_h . For 1/1-oktavbånd 125 Hz kan etterklangstiden overstige grenseverdien i tabellen med inntil 40%.

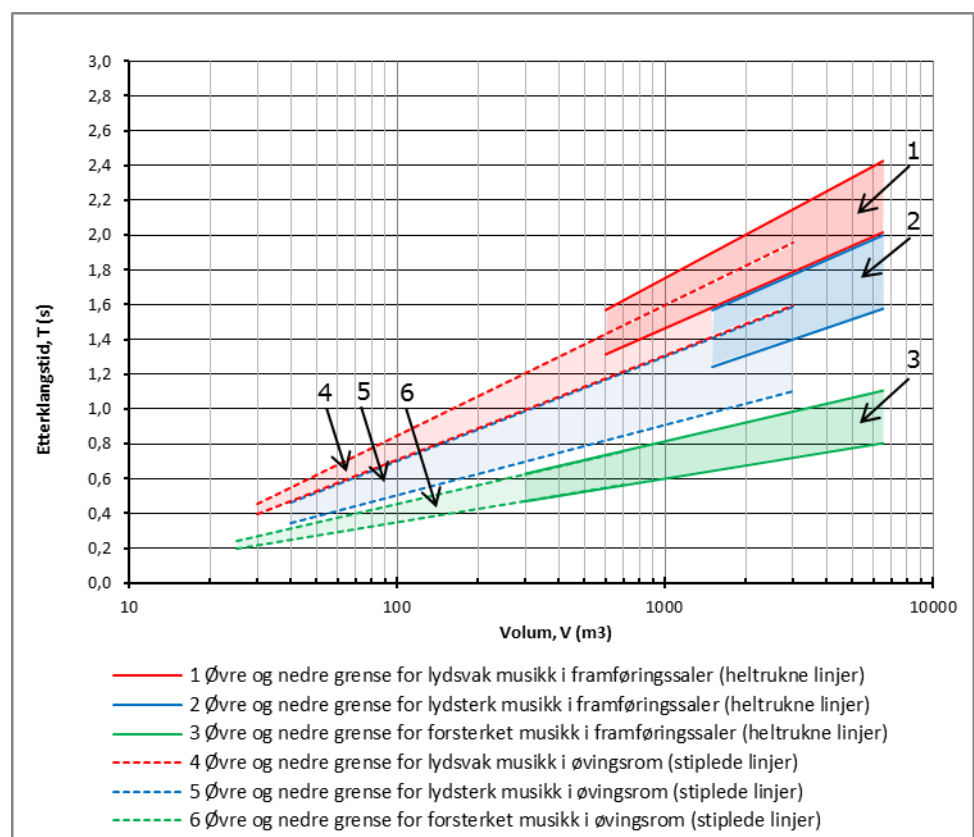
NS 8178:2014 fastsetter differensierte kriterier for lydforhold og egenskaper for lokaler som brukes til musikkøving og –framføring. Standarden gir differensierte kriterier for romakustikk for følgende tre musikkformer:

Forsterket musikk omfatter all musikk som formidles via forsterker- eller SR-anlegg, dvs. pop- og rockeband (inkludert elektronika), jazzband, vokalgrupper, storband, samt musikal eller lignende, der lyden hovedsakelig spres via forsterkeranlegg.

Akustisk lydsterk musikk omfatter musikk som fremføres med akustiske instrumenter som produserer kraftig lyd. Typiske grupper er brassband, janitsjarkorps, storband og symfoniorkester med blåsegruppe. Slagverk og operasang går inn i denne kategorien.

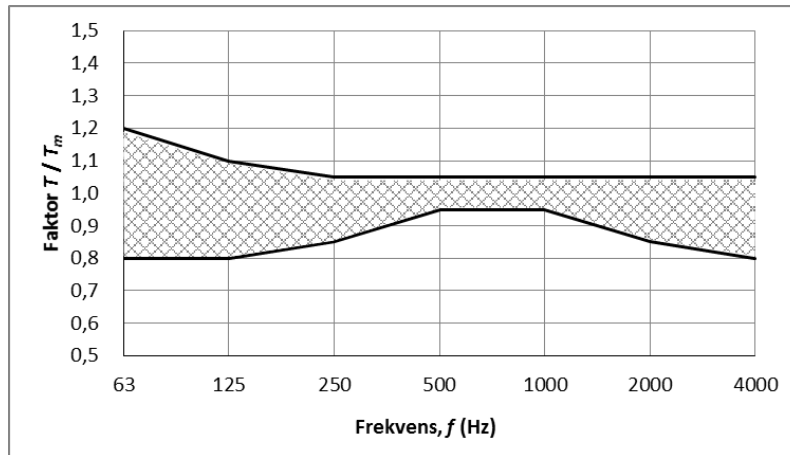
Akustisk lydsvak musikk omfatter musikk som fremføres med primært lydsvake instrumenter eller sang. Typiske grupper er sangkor, vokalensembler, visegrupper, strykeorkester og grupper med strengeinstrumenter (for eksempel gitar) uten forsterking.

