

RAPPORT

Beaivváš og Samisk videregående skole og reindriftsskole

Forprosjekt – Premisser for lydforhold

Kunde: Econor AS v/Kent-Eirik Gerhardsen



Oppdragsnr: 66170-00
Rapportnr: AKU - 01
Revisjon: 0
Revisjonsdato: 15. desember 2021
Oppdragsansvarlig: Marianne Solberg
Utarbeidet av: Marianne Solberg
Kontrollert av: Kjell Nordmark

Rev.	Utarbeidet		Kontrollert		Kommentar
Nr:	Navn:	Dato (Egenkontroll)	Navn	Dato	
0	Marianne Solberg	15.12.2021	Kjell Nordmark	15.12.2021	Dokument opprettet

IT arkiv: AKU01 R 211215 Beaivvas og Samisk vgs - Premissrapport lydforhold.docx

Innhold:

Sammendrag:	4
1 Bakgrunn	5
1.1 Ansvarsforhold	5
2 Underlagsdokumentasjon	5
3 Situasjonsbeskrivelse.....	6
4 Grenseverdier.....	7
4.1 Anbefalte krav til luftlydisolasjon og avklaringer	7
5 Lydisolasjon	9
5.1 Dekkekonstruksjoner.....	9
5.1.1 Gulv på grunn	9
5.1.2 Dekke mellom plan 1 og 2 og over saler	10
5.1.3 Takkonstruksjon	11
5.2 Vegger.....	11
5.3 Saler og lydstudio	14
5.3.1 Hovedscene og prøvesal.....	15
5.3.2 Studio og kontrollrom	17
5.4 Reindriftsskole.....	18
5.5 Bygghall/verkstedhall	18
5.6 Duodji	18
5.7 Gymsal og sal styrke	19
5.8 Trapper	19
6 Romakustikk	19
6.1 Hovedscene	20
6.2 Prøvesal	23
6.3 Vestibyle	25
6.4 Studio og kontrollrom	26
6.5 Verkstedhall/byggehall.....	27
6.6 Gymsal	28
6.7 Klasserom og andre rom for undervisning	28
6.7.1 Duodji, Teorirom og andre undervisningsrom på plan 1	29
6.7.2 Teorirom, grupperom, E-sport og andre undervisningsrom på plan 2	29

6.8	Lærerarbeidsplasser	30
6.9	Behov for himlinger/veggabsorbenter i øvrige rom	31
7	Krav til taleanlegg	32
8	Støy	32
8.1	Støy fra tekniske installasjoner	32
8.2	Støy fra ventilasjon i saler	32
8.3	Støy fra traverskran	33
8.4	Talevarslingsanlegg	33
8.5	Heis	33
8.6	Sjakter	33
8.7	Vanninstallasjoner	34
8.8	Tekniske rom	34
9	Utendørs lydforhold	35
9.1	Støy fra bygget til naboområder	35
9.2	Utendørs Amfi/scene	36
9.3	Utendørs basketballbane	36
9.4	Utendørs støy fra vegtrafikk	36
10	Bygge- og anleggsstøy	36
	Vedlegg 1 - Grenseverdier	37
	Vedlegg 2 - Prosjektspesifikke krav	39
	Vedlegg 3 - NS 8178:2014	42
	Vedlegg 4 - Romakustiske simuleringer av Vestibyle	47

Sammendrag:

- Alle rom for personopphold må ha en lydabsorberende himling.
- Det må være trinnlyddempende belegg i korridorer, kontorer, møterom, undervisningsrom og andre rom for personopphold.
- Gulv på grunn splittes ut i rom med høye lydkrav og tekniske rom på grunn.
- I saler, studio/kontrollrom, gymsal og styrkesal, samt i verksteder og hard duodji er det behov for spesielle tiltak for å sikre tilfredsstillende lydisolasjon.
- Spesielt fokus må gis til tilslutningsdetaljer og flankerende konstruksjoner i saler og studio i videre prosjektering.
- Det må være særlig fokus på støy fra tekniske installasjoner i undervisningsrom, og spesielt strenge krav i saler og lydstudio. Det må påregnes innkassing av større kanaler, spjeld, avløp, samt gode lydfeller.

1 Bakgrunn

Brekke & Strand Akustikk er engasjert av Econor AS i forbindelse med prosjektering av Samiske Nasjonalteateret Beaivváš og Samisk videregående skole og reindriftsskole.

Prosjektet omfatter samlokalisering av Beaivváš teater og Samisk videregående skole og reindriftsskole i Kautokeino. Denne rapporten angir prinsipielle løsninger for lydisolasjon, etterklangstid og støy fra tekniske installasjoner for arealene. Lydkrav er definert i vedlegg 1 og 2, og angitt på lydplaner.

1.1 Ansvarsforhold

RIAKU er premissrådgiver for lydforhold.

Det må normalt utføres en tverrfaglig kontroll der en sikrer at øvrige fag blir gjort kjent med lydtekniske premisser. Forslag til ansvarsforhold gitt i tabellen nedenfor.

Tabell 1 - Ansvarsmatrise

Prosjekterende	Ansvarsområde lydforhold
RIAKU – rådgiver akustikk	<u>Premisser</u> for prosjektering av lyd- og vibrasjonsforhold. Angitte premisser og lydkrav i denne rapporten berører fagområder til andre prosjekterende. Disse må implementeres for hvert fagområde, gjennom samarbeid og tverrfaglig kontroll.
ARK – arkitekt	Løsninger for vegger, etasjeskiller og himlinger som oppfyller krav til luftlydisolasjon og trinnlyd mellom ulike rom og etasjer. Lydabsorbenter og valg av materialer som påvirker romakustiske forhold. Tilslutningsdetaljer mot flankerende konstruksjoner.
RIV – rådgiver ventilasjonsteknikk	Lydnivå fra ventilasjons- og sanitæranlegg, med nødvendige demping i rør-, kanalnett og sjakter. Unngå at gjennomføringer kortsletter og svekker lydisolering mellom ulike brukerområder. Tetting av gjennomføringer. Vibrasjonsisolering av tekniske installasjoner.
RIE – rådgiver elektroteknikk	Sikre at el-bokser og gjennomføringer ikke svekker lydisolasjon mellom brukerområder, tetting av gjennomføringer. Sikre at taleanlegg og teleslynge oppfyller krav i NS 8175:2012 og NS 3961:2016
RIB – rådgiver bygningsteknikk	Prosjektore strukturmessige lydskiller i bærende konstruksjoner, påstøp, dimensjonere amfi for rytmisk last.

Byggherre har normalt møbleringen av rommene på en annen entrepris enn totalentreprisen. Innredning kan ha vesentlig innvirkning på etterklangstiden i et rom. Samtidig gir ofte innredningen begrensninger på hvor man kan plassere veggabsorbenter. Det bør derfor tidlig avklares hvordan rommene skal innredes. Dersom det ikke settes av tilstrekkelig plass til prosjektert areal av veggabsorbenter, må det avklares hvem som har ansvaret for eventuelle avvik fra etterklangstidkravene.