Med grunnlag i overnevnte musikkformer og rommets volum fastsettes kriterier for etterklangstid tilpasset bruksformålet. Anbefalte grenseverdier i NS 8178:2014 for midlere etterklangstid, T_m , i frekvensområdet fra 500 Hz til 1000 Hz differensiert etter bruksformål er gjengitt i Figur 1.

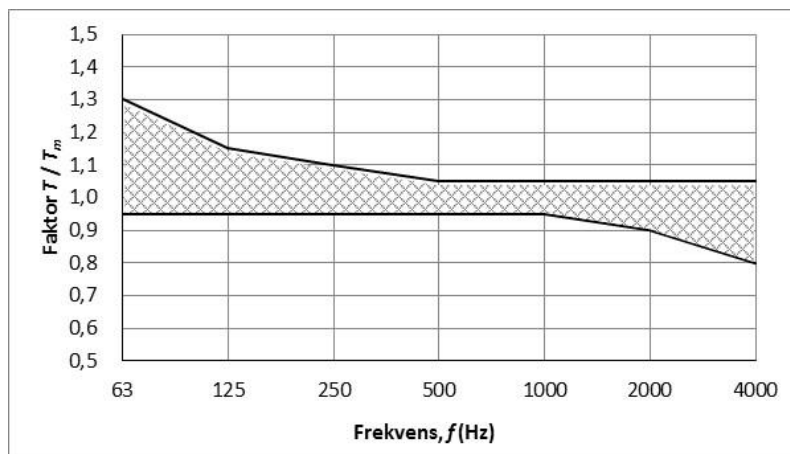


Figur 1 Etterklangstid, T , i forhold til netto romvolum, V , for forskjellige musikkformer. Stiplede linjer gjelder øvingsrom, fullt opptrukne linjer gjelder for framføringssaler.

For å sikre gode lydforhold i rom for musikkutøvelse er det viktig å oppnå egnede etterklangstider for hele frekvensområdet. Frekvensavhengige toleransegrensener for høyeste og laveste etterklangstid som definert i NS 8178:2014, er gjengitt i de påfølgende figurene.



Figur 2 Forsterket musikk, øving.



Figur 3 Akustisk lydsterk- og lydsvak musikk, fremføring og øving.

2.4 Støy fra tekniske installasjoner

TEK 10 gir følgende funksjonskrav for støy fra bygningstekniske installasjoner:

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

Grenseverdier for høyeste lydtrykknivå fra tekniske installasjoner utendørs og innendørs gjengis i Tabell 4 og Tabell 5.

Tabell 4 Utdrag NS 8175:2012. Høyeste grenseverdi for A-veid maksimalt lydtrykknivå i brukstiden utendørs.

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
Lydnivå på uteoppholdsareal og utenfor vindu i bygninger til undervisningsformål fra tekniske installasjoner i samme bygning og i en annen bygning	$L_{p,AF,max}$	≤ 40 dB
Lydnivå utenfor vindu til kontor/møterom fra tekniske installasjoner i samme eller i annen bygning	$L_{p,AF,max}$	≤ 45 dB

Tabell 5 Utdrag NS 8175:2012. Høyeste grenseverdi for A-veid tidsmidlet lydtrykknivå i brukstiden, og A-veid maksimalt lydtrykknivå, fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning.

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
I undervisningsrom, landskap, møterom og videokonferanserom	$L_{p,A,T}$	≤ 28 dB*
	$L_{p,AF,max}$	≤ 30 dB
I kontor og fellesareal	$L_{p,A,T}$	≤ 33 dB
	$L_{p,AF,max}$	≤ 35 dB
I kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang o.l.	$L_{p,A,T}$	≤ 38 dB
	$L_{p,AF,max}$	≤ 40 dB
* I klasse A til C måles 1/1-oktavbåndnivåer, og det skal påvises at det ikke er spesielt forstyrrende komponenter i støyen. Bedømmelse utføres etter NS 8175:2012 tillegg A ved å benytte RC-verdi = $L_{p,A,T} - 7$ dB.		

For musikkrommene skal krav til støy fra tekniske installasjoner i vanlige undervisningsrom legges til grunn.

Kravene gjelder for sum av alle tekniske installasjoner. Når en regner på enkeltanlegg må det tas i betraktning at andre anlegg også kan bidra, og dermed øke det totale støynivået.

3 LUFTLYDISOLASJON/TRINNLYDNIVÅ

Preaksepterte grenseverdier i NS 8175:2012 for luftlydisolasjon og trinnlydnivå er gjengitt i Tabell 1 og Tabell 2.