2 Underlagsdokumentasjon

Tabell 2 - Mottatt underlagsdokumentasjon

Dokument	Revisjonsdato
Plantegninger, snitt og fasader	15.12.2021
IFC-modell (sammenstilt modell)	07.12.2021

3 Situasjonsbeskrivelse

Bygget planlegges over tre plan, hvor tekniske rom er plassert på plan 3. Figur 1 viser plantegning for plan 1 og 2, der **rød**, **blå**, **grønn**, **oransje** og **brun** skravur indikerer hhv. arealer tilknyttet teateret, idrettsarealer, reindriftsskole, verkstedsarealer og Duodji.



Figur 1 - Planløsning for plan 1 og 2. Rød, blå, grønn, oransje og brun skravur indikerer hhv. arealer tilknyttet teateret, idrettsarealer, reindriftsskole, verkstedsarealer og Duodji.

På plan 3 har man tekniske arealer over områdene markert med den svarte stiplede linjen i figur 1.

4 Grenseverdier

Aktuelle forskrifter, standarder og kravspesifikasjoner for lydforhold er vist i tabellen under. De konkrete grenseverdiene er listet opp i vedlegg.

Tabell 3 - Forskrifter og standarder

Forskrift eller standard	Funksjonskrav eller grenseverdier
TEK 17 § 13-6. Lyd og vibrasjoner	<p>(1) <i>Lydforhold skal være tilfredsstillende for personer som oppholder seg i byggverk og på uteoppholdsareal avsatt for rekreasjon og lek. Krav til lydforhold gjelder ut fra forutsatt bruk, og kan oppfylles ved å tilfredsstillende lydklasse C i Norsk Standard NS 8175:2012 Lydforhold i bygninger Lydklasser for ulike bygningstyper.</i></p> <p>(3) <i>Vibrasjonsforhold skal være tilfredsstillende for personer som oppholder seg i byggverk og på uteoppholdsareal avsatt for rekreasjon og lek.</i></p> <p>(4) <i>I byggverk for publikum og arbeidsbygning skal det være lyd- og taleoverføringsutstyr, med mindre det kan dokumenteres at dette er unødvendig for å oppnå god taleforståelse. Inngangen til rom med forsterket lyd- og taleoverføring skal være tydelig merket.</i></p>
NS 8175:2012 Lydforhold i bygninger, lydklasse C	Grenseverdier for lydforhold som oppfyller funksjonskrav i TEK, se vedlegg 1.
Kravspesifikasjon totalentreprise 1140103 Kautokeino, Samlokalisering Beaivvas og Samisk vgs	<p>I kapittel 6.4.7 er det angitt at det skal installeres et etterklangsanlegg/aktivt akustisk system (AAS), og at rommets basisklang dimensjoneres for elektrisk forsterket musikk i NS 8178.</p> <p>I kapittel 8 er det gitt krav til de akustiske forholdene, NS 8175 klasse C skal legges til grunn, men for teatersal og prøvesal gjelder spesielle krav. I alle rom for framføring og innstudering av tale musikk skal NS 8178 legges til grunn.</p> <p>Se utdrag i vedlegg 2.</p>
Romfunksjonsprogram	Angir informasjon om bruken av hvert enkelt rom og spesifikke krav til blant annet lydforhold.
Riksteaterets kravspesifikasjon for nybygg	Angir ikke spesifikke krav til lydisolering eller akustikk. Den sier kun overordnet at hensyn til eventuell støyende aktivitet i omkringliggende arealer må hensyntas, samt at det må være mulig å justere akustikken i salen og på scenen.
NS 8178 Akustiske kriterier for rom og lokaler til musikkutøvelse	Angir krav til romgeometri og etterklangstid for musikk- og øvingsrom, se vedlegg 3.
T-1442 Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging	Grenseverdier for støy fra veitrafikk, samt støy i byggeperioden

4.1 Anbefalte krav til luftlydisolasjon og avklaringer

Tabell 3 angir vurderinger som er foretatt med hensyn på luftlydisolasjon der situasjonen ikke er direkte sammenlignbar med grenseverdier gitt i NS 8175.

Tabell 4 - Vurdering av krav til lydisolasjon

Situasjon	Tiltak	Kommentar
Vegger mellom tekniske rom og andre rom	Splitt av påstøp rundt tekniske rom for å redusere strukturlyd og flankelyd via gulv.	For sikker løsning må konstruksjon dimensjoneres ut fra lydeffekt data for teknisk utstyr som plasseres i rommet. Skillekonstruksjon dimensjoneres slik at lydnivå i tilstøtende rom tilfredsstillende grenseverdi for lydnivå fra tekniske installasjoner med god margin (5-10 dB).(RIB/RIV) Flytende gulv er vanligvis <u>ikke</u> en god løsning. Tykkere dekke kan være tilfredsstillende med god vibrasjonsisolering.
Vegg med dør mellom gymsal og sal styrke	Det monteres én $R_w \geq 33$ dB dør i skilleflaten. Veggtype $R'_w \geq 35$ dB	Antatt at salene har koordinert bruk og sambruk, med ønske om åpenhet og transparens mellom rommene (bruk av vindu i vegg). En viss grad av skjerming er likevel gunstig, men overhøring mellom arealene er ikke kritisk.
Mellom gymsal og vestibyle	Det monteres én $R_w \geq 33$ dB dør i skilleflaten. Veggtype $R'_w \geq 35$ dB på begge veggflatene	1108 Korridor ansees som en buffersone slik at lydisolasjon mot korridor kan reduseres, men total lydisolasjon mot vestibyle ivaretas.
Vegg med dør mellom Hard Duodji DH og Hard Duodji maskin	Det monteres én $R_w \geq 33$ dB dør i skilleflaten. Veggtype $R'_w \geq 35$ dB	Antatt at rommene har koordinert bruk og sambruk, med ønske om åpenhet og transparens mellom rommene (bruk av vindu i vegg). En viss grad av skjerming er likevel gunstig, men overhøring mellom arealene er ikke kritisk.
Vegg med dør mellom Verksted hall og Grupperom/Teorirom TIF	Det monteres én $R_w \geq 33$ dB dør i skilleflaten. Veggtype $R'_w \geq 35$ dB	Antatt at rommene har koordinert bruk og sambruk. En viss grad av skjerming er likevel gunstig, men overhøring mellom arealene er ikke kritisk.
Vegger rundt WC og garderober i skolen	Vegger tilsvarende $R'_w \geq 44$ dB mot andre rom uten dørforbindelse, og tilsvarende vegg med $R'_w \geq 35$ dB og dør som holder $R_w \geq 33$ dB der det er dørforbindelse.	Det anbefales en viss lydisolasjon ved denne type rom, spesielt i skolebygg med tanke på mobbing. For toaletter vil dette også bidra til å sikre at lydnivå fra tekniske installasjoner tilfredsstilles i omliggende rom. I lydplaner er det foreløpig tatt utgangspunkt i $R'_w \geq 34$ dB rundt toaletter (slik som var lagt til grunn i tilbudsfasen)
Vegger garderober skuespillere og greenrom	Vegger tilsvarende $R'_w \geq 48$ dB mot andre rom uten dørforbindelse, og tilsvarende vegg med $R'_w \geq 35$ dB og dør som holder $R_w \geq 33$ dB der det er dørforbindelse.	Ønske om konfidensialitet mellom rommene.
Vegg mellom hovedsal og innlastingshall, samt mellom prøvesal og innlastingshall	Vegg bygges opp som for $R'_w \geq 55$ dB og port med $R'_w \geq 46$ dB	Forutsettes at man koordinert bruk og lydisolasjon mellom hovedsal og innlastingshall er ikke kritisk. Lydisolasjon videre til prøvesal ivaretas med tilsvarende konstruksjon her.

Situasjon	Tiltak	Kommentar
Vegger rundt 2078 Helsesøster, 2026 og 2027 Kontor styrer, og 1094 Kontor	Vegger med $R'_w \geq 48$ dB mot andre rom uten dørforbindelse, og vegg med og dør som holder $R'_w \geq 35$ dB der det er dørforbindelse (dør med $R_w \geq 38$ dB dersom man har glassfelt og $R_w \geq 33$ dB uten glassfelt).	Antatt at disse kontorene benyttes til konfidensielle samtaler.
Studio/kontrollrom og korridor	Vegger med $R'_w \geq 55$ dB mot korridor, men enkel dør med $R_w \geq 43$ dB.	Ønske om bruk av korridor til opptak ved behov gir behov for økt lydisolasjon.
Rom for teater/musikk	Behandles spesielt	Omtalt i kapittel 5.3, 6.1, 0, 6.3 og 6.4.

5 Lydisolasjon

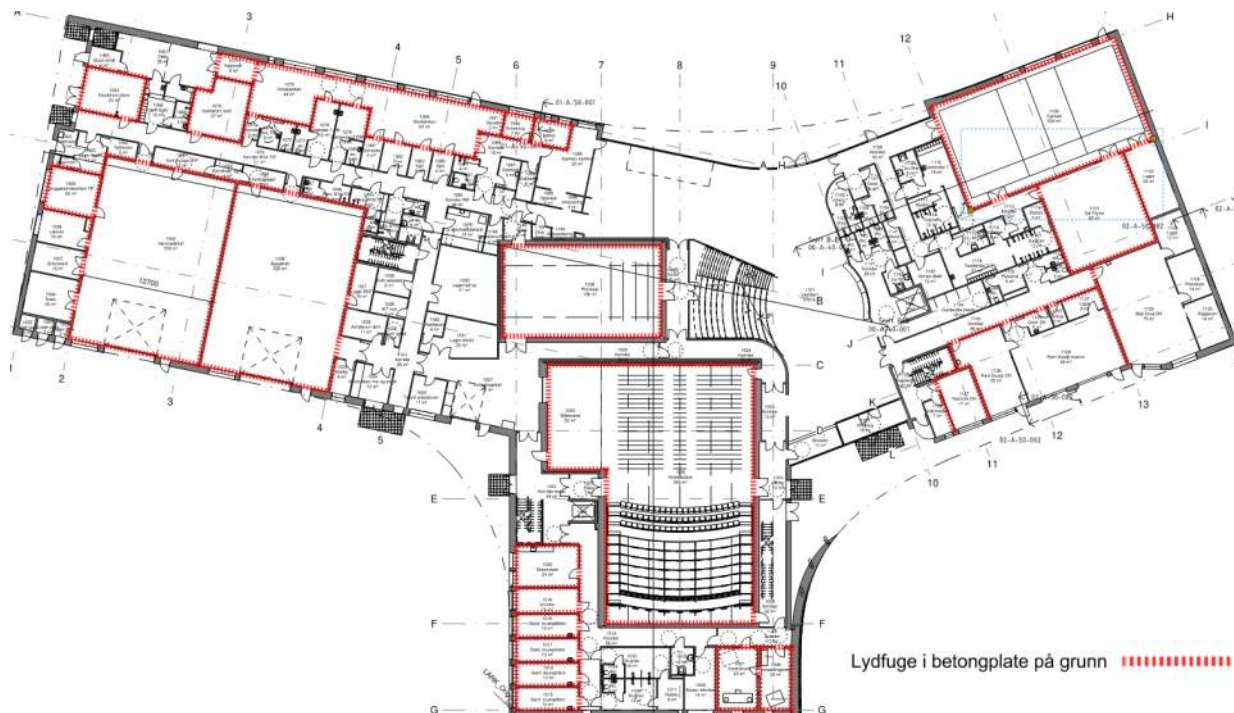
Krav til luftlydisolasjon og trinnlydnivå omfatter alle rom for personopphold og kommunikasjon. For å tilfredsstille gjeldende krav til lydisolering, er det viktig at vegger og dekker ikke blir svekket ved utettheter i forbindelse med tilslutning mellom bygningsdeler og gjennomføringer.

Det er krav til trinnlydnivå mellom rom både vertikalt og horisontalt, som kan tilfredsstilles med splitt av betongplate på grunn rundt rom, belegg som har tilstrekkelig trinnlydforbedringstall, eller ved å bygge et flytende gulv. Benyttes splitt i betongplate på grunn eller flytende gulv vil det ikke være krav til trinnlyddempende belegg.

5.1 Dekkekonstruksjoner

5.1.1 Gulv på grunn

Gulv på grunn i rom med høye lydkrav, $R'_w \geq 44$ dB, må utføres med lydfuge rundt rom dersom man har betongtykkelse på 100 mm på betongplaten (garderobearealer og toaletter er imidlertid ikke nødvendig å splitte ut). Ved bruk av tynnere betongplate på grunn, eller bruk av flis, slipt betong eller andre gulvløsninger uten trinnlyddemping, vil det være behov for lydfuge rundt en større andel rom. For rom med støyende utstyr vil det også være behov for å ha lydfuge rundt rommet for å hindre strukturlyd via gulv ut i bygget. Se figur 2 med omfang av lydfuger på plan 1.



Figur 2 - Rom med behov for lydfuge rundt rom på plan 1 (forutsatt 100 mm betongplate på grunn).

5.1.2 Dekke mellom plan 1 og 2 og over saler

Dekker mellom plan 1 og 2, samt mellom plan 2 og 3 er primært hulldekker HD265, dvs. flatevekt på hhv. 390 kg/m², som normalt ivaretar luftlydisolasjon opp til $R'_w \approx 54-56$ dB. For høyere krav kreves flytende gulv og eventuelt nedforet tett gipshimling. I rom for musikk, teatersaler, lydstudio, verksteder m.m. er det behov for spesielle tiltak for å sikre tilfredsstillende lydforhold, se kapittel 5.3, samt tabell 6.

Dekke over hovedscene og prøvesal er HD400, mens området mellom akse 13-14 og ca. J-L er planlagt med HD320.

Tabell 5 angir krav til trinnlydforbedringstall til gulv i ulike arealer med utgangspunkt i HD265, og er skissert i figur 3 for plan 2. Kravene til overgulv/belegg gitt i tabellen kan tilfredsstilles med vinyl-/linoleumsbelegg, parkett på ethafoam, ulike teppeløsninger mm. Det er forutsatt heldekkende nedsenket lydabsorberende himling i undervisningsrom. Der det benyttes flis eller slipt betong må betongplate på grunn slisses ut eller det må benyttes et flytende gulv på hulldekkene.

Tabell 5 - Krav til trinnlydforbedringstall for overgulv/belegg.