Eksisterende takhøyde på ca. 3 m mellom bjelker og 2,7 m under bjelker legger føringer for valg av lydisolerende tiltak. Videre er det av praktiske og kostnadmessige hensyn ønskelig å unngå tiltak i 2.etasje. Det må generelt velges så lavtbyggende løsninger som mulig, samtidig som krav til lydisolasjon tilfredstilles. Dette gjelder spesielt for musikkrommene, hvor det stilles høye krav til lydisolasjon, samtidig som man ønsker så stor himlingshøyde som mulig.

3.1 Dekkekonstruksjoner

Det kreves tiltak på eksisterende dekkekonstruksjoner for å ivareta krav til luftlydisolasjon og trinnlydnivå både horisontalt mellom nye arealer i 3.etasje og vertikalt mot eksisterende arealer i 2.etasje. For å oppnå ønsket lydisolasjon er det viktig å unngå lydoverføring via flankerende konstruksjoner. Dekket må generelt være ført inn i fasade for å tilfredsstille lydisolasjon vertikalt. I de påfølgende avsnittene er det beskrevet nødvendige tiltak i gulv og himling for å oppnå tilfredsstillende lydisolasjon.

3.1.1 Dekke i 3.etasje

Eksisterende dekke i 3.etasje er et ribbedekke med 140 mm betongplate¹. Denne konstruksjonen forventes å holde luftlydisolasjon $R'_w < 50$ dB og trinnlydnivå $L'_{n,w} > 80$ dB.

Preakseptert grenseverdi for luftlydisolasjon mot underliggende støyfølsomme arealer er $R'_w \geq 60$ dB for vanlige musikkrom med lydsvake akustiske kilder og $R'_w \geq 70$ dB for rom hvor bruksområdet omfatter forsterket musikk og lydsterke kilder. For å tilfredsstille kravet om $R'_w \geq 70$ dB kreves det i praksis tiltak med flytende gulv i kombinasjon med lydisolerende himling i underliggende rom. Det bemerkes av Byggherre at det forventes liten fare for støyende aktiviteter i kulturskolen parallelt med undervisning i støyfølsomme arealer i 2.etasje. Med grunnlag i dette kan det vurderes som akseptabelt å velge en løsning hvor lydisolerende tiltak kun utføres på oversiden av dekket.

For å oppnå best mulig lydisolasjon uten tiltak i 2.etasje må musikkrommene utføres med et tungt flytende gulv. For å oppnå god lydisolasjon også ved lave frekvenser, må det flytende gulvsystemet utføres med en konstruksjon med dokumenterte lydisolasjonsegenskaper. Nødvendig resonansfrekvens vil avhenge av bruksområde og instrumenttype. Oppbygningen av det flytende gulvet må detaljeres i senere prosjektfase for å sikre tilstrekkelig lav resonansfrekvens samtidig som konstruksjonshøyden minimeres. Det kan tas utgangspunkt i følgende generelle løsning for oppbygning av flytende gulv i slagverkrom og blackbox:

¹ Oppmålt på snitt C-C i snittegning A-62.52.305 datert 23.02.1968.

- > 80 mm betong
- > 22 mm trykkfordelende gulvspanplate
- > ca. 40 mm elastisk sjikt, eksempelvis Sylomer, Sylodyn eller tilsvarende elastomerer med egnede egenskaper.

I andre rom for musikk kan konstruksjonen kanskje forenkles noe. Detaljer for oppbygning må vurderes i senere prosjektfase.

For øvrige rom med undervisningsformål, kontorer og transport-/fellesarealer vil det være behov for et overgulv som sikrer tilfredsstillende trinnlydnivå og samtidig henter inn sprang for nye flytende gulvkonstruksjoner. Aktuelle løsninger kan være lette flytende gulv med gulvspan/gulvgips på trinnlydplater eller tilfarergulv med tilfredsstillende trinnlyddemping.

3.1.2 Tak over 3.etasje

Eksisterende takkonstruksjon over 3.etasje består av ribbedekke med 100 mm betongplate¹.

For å oppnå tilfredsstillende lydisolasjon horisontalt mellom arealer i 3.etasje må flanketransmisjon av lyd via den tynne betongplaten i taket begrenses. I alle rom med lydkrav må det monteres en elastisk opphengt lydhimling med ett/to lag 13 mm gips nedforet 100 mm med mineralull i hulrommet. (Antall platelag må vurderes nærmere i detaljprosjektet.)

I fellesarealer og korridorer vil det ikke være behov for tiltak med lydisolerende himlinger.

3.2 Veggkonstruksjoner

Krav til aktuelle skilleflater er gitt i lydplan *AK1 Svolvær skole - Lydplan 3.etasje*. Lydplanen angir krav til luftlydisolasjon, R'_w , for totalkonstruksjonen med vegger og eventuelle dører eller glassfelter.