Brukerområde	Krav til overgulv/belegg med HD 265
I undervisnings-, møte- og grupperom, lærerarbeidsplasser og kontorer	$\Delta L_w \geq 14$
I korridorer, fellesarealer og garderobes	$\Delta L_w \geq 17$



Figur 3 - Krav til trinnlydforbedring for belegg på plan 2, med referanse til tabell 5.

Amfi og trapp i vestibyle bør stå ned på betongdekket på grunn, og selve amfi/trappen bør bygges med minimum 2 platelag, hvor total flatevekt bør være minimum 30-35 kg/m².

Behov for eventuell tilleggisolering over eller under dekker i tekniske rom må vurderes når støydata for utstyr foreligger.

5.1.3 Takkonstruksjon

Takkonstruksjoner planlagt som en lett takkonstruksjon med opplegg på dragere.

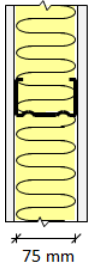
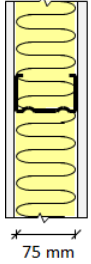
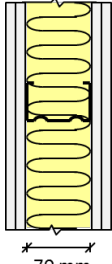
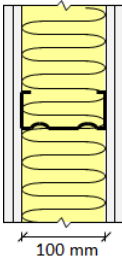
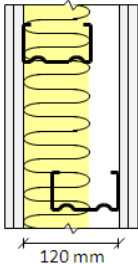
Tilslutninger mot takkonstruksjon må utføres slik at man hindrer flankeoverføring av lyd via tak. Man må unngå gjennomgående platelag der man har lydkrav på $R'_w > 37$ dB. I rom med høye lydkrav vil det være behov for lydisolerende himling. Dette vil kunne være aktuelt i gymsal, verkstedhall, bygghall, tekniske rom m.fl. Tilslutningsdetaljer knyttet til undervisningsrom og andre rom med lydkrav $R'_w \geq 48$ dB må også vurderes. Detaljer må kontrolleres av RIAku.

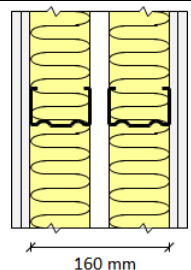
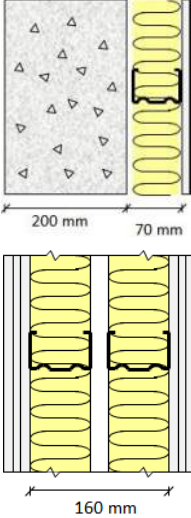
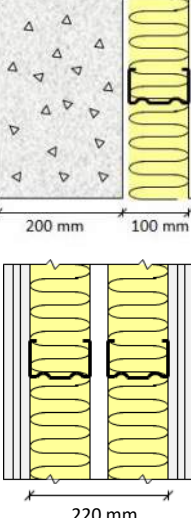
5.2 Vegger

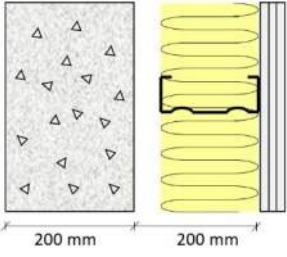
Tabell 6 viser anbefalte prinsipielle skilleveggkonstruksjoner. Lydkrav til vegger er angitt på plantegninger i vedlegg Ak-001, Ak-002 og Ak-003.

Lydmessig kan en vanlig gipsplate i vegg erstattes med 15 mm OSB-plate, eller annen plate med tilsvarende flatevekt som 13 mm gips. 2x13 mm gips anses tilsvarende som 1x13 mm robustgips og 1x12 mm osb.

Tabell 6 - Anbefalte prinsipielle skillevegger.

Krav R'_w	Figur	Konstruksjon, stålstendere	Kommentarer
24 dB Inkl. dør		1 x 13 mm gips minimum 70 mm hulrom m/ \geq 50 mm mineralull 1 x 13 mm gips	Dør må normalt ha terskel med anslag. Ev. glassfelt bør tilfredsstillende enkeltglass tykkelse $>$ ca. 5 mm.
34/35 dB inkl. dør 37 dB uten dør		1 x 13 mm gips minimum 70 mm hulrom m/ 50 mm mineralull stålstendere 1 x 13 mm gips	Krav til dør: $R_w \geq 33$ dB, eller $R_w \geq 38$ dB hvis det er glassfelt i skilleflaten. Evt. glassfelt bør $R_w \geq 38-39$ dB. Dette oppnås med enkle laminatglass. Gjennomgående platelag bør splittes.
44 dB		2 x 13 mm gips minimum 70 mm hulrom m/ 70 mm mineralull stålstendere 2 x 13 mm gips	Gjennomgående platelag må splittes. Kabelkanal må kuttes og kabler tettes ved gjennomføring. Gjennomføringer av ventilasjonskanaler krever ekstra tiltak (bedre vegg/innkassinger e.l.). Evt. glassfelt må vurderes spesielt.
48 dB		2 x 13 mm gips 100 mm stender m/ 100 mm mineralull stålstendere 2 x 13 mm gips	Gjennomgående platelag må splittes. Kabelkanal: Som for $R'_w \geq 44$ dB. Evt. glassfelt må vurderes spesielt.
48 dB Inkl. dør		2 x 13 mm gips 120 mm hulrom, forskutt 95 mm stender m/ \geq 100 mm isolasjon totalt -isolasjon må skjæres mellom stendere 2 x 13 mm gips	Krav til dør: To dører som holder hhv. $R_w \geq 38$ og 33 dB. Monteres i hvert sitt stenderverk, med absorbent i karm. Anbefalt skillevegg ved gjennomføring av ventilasjonskanaler. Dersom dette er aktuelt, må løsninger detaljprosjekteres. Gjennomgående platelag må splittes.
50 dB Inkl. dør		2 x 13 mm gips	Krav til dør: To dører som holder hhv. $R_w \geq 38$ og 28 dB og monteres i hvert sitt stenderverk med karmabsorbent.