For dører kreves det i utgangspunktet bruk av dør med terskel der man har lydkrav. For å oppnå tilfredsstillende lydisolasjon uten terskel må det benyttes dører med slepelist og vulst eller heve-/senketerskel. Det anbefales bruk av løsning med doble slepelister og vulst som erfaringsmessig gir bedre tetting. For å sikre at lydisolasjonsevnen til dører ivaretas over tid må det velges tette- og slepelister av god kvalitet.

I tilknytning til vegger med lydkrav på $R'_w > 40$ dB må indre plate i flankerende konstruksjon (fasade, korridorvegg, himling, osv.) brytes. Alternativt må det benyttes to lag gips på indre side i flankerende konstruksjon. Utførelse med to lag gips på indre side vil være tilfredsstillende i tilknytning til vegger med lydkrav opp til $R'_w = 44$ dB. For vegger med lydkrav over dette må indre plater utføres med splitt.

For å opprettholde god lydisolasjon mellom rom med lydkrav er det viktig at eventuelle gjennomføringer for ventilasjonskanaler o.l. utføres slik at man ikke svekker lydisolasjonen. Ventilasjonskanaler må utføres med tilfredsstillende lydempere både med tanke på luftlydisolasjon og støy. Dette gjelder spesielt i dette prosjektet hvor ventilasjonsføringene må føres mellom bjelkene i taket av hensyn til netto takhøyde. Løsninger og utførelse må vies spesiell oppmerksomhet for å ivareta krav til lydisolasjon, se for øvrig 5.2.

I de påfølgende avsnittene er det gitt kommentarer vedørende krav til luftlydisolasjon i ulike typer arealer.

3.2.1 Blackbox

Blackbox skal tilrettelegges for hovedbruksområde dans/drama, med mulighet for øvinger og konserter med akustisk musikk. Det kan forekomme bruk av forsterket musikk, men det forventes ikke støyende aktiviteter på dagtid som kan medføre betydelig lydsmitte. Det er heller ikke planlagt konserter e.l. i rommet, da slike arrangement generelt gjennomføres i det lokale kulturhuset.

For skillekonstruksjoner uten dørforbindelse stilles det krav til luftlydisolasjon $R'_w \geq 60$ dB. Veggene kan eksempelvis bygges opp som doble lettvegger med tre lag gips på hver side av adskilte stendere med minst 200 mm hulrom fylt med mineralull.

Sluser mot fellesareal 3.010 og ensemblerom 3.015 må utføres som dempede sluser med lydisolasjon $R'_w \geq 44$ dB for totalkonstruksjonen med dørforbindelse på hver side. Lydabsorberende tiltak i slusene er beskrevet i 4.9.

Lydsillet mot Lager må utføres slik at totalkrav til lydisolasjon $R'_w \geq 60$ dB mot fellesarealet tilfredsstilles. Samtidig må det påses at krav til støy fra eventuelle ventilasjonsaggregater som plasseres i lageret tilfredsstilles. Løsning må vurderes i senere prosjektfase med grunnlag i data for støydata for teknisk utstyr i lageret. Som et utgangspunkt kan skilleflatene rundt lageret utføres med $R'_w \geq 44$ dB for totalkonstruksjonen.

3.2.2 Ensemblerom, øvingsrom og studio

Ensemblerommene skal tilrettelegges for blåsegrupper og andre ensembler med akustiske instrumenter.

Øvingsrommene skal tilrettelegges for øving med akustiske instrumenter som tuba, piano, fiolin, o.l. samt sang. Bruksområdet skal ikke omfatte band eller tilsvarende aktiviteter med forsterkede/svært lydsterke instrumenter (f.eks. slagverk).

Studiorommet skal tilrettelegges som kontrollrom med lytting og lydopptak av musikk i tilstøtende musikkrom. Samtidig skal rommet kunne fungere som et avlastningsrom for øving med tilsvarende bruksområde som for øvingsrommene.

Vegger uten dørforbindelse rundt disse rommene skal utføres med lydisolasjon $R'_w \geq 60$ dB. Det kan tas utgangspunkt i samme veggkonstruksjon som beskrevet i 3.2.1.

Vegger med dørforbindelse mot tilstøtende fellesgang skal utføres med lydisolasjon $R'_w \geq 50$ dB for totalkonstruksjonen. Aktuell løsning er eksempelvis to dører med $R_w \geq 27$ dB og $R_w \geq 33$ dB montert i hver sin side av en dobbelveggkonstruksjon med to lag 13 mm gips på hver side av adskilte stendere med 150 mm hulrom fylt med mineralull.

Konstruksjonsdetaljer og valg av vinduer i skilleflatene mellom lydstudioet og tilstøtende øvingsrom/slagverkrom må vurderes nærmere i senere prosjektfase. Som et utgangspunkt kan det legges til grunn ett enkeltglass og ett laminert glass i stor avstand med dempet hulrom.

3.2.3 Slagverkrom

Slagverkrommet skal tilrettelegges for øving med slagverk, bandøving, og lignende lydsterke aktiviteter. Dette bruksområdet krever noe høyere lydisolasjon sammenlignet med øvrige musikkrom for å begrense lydsmitte mot tilstøtende arealer. Preakseptert grenseverdi for luftlydisolasjon i NS 8175:2012 for slagverkrom og musikkrom for elektrisk forsterket musikk er $R'_w \geq 70$ dB for vegger uten dørforbindelse mot et annet rom, og $R'_w \geq 55$ dB for totalkonstruksjon med dørforbindelse mot korridor.

Kravet mot tilstøtende korridor kan tilfredsstilles med to dører med $R_w \geq 33$ dB montert i hver sin side av en dobbelveggkonstruksjon med to lag 13 mm gips på hver side av adskilte stendere med 150 mm hulrom fylt med mineralull.

For å oppnå $R'_w \geq 70$ dB kreves det imidlertid mer omfattende tiltak med veggoppbygning bestående av en tung kjerne med frittstående påføring på begge sider. I dette tilfellet hvor slagverkrommet grenser mot korridorer og studiorommet (hvor det kan forventes en viss grad av sambruk) kan det vurderes som tilfredsstillende med en noe enklere veggoppbygning som gir R'_w i størrelsesorden 65 dB.

Det bemerkes at inntegnet løsning med dørforbindelse mot studiorommet er uheldig for lydisolasjonen. Dørforbindelsen anbefales fjernet dersom denne ikke er avgjørende for sambruk av rommene. Dersom dørforbindelsen beholdes må det velges en så god som mulig løsning for å unngå å svekke lydisolasjonen, anslagsvis to dører med $R_w \geq 38$ dB.

3.2.4 Undervisningsrom

Krav til lydisolasjon for undervisningsrom er $R'_w \geq 48$ dB for skillekonstruksjoner uten dørforbindelse, og $R'_w \geq 35$ dB for totalkonstruksjon med dørforbindelse mot fellesgang/korridor. Herunder regnes vanlige klasserom og grupperom tilknyttet skolen, og kunstrom tilknyttet kulturskolen.

For skilleflater med foldevegg mellom undervisningsrom eller grupperom aksepteres det en noe lavere lydisolasjon, $R'_w \geq 44$ dB, som vil kunne ivaretas

med bruk av en god lydisolerende foldevegg. Foldevegg bør velges med så gode lydisolerende egenskaper som mulig. Praktisk oppnåelig lydisolasjon avhenger i stor grad av utførelse og tetting mot tilstøtende bygningsdeler. Erfaringsmessig kan det for en foldevegg med $R_w = 50-52$ dB forventes R'_w i størrelsesorden 44 dB ved normal bruk.

3.2.5 Rektors kontor, stillerom og kontorlandskap for lærere

Lydisolasjon rundt rektors kontor, stillerom og kontorlandskap for lærere skal tilfredsstillende krav til konfidensialitet, $R'_w \geq 48$ dB for skillekonstruksjoner uten dørforbindelse, og $R'_w \geq 34$ dB for totalkonstruksjon med dørforbindelse.

3.2.6 Garderober og toaletter

Norsk Standard NS 8175:2012 definerer ikke preaksepterte grenseverdier for lydisolasjon i forbindelse med garderober og toaletter. Av hensyn til brukerkomfort anbefales det å utføre skillekonstruksjoner rundt toaletter som grenser direkte mot fellesarealer med en viss lydisolasjon, anbefalt $R'_w \geq 44$ dB for vegger og dører som holder $R_w \geq 33$ dB. Det bemerkes at lydisolerende dører inn til toaletter generelt medfører behov for terskel eller slepelist. Løsninger må vurderes opp imot andre hensyn til ventilasjon, m.m.

3.2.7 Sjakter

Der det er planlagt sjakter må sjaktveggene dimensjoneres slik at aktuelle krav til luftlydisolasjon og lydtryknivå fra tekniske installasjoner tilfredsstilles. Aktuell konstruksjon kan for eksempel være to/tre lag 13 mm gips med 50 mm mineralullmatte inn mot sjakt. Platelagene må generelt brytes ved lydskiller for å unngå flankeoverført lyd.

4 ROMAKUSTIKK

Krav til romakustikk er gitt i 2.3. Kravene vil generelt kunne tilfredsstilles med lydabsorberende himlinger i kombinasjon med et visst areal lydabsorbenter på vegger. For musikkrommene må løsninger vies spesiell oppmerksomhet for å oppnå tilfredsstillende romakustikk i henhold til NS 8178:2014. Utvalgte vegger² i musikkrommene skal skrånstilles for å bryte opp parallelle flater.

I de påfølgende avsnittene er det gitt kommentarer vedrørende krav til romakustikk og generelle føringer for materialvalg i ulike arealer. Foreslåtte løsninger må anses som et utgangspunkt. I senere prosjektfase må løsninger og materialvalg detaljvurderes og koordineres med øvrige fag for å oppnå helhetlig gode løsninger og sikre at aktuelle grenseverdier for etterklangstid tilfredsstilles.