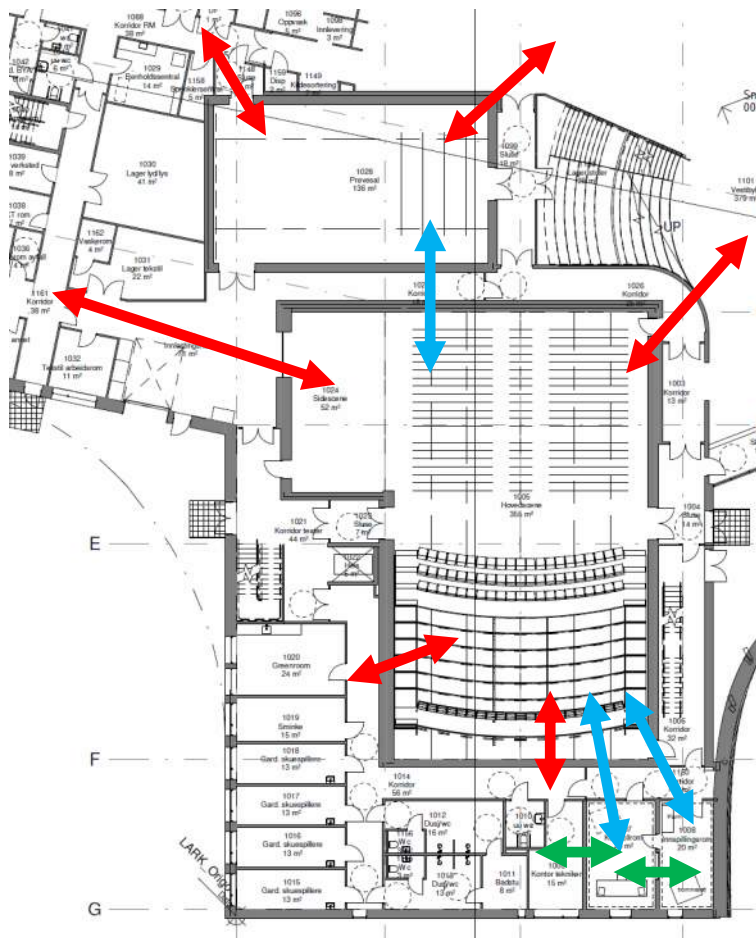
Krav R'_w	Figur	Konstruksjon, stålstendere	Kommentarer
55 dB		70 mm stender m isolasjon 20 mm hulrom 70 mm stender m isolasjon separat bunn-/toppsvill 2 x 13 mm gips	Eventuelt enkeltdør må holde $R_w \geq 48$ dB og monteres i indre veggsjikt. Gjennomgående platelag må splittes, og evt. gjennomføring av el.kanaler og ventilasjonskanaler må vurderes spesielt.
60 dB		180-200 mm betong 20 mm hulrom 70 mm stender med isolasjon 2 x 13 mm gips eller 3 x 13 mm gips 70 mm stender m isolasjon 20 mm hulrom 70 mm stender m isolasjon separat bunn-/toppsvill 3 x 13 mm gips	Bygges som «boks-i-boks-løsning». Splitt i gulv på grunn, påforingsvegger og vibrasjonsisolert himling. Gjennomgående platelag må splittes. Veggen må ikke perforeres av kanaler eller radiatorrør. Ev. vindu: doble, skråstilte laminatglass, montert i hvert sitt veggsjikt, og med karmabsorbent.
65 dB		200 mm betong 20 mm hulrom 100 mm stender med isolasjon 2 x 13 mm gips eller 3 x 13 mm gips 100 mm stender m isolasjon 20 mm hulrom 100 mm stender m isolasjon separat bunn-/toppsvill 3 x 13 mm gips	Bygges som «boks-i-boks-løsning». Krever tungt flytende gulv, påforingsvegger og vibrasjonsisolert himling. Løsninger er beskrevet spesielt i avsnittene nedenfor. Veggen må ikke perforeres av kanaler eller radiatorrør. Gjennomgående platelag må splittes. Ev. vindu: doble, skråstilte laminatglass, montert i hvert sitt veggsjikt, og med karmabsorbent.

Krav R'_w	Figur	Konstruksjon, stålstendere	Kommentarer
70 dB (inkl. $C_{50-5000}$)		200 mm betong 50 mm hulrom 150 mm stender med mineralullisolasjon 3 x 13 mm gips	Betongplate på grunn, betongvegger og dekke over saler bygges fortrinnsvis frittstående fra omkringliggende bæresystem/konstruksjoner. Påføringvegger på utsiden av salen der det er høye krav til lydisolasjon (f.eks. vestibyle/korridorzone/backstage/studio/kontrollrom/kontorlandskap Veggene må ikke perforeres av kanaler eller radiatorrør. Gjennomgående platelag må splittes. Ev. vindu: doble, skråstilte laminatglass, montert i hvert sitt veggjikt, og med karmabsorbent.

5.3 Saler og lydstudio

Lydisolasjonskrav mellom saler og tilstøtende rom (untatt tilhørende støttefunksjoner som sidescene, sceneteknisk lager m.m.) er $R'_w \geq 70$ dB som indikert med **røde** piler i figur 4. Lavfrekvensegenskapene til konstruksjonene, 63 Hz-båndet, må vurderes spesielt, og det er naturlig å sikte mot $R'_w + C_{50-5000 \text{ Hz}} \geq 70$ dB mellom hovedscene og prøvesal, samt mellom hovedscene og lydstudio/kontrollrom, **blå** piler i figur 4.

Tilgjengelighet med dør mellom studio og kontrollrom legger begrensninger på hva som er mulig å oppnå av lydkrav, men ved bruk av to dører med $R_w \geq 43$ dB og vegg med $R'_w + C_{50-5000 \text{ Hz}} \geq 60$ dB ansees overhøring mellom rommene å bli marginale ved normal bruk, **grønn** pil.



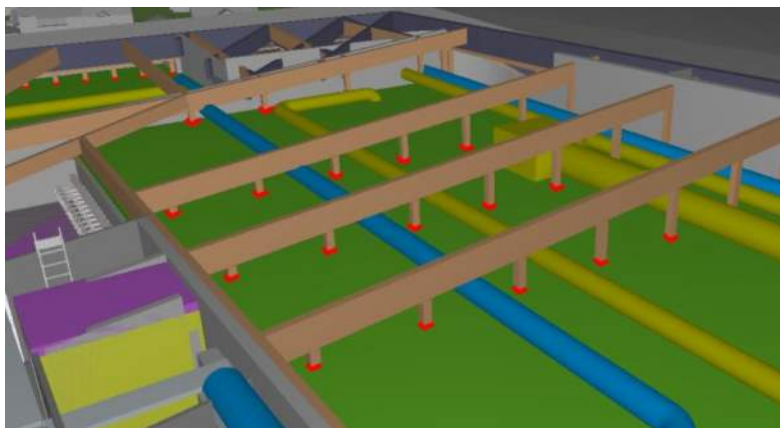
Figur 4 - Områder hvor man må sikre tilfredsstillende lydisolasjon rundt teatersal og prøvesal, samt studio/kon.

5.3.1 Hovedscene og prøvesal

Betongplate på grunn i hovedscene (inkl. sidescene) og prøvesal må splitte ut og legges på anslagsvis 50 mm Rockwool. Det må benyttes stenglist (fortrinnsvis 20 mm mineralull) mot omkringliggende betongvegger for å unngå stiv kontakt, samt mot fundament. Tilsvarende må betongplate på grunn på utsiden av disse betongveggene utføres med stengliste mot betongvegg.