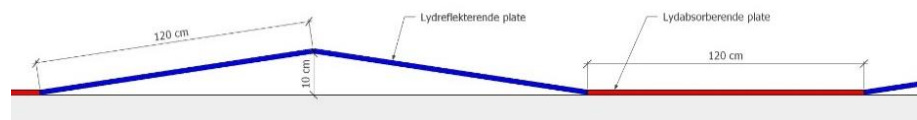
² De aktuelle veggene er inntegnet i lydplan tilhørende denne rapporten, og i plantegninger fra ARK.

4.1 Blackbox

Romakustikken i blackbox skal tilpasses hovedbruksområdet dans/drama, hvor det kan forventes en blanding av akustisk musikk og musikk avspilt over lydanlegg. Samtidig skal det tilrettelegges for at blackboxen skal kunne fungere tilfredsstillende som et ekstra ensemblerom i tilfeller hvor de to mindre ensemblerommene blir for små.

For å oppnå tilfredsstillende romakustiske forhold må etterklangstiden kunne varieres mellom ca. 0,55 - 0,85 s med jevn fordeling som funksjon av frekvens. For å oppnå ønsket variasjon i etterklangstid og tilrettelegge for gode lytteforhold i samspillsituasjoner, må det monteres en kombinasjon av lydabsorberende og lydspredende elementer og lydabsorberende teppetrekk på skinner. Aktuelle romakustiske tiltak er gitt i de påfølgende punktene:

- > Ca. 50 % av himlingen utføres med lydabsorberende plater med lydabsorpsjonsfaktor $\alpha = 0,5 - 0,6$ montert jevnt fordelt over tilgjengelig himlingsareal mellom bjelkene. Det kan eksempelvis tas utgangspunkt i perforerte plater av typen Danoline Micro M2F eller plater med tilsvarende egenskaper nedforet med 50 mm mineralull i hulrommet.
- > Ytterveggen motstående speilveggen utføres med en kombinasjon av ca. 30 % lydabsorberende og 70 % lydspredende elementer. Elementene plasseres i hele veggens bredde fra overkant sjakt til ca. 2 m over ferdig gulv. Det kan tas utgangspunkt i konstruksjonsprinsipp i Figur 4. Lydspredende felter kan eksempelvis utføres med 8 mm tykke finerplater med mineralull i hulrommet. De lydabsorberende feltene kan utføres med samme konstruksjon som den lydabsorberende himlingen.



Figur 4 Prinsipp for lydabsorberende og lydspredende paneler i blackbox.

- > Tilgjengelig veggareal over- og på siden av det uttrekkbare amfiet utføres med samme konstruksjon som lydabsorberende felter i himlingen.
- > To vegger (ikke parallelle) utstyres med teppetrekk på skinneløsning i ca. 10 cm avstand til vegg. Teppene bør utføres med sceneull eller tilsvarende lydabsorberende tekstil med flatevekt 500 g/m² eller høyere, og ha ca. 50% foldningsgrad.

4.2 Ensemblerom

Romakustikken i ensemblerommene skal tilpasses hovedbruksområde med akustisk lydsterk musikk. Med romvolum på ca. 100 m³ og 150 m³ vil rommene være egnet til henholdsvis ca. 3 - 4 og 4 - 6 utøvere med akustisk lydsterke instrumenter. Etterklangstiden må tilpasses til ca. 0,6 s i det lille ensemblerommet og ca. 0,7 s i det store ensemblerommet. Samtidig er det ønskelig å tilrettelegge for en viss variasjon av romakustikken ved å utstyre rommet med variable lydabsorberende teppetrekk på skinneløsning.

Planløsningen for rommene med skråstilte vegger er gunstig for å bryte opp parallelle flater og spre lyden i rommene. Aktuelle romakustiske tiltak er gitt i de påfølgende punktene:

- > Det kan tas utgangspunkt i samme himlingsløsning som i blackboxen, med perforerte lydabsorberende plater med $\alpha = 0,5 - 0,6$ montert jevnt fordelt over ca. 50 % av himlingen.
- > Ca. 50 % av to vegger (ikke motstående) utstyres med tilsvarende lydabsorberende plater som i himlingen. Platene bør monteres mellom ca. 1 – 2 m over ferdig gulv.
- > Én av veggene utstyres med teppetrekk på skinneløsning i ca. 10 cm avstand til vegg. Teppet bør utføres med sceneull eller tilsvarende lydabsorberende tekstil med flatevekt 500 g/m² eller høyere, og ha ca. 50% foldningsgrad.

4.3 Øvingsrom

Romakustikken i øvingsrommene skal tilpasses bruksområdet med øving med akustiske instrumenter som tuba, piano, fiolin, o.l. samt sang. Med et romvolum på ca. 30 - 35 m³ er rommene i nedre sjikt av hva som er egnet for øveceller for akustisk musikk. Etterklangstiden i øvingsrommene skal tilpasses til ca. 0,4 s med mulighet for å dempe rommene ytterligere med lydabsorberende teppetrekk på skinner.

Planløsningen for rommene med skråstilte vegger er gunstig for å bryte opp parallelle flater og spre lyden i rommene. Aktuelle romakustiske tiltak er gitt i de påfølgende punktene:

- > Ca. 50 % av himlingen utføres med lydabsorberende perforerte plater med lydabsorpsjonsfaktor $\alpha = 0,5 - 0,6$ montert jevnt fordelt over tilgjengelig himlingsareal mellom bjelkene.
- > Ca. 40 % én kort- og én langvegg utstyres med 40 mm lydabsorberende mineralullplater klasse A. Platene bør monteres mellom ca. 1 – 2 m over ferdig gulv.
- > Langveggen uten mineralullplater utstyres med teppetrekk på skinneløsning i ca. 10 cm avstand til vegg. Teppet bør utføres med sceneull eller tilsvarende lydabsorberende tekstil med flatevekt 500 g/m² eller høyere, og ha ca. 50% foldningsgrad.

4.4 Slagverkrom

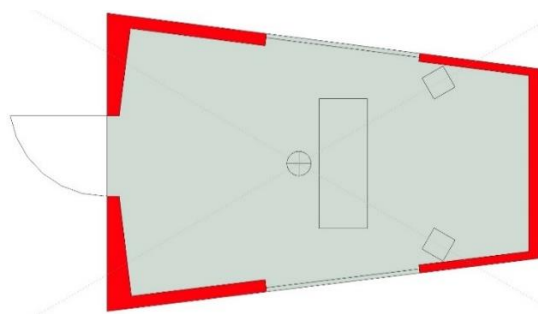
Slagverkrommet skal brukes til øving med lydsterke aktiviteter som slagverk, bandøving o.l. De romakustiske forholdene skal kunne tilpasses til både akustisk lydsterk musikk og forsterket musikk ved hjelp av variable lydabsorberende tepper på trekkeskinner. Med et romvolum på ca. 130 m³ skal etterklangstiden tilpasses mellom ca. 0,45 - 0,65 s.

- > Hele det tilgjengelige himlingsarealet mellom bjelkene utføres med lydabsorberende perforertplater med lydabsorpsjonsfaktor $\alpha = 0,5 - 0,6$.
- > Skyvefronten til lageret utføres lydabsorberende ved at konstruksjonen bygges med perforerte plater med mineralull i hulrommet. Detaljer for konstruksjonen må vurderes nærmere i senere prosjektfase for å sikre gode lydabsorberende egenskaper.
- > Én av langveggene utstyres med teppetrekk på skinneløsning i ca. 10 cm avstand til vegg. Teppet bør utføres med sceneull eller tilsvarende lydabsorberende tekstil med flatevekt 500 g/m² eller høyere, og ha ca. 50% foldningsgrad.

4.5 Studio

Studiorommet skal ha hovedbruksområde som kontrollrom med tilrettelagt romakustikk for gode lytteforhold. I noen tilfeller vil rommet kunne bli brukt som et avlastende øvingsrom, men dette er ikke vektlagt i vurderingen av romakustiske tiltak. For å oppnå gode lytteforhold må rommet tilrettelegges med en etterklangstid på ca. 0,2 - 0,3 s, med jevn fordeling over frekvensforløpet. Samtidig er det svært viktig å sikre kontrollerte refleksjonsforhold i lytteposisjonen ved tilpassing av lytteoppsett og kontroll av tidlige refleksjoner. Prinsipp-løsninger for høyttalerplassering, lytteposisjon og plassering av lydabsorberende flater er vist i Figur 5. Aktuelle romakustiske tiltak er gitt i de påfølgende punktene.

- > Himlingen utføres heldekkende med lydabsorberende mineralullplater klasse A. Dersom høyden i rommet tillater det anbefales det å utføre minst himlingsfeltet i fremre halvdel av rommet, mellom lytteposisjon og høyttalere, med ytterligere 50 - 100 mm mineralull for å øke lydabsorpsjonen ved lavere frekvenser.
- > Vegger markert med rød farge i Figur 5 utføres lydabsorberende. Det kan eksempelvis benyttes spilepanel med minst 30 % åpningsgrad foran 100 - 150 mm mineralull. Som et alternativ til spilepanelet kan det vurderes å benytte en kombinasjon av perforerte plater over/under vindushøyde (ca. <80 cm og >200 cm) og akustisk transparent tekstil i midten. Utførelse og materialvalg må koordineres med ARK og RIAku for å sikre en helhetlig god løsning.



Figur 5 Prinsipper for plassering av lytteposisjon, høyttalere og lydabsorberende flater (røde felter) på vegger for å oppnå gode lydforhold i studiorommet.