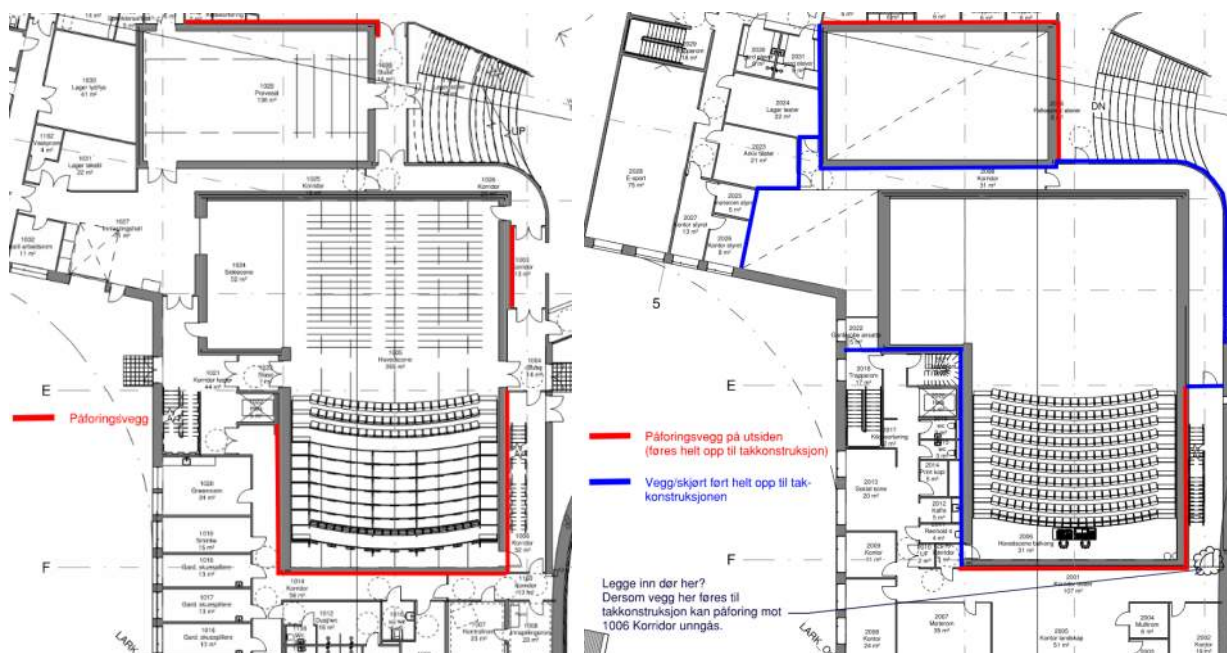
Av hensyn til luftlydisolasjon og trinnlydnivå er det ikke nødvendig med tiltak på gulv i hovedscene og prøvesal ut over splitt/lydfuge rundt rommet. Det er imidlertid også gunstig å redusere trommelyd fra overgulvet. I prøvesalen skal det benyttes et dansegulv/sviktgulv. Dette løses ved bruk av tilfarergulv (alternativt ferdige elementer f.eks. av typen Spring floor Harlequin Liberty/Activity e.l.). Tilfarergulv bør ha gulvbord med tykkelse 45 mm (gir vesentlig mindre trommelyd ifht f.eks. 25 mm gulvbord). I hovedsalen er det ikke krav om dansegulv/sviktgulv, men kun planlagt et tregulv på betongplaten på grunn, med evt. dansematter ifbm forestilling. Tilsvarende gjelder her for tykkelse på trebord som i prøvesal.

Dekkekonstruksjon over hovedscene og prøvesal er HD400. Det ansees ikke nødvendig med en lydisolierende himling på undersiden i salene, men det må gjøres tiltak på den delen av bæresystemet for tak som hviler ned på hulldekkene. Elastiske mellomlegg mellom dekket og søylene bør benyttes, som vist i prinsipp i figur 5. De elastiske klossene må tilpasses i forhold til last for å sikre at de fungerer godt og ikke overbelastes ved snølast. Dette vil også bidra til å redusere risiko for støy fra regn som treffer utsiden av takkonstruksjonen. Innfesting av taket mot vindlast kan utføres med stålvinkler. Detaljeres i videre prosjektering.



Figur 5 - Elastiske mellomlegg mellom hulldekker over hovedscene og prøvesal (markert med rødt)

Nødvendige påforinger på betongvegger rundt salene, av hensyn til luftlydisolasjon, utføres på utsiden i fellesarealer o.l. I tillegg må det sikres at man unngår overhøring mellom salene via hulrom mellom hulldekkene og takkonstruksjonene, slik at det må bygges skjørt og påforingsvegger må føres opp til tak slik at hulrom over hver enkelt sal blir avstengt fra omkringliggende støyende/støyfølsomme arealer. Se figur 6.

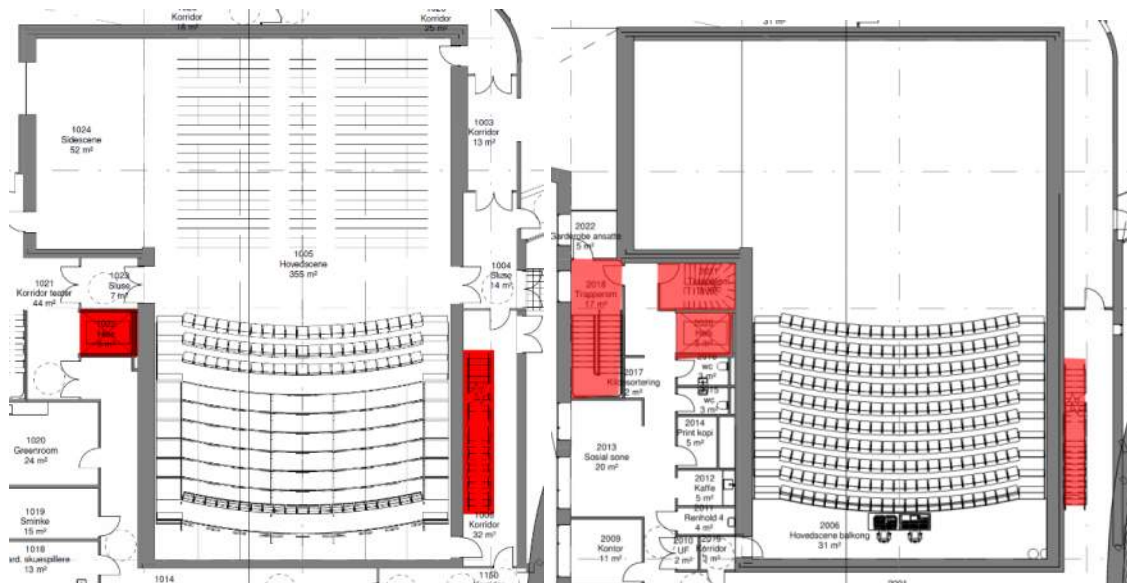


Figur 6 - Behov for påforingsvegger og skjørt for å sikre lydisolasjon i tilknytning til salene

Det kan vurderes om det er nødvendig med påforingsvegg på plan 1 i 1014 korridor, eller om arealet kan defineres som ikke kritisk med hensyn på overhøring fra sal. Det ansees ikke som nødvendig med $R'_{w} \geq 70$ dB fra 1014 korridor til Hovedscene, med bakgrunn i lite støy i korridorsoner/ikke støyfølsom korridor og man også på innsiden av denne veggen i salen har bassabsorbent og teleskopamfi plassert, noe som vil bidra til noe økt lydisolasjon (forventes å oppnå $R'_{w} \geq 60$ dB). 1150 korridor må utføres med påføring da denne korridoren tidvis vil kunne bli benyttet til innspilling.

Konstruksjoner rundt 1022 Heis må ikke være i stiv kontakt med vegg/dekkekonstruksjon i Hovedscene, samt trapp mot hovedscene, se figur 7.

Betongvegger og dekker rundt Hovedscene og Prøvesal må i utgangspunktet ikke benyttes som opplegg for dekker på plan 2 og 3. Dekker for tilstøtende arealer på plan 2 og 3 bør utføres på separat bæring, evt. må de legges opp på dimensjonerte elastiske mellomlegg på vinkler.



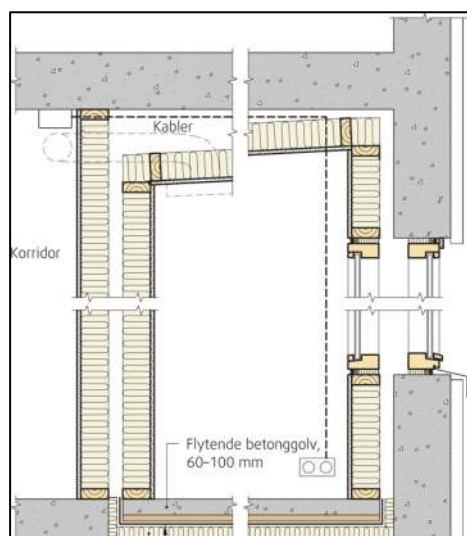
Figur 7 - Heissjakt og trapp må utføres frittstående ifht konstruksjoner i hovedscene (plan 1 til venstre og plan 2 til høyre).

Krav til vegg mellom 3007 Scenemekanikk og 1005 Hovedscene må vurderes når info om støynivå i 3007 Scenemekanikk foreligger. Det må benyttes spesielle dempeløsninger for gjennomføringer fra trekkmotorene, med lydfeller, for å unngå støy i salen. Dimensjoneres i samarbeid med teaterteknisk entreprenør.

Ventilasjonskanaler kommer fra eget teknisk rom over administrasjonsarealene knyttet til teateret. Det må påregnes ≥ 1800 mm lydfelle med midtbaffel, noe avhengig av kanaldimensjon. Tiltak på ventilasjonskanaler må vurderes avhengig av plassering av gjennomføringer, plassering av lydfeller, dimensjoner, innkassing m.m., se også kapittel 8.2 og 8.8.

5.3.2 Studio og kontrollrom

Både studio og kontrollrom skal benyttes til innspilling, i tillegg til at tilliggende korridor 1150 også vil kunne bli benyttet som opptaksrom ved behov. Studio og kontrollrom må bygges opp som boks i boks. Skissen¹ i figur 8 viser hovedprinsippet for boks-i-boks.

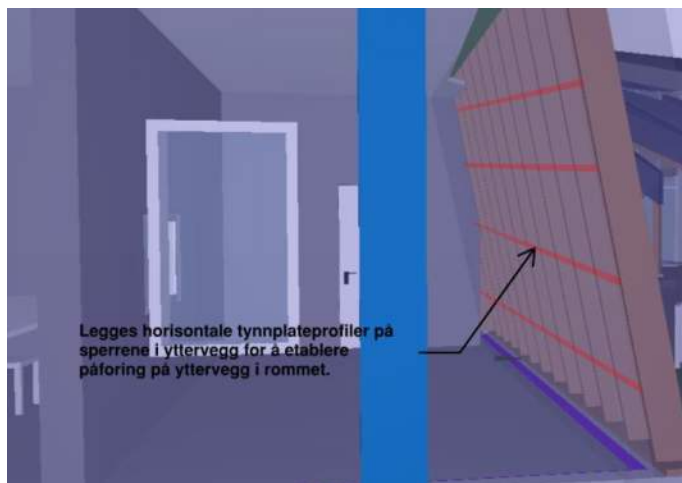


Figur 8 - Prinsippskisse for boks-i-boks – løsning

- Nedsenket elastisk opphengt gipshimling bygges med 2 x 13 mm gips og ≥ 150 mm hulrom med ≥ 100 mm mineralull, opphengt i vibrasjonsisolatorer/lydbøylere eller tilsvarende.
- Betongplate på grunn i studio og kontrollrom splittes ut og legges på Rockwool.
- Glass i fasade i studio bør være 12-16 mm laminatglass i indre boks og isolerglass utvendig, med karmabsorbent.
- Doble dører med $R_w \geq 43$ dB på hver dør og absorbent i karm.
- Påføring på yttervegg, med tynnplateprofil på skråvegg, se figur 9, med 2 lag gips.
- Ventilert via grenkanaler, med 1200 mm lange lydempere fra hovedkanal i Korridor.

¹ NBI Byggforsk detaljblad 527.315

På skråvegg legges tynnplateprofil på sperrene i yttervegg for innfesting av 2 lag gips i fasade.



Figur 9 - Prinsipp påføring yttervegger

5.4 Reindriftsskole

Arealer for reindriftsskolen omfatter teorirom (vanlig undervisningsrom), i tillegg til arealer for behandling av kjøtt, samt kjøkkenarealer knyttet mot kantine. Prefabrikerte kjøle- og fryserom må tilfredsstille krav til støy fra tekniske installasjoner.

5.5 Bygghall/verkstedhall

Bygghall og verkstedhall skal vurderes som spesialrom i NS 8175, dvs. $R'_w \geq 60$ dB mellom rom uten dørforbindelse, og $R'_w \geq 50$ dB mot korridor. Dette kan oppnås med:

- Separat betongplate på grunn
- Atskilte vegger/påforingsvegger, som beskrevet i tabell 6. Påforingsvegger settes på rommets side av splitt i gulv på grunn. Påforingsvegg i bygghall/verkstedhall kan også kombineres med veggabsorbent som f.eks. perforertplate (må detaljeres).
- Lydhimling av 2x13 mm gips med hulrom ≥ 80 mm hulrom med ≥ 50 mm mineralull.

Det er forutsatt uavhengig bruk av bygghall og verkstedhall, det må evt. vurderes av brukerne/byggherre om dette kravet kan reduseres slik at man unngår behov for påforingsvegg på betongvegg mellom hallene. 1033 Kontor og 1059 Grupperom/teorirom TIF er forutsatt å være ansett som en del av Verkstedhall med koordinert bruk/sambruk. 1033 Kontor ligger med vindu og dør mot Byggehallen, og kontoret ansees å ha koordinert bruk/sambruk, slik at det kun er nødvendig med moderate krav her. I lydplaner er det lag til grunn $R'_w \geq 35$ og dør $R_w \geq 33$ dB mot 1059 Grupperom/teorirom TIF, mens det mot 1033 er lagt til grunn $R'_w \geq 35$ og $R_w \geq 38$ dB på dører og vindusfelt.

Mellom bygghall/verkstedhall og 1076 korridor har man en buffersone med lager, og det påpekes at lydisolasjon fra hallene til korridor skal tilfredsstille $R'_w \geq 50$ dB. Ventilasjonsløsninger osv. må tilpasses dette.

5.6 Duodji

I Hard Duodji DH og Hard Duodji maskin vil man ha bruk av støyende utstyr og rommene vurderes som spesialrom i NS 8175, dvs. $R'_w \geq 60$ dB mellom rom uten dørforbindelse, og $R'_w \geq 50$ dB mot korridor. Dette kan oppnås med:

- Separat betongplate på grunn

- Atskilte vegger/påforingsvegger, som beskrevet i tabell 6. Påforingsvegger settes på rommets side av splitt i gulv på grunn.
- Lydhimling av 2x13 mm gips med hulrom ≥ 80 mm hulrom med ≥ 50 mm mineralull.

Det er forutsatt at de to rommene (1128 og 1136) ansees som et areal hvor overhøring mellom arealene ikke er kritisk, og dermed satt et moderat krav til vegg med dørforbindelse mellom disse rommene ($R'_w \geq 35$ dB).

Det kan vurderes om krav for vegger i Hard Duodji med dør mot korridor kan reduseres forutsatt at man oppnår $R'_w \geq 60$ dB til Vestibyle. Dette må evt. avklares med byggherre/brukere.

Myk Duodji vurderes som normale undervisningsrom (ikke spesielt støyende aktivitet).

5.7 Gymsal og sal styrke

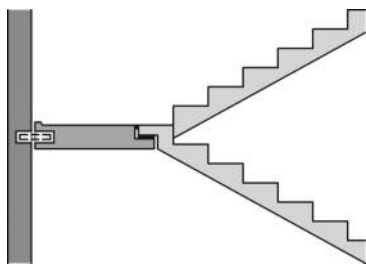
Gymsal og sal styrke skal vurderes som spesialrom i NS 8175, dvs. $R'_w \geq 60$ dB mellom rom uten dørforbindelse, og $R'_w \geq 50$ dB mot korridor. Dette kan oppnås med:

- Separat betongplate på grunn
- Atskilte vegger/påforingsvegger, som beskrevet i tabell 6. Påforingsvegger settes på rommets side av splitt i gulv på grunn.
- Lydhimling av 2x13 mm gips med hulrom ≥ 80 mm hulrom med ≥ 50 mm mineralull.

Det er antatt koordinert bruk av gymsal og sal styrke. Gymsal ligger med en korridorsoner som buffer mot Vestibyle, og det ansees som tilstrekkelig med vegg med dørforbindelse med $R'_w \geq 35$ dB her.

5.8 Trapper

For å oppfylle grenseverdien for trinnlydnivå fra trapper anbefales det at mellomrepos og trappeløp må opplagres elastisk, som vist i Figur 10². Det bør være en luftspalte mellom trappeløp og trapperomsvegger. På de veggene som reposene er elastisk opplagret mot, må det være en fuge mellom reposit og trapperomsveggen, f.eks. mineralull + fuge. På hovedreposit anbefales samme løsning som angitt for korridorer og fellesarealer i tabell 5.



Figur 10 - Elastisk opplagret repos og trappeløp. Figur hentet fra Byggforsk blad 532.241.

6 Romakustikk

Materialers lydabsorberende egenskaper karakteriseres i klasser etter NS-EN ISO 11654. En oversikt over de ulike absorberende klassene og eksempler på typiske anvendbare produkter for hver av disse er gitt i tabell 7, samt at arealer som må ha lydabsorberende himling er angitt i bilag 3.

² SINTEF Byggforsk blad 532.241: «Trinnlyd fra innvendige betongtrapper».

Tabell 7 - Absorbentklasser og eksempler på ulike anvendbare materialer.

Absorbentklasse	Absorbent type, eksempler
A	<ul style="list-style-type: none">• Perforert strekkmetall med 50 mm isolasjon over, lydtransparent duk• Trespilpanel med høy åpningsgrad (\geq ca. 50 %)• \geq 15-20 mm mineralullplater i system nedsenket minimum 200 mm• \geq 40 mm mineralullplater montert direkte i tak• Treullsementplate med overliggende mineralull, minst 50 mm• Perforerte metallplater med høy perforeringsgrad, minst 50 mm mineralull bak• Enkelte typer akustikkpuss
B	<ul style="list-style-type: none">• Enkelte perforerte gipsplateprodukter• Treullsementplater med overliggende mineralull• Akustikkpuss
C	<ul style="list-style-type: none">• Perforerte gipsplater, møbelplater el. likn. med fiberduk• Panelbord med spalter og mineralull bak

6.1 Hovedscene

Grunnakustikk tilpasses AAS-anlegg. Bakgrunnen for ønske om AAS-anlegg er bruk av salen til musikkteater. Ca. 90% av bruken vil være med mygg, men salen bør likevel kunne fungere godt uten.

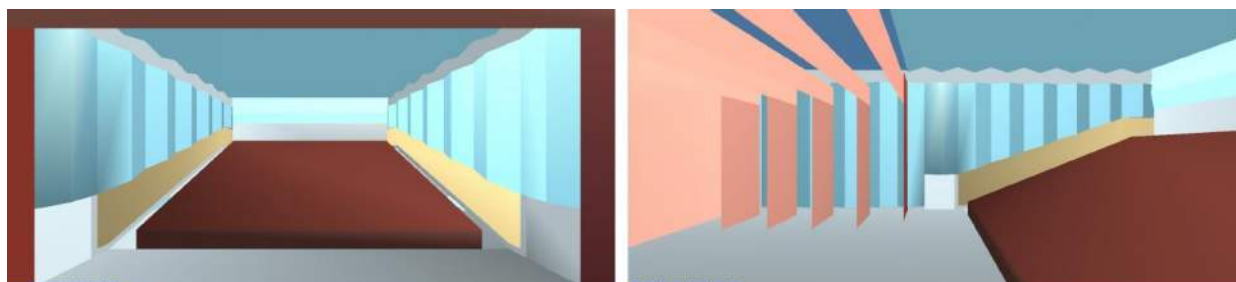
Krav til romakustikk:

Rommets basisklang dimensjoneres slik at etterklangstiden ligger innenfor anbefalt område for rom til elektrisk forsterket musikk i NS 8178 med beskrevet mengde scenetekstiler.

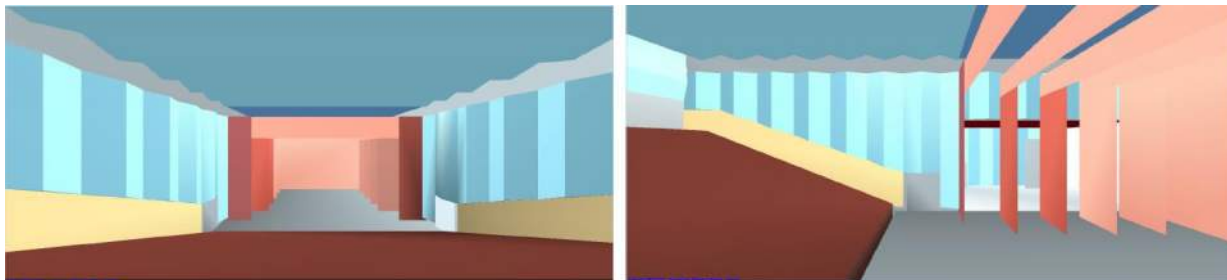
Det er bygget en akustisk 3D-modell. For å oppnå gode romakustiske forhold er følgende akustiske elementer bygget inn i modellen av salen:

1. Bygningsplater maks. 10 kg m/min.ull bak, «trekkspill» 300 relieff, cc1000 mellom spisser, spisser i vegg møter grøfter i himling
2. Tekstil, filt eller annen ca. 5 mm