4.6 Klasserom, grupperom, kulturskolen, kunstrom

I undervisningsrom og grupperom er kravet til etterklangstid $T \leq 0,5$ sek.

For å ivareta kravet til etterklangstid må det benyttes en heldekkende lydabsorberende himling med lydabsorpsjonsklasse A i kombinasjon med et visst areal lydabsorbenter på vegg. Nødvendig areal lydabsorbent på vegger vil avhenge av møblering, men det kan tas utgangspunkt i ca. 15 - 20 % av gulvarealet. Dersom det velges en himling eller veggabsorbent med svakere lydabsorberende egenskaper enn klasse A kan det bli nødvendig å øke arealet noe. Lydabsorbenter på vegg bør generelt plasseres på bakvegger og sidevegger relativt talerposisjon i forventet brukerhøyde, anslagsvis fra 0,8 - 2 m over ferdig gulv.

4.7 Rektors kontor, stillerom og kontorlandskap for lærere

Gjeldende grenseverdi for etterklangstid er $T_h \leq 0,2 \times h$ i vanlige kontorer og $T_h \leq 0,16 \times h$ i kontorlandskap.

Krav til etterklangstid i rektors kontor og stillerommet vil kunne ivaretas med en heldekkende lydabsorberende himling med lydabsorpsjonsklasse A.

For å ivareta kravet til etterklangstid i kontorlandskap for lærerne må det velges en heldekkende lydabsorberende himling klasse A i kombinasjon med et visst areal lydabsorberende plater på vegg. Det kan tas utgangspunkt i ca. 15 - 20 % av gulvarealet, avhengig av innredningen i rommet. Lydabsorbenter på vegg plasseres fortrinnsvis for å bryte opp parallelle flater.

4.8 Fellesrom og korridorer

I fellesrom og korridorer er kravet til etterklangstid $T_h \leq 0,2 \times h$.

Aktuell løsning for å ivareta kravet er en heldekkende lydabsorberende himling klasse A mellom bjelkene. I tillegg må det monteres noe areal lydabsorbenter på vegger i mingleområdet i kulturskolen og fellesarealet i tilknytning til klasserommene. Nødvendig areal på vegger avhenger av møblering, men det kan tas utgangspunkt i ca. 10 % av gulvarealet med lydabsorbenter klasse A.

4.9 Sluser

Sluser må utføres med god demping for å oppnå ønsket lydisolasjon. Aktuell løsning kan være en heldekkende lydabsorberende himling klasse A i kombinasjon med et visst areal lydabsorbenter på vegg, eksempelvis direktemonterte slagfaste mineralullplater (f.eks. Ecophon Wall, Rockfon Vertiq eller tilsvarende).

5 STØY FRA TEKNISKE INSTALLASJONER

5.1 Teknisk rom

Skillekonstruksjoner rundt tekniske rom må utføres med tilstrekkelig lydisolasjon for å tilfredsstille krav til støy fra tekniske installasjoner i Tabell 5. Nødvendig lydisolasjon må vurderes i senere prosjektfase når detaljer for støy fra teknisk utstyr foreligger.

5.2 Ventilasjon

Innendørs støy fra ventilasjon skal tilfredsstille kravene gitt i Tabell 5.

Fremføring av ventilasjonskanaler må ikke svekke lydisolasjonen til vegger. Kryssing av vegger med lydkrav over $R'_w = 55$ dB må unngås så langt det er mulig. Det må monteres tilstrekkelig dimensjonerte lydfeller, spesielt ved vegger med høye lydkrav. Lydfeller er også aktuelle i rom med lydkrav $R'_w \geq 48$ dB for å unngå overhøring via kanaler.

Innfesting av utstyr, kanaler, oppheng osv. må vibrasjonsisolerers slik at man unngår overføring av strukturlyd/vibrasjoner i bygningskroppen. Ved gjennomføringer i elastisk opphengt himling eller i veggkonstruksjoner med separate stenderverk, må det benyttes elastisk mansjett som hindrer akustisk kortslutning av konstruksjonen.

Avkast for ventilasjonsanlegg må plasseres sånn at krav til støy i Tabell 4 tilfredsstilles. Ved behov må det benyttes egnede lydfeller for å tilfredsstille kravene.

5.3 Roterende / vibrerende utstyr

Alt roterende/vibrerende utstyr, innfesting, kanaler, oppheng o.l. må vibrasjonsisolerers ved hjelp av vibrasjonsisolatorer, mansjett, fleksible koblinger og vibrasjonsisolerende oppheng.

Isolatorene bør ha en isoleringsgrad på minst 90 % ved frekvensen tilsvarende utstyrets turtall. Gummibaserte isolatorer bør erstattes av mykere isolatorer, da de gummibaserte vil morkne, bli stivere og kreve vedlikehold over tid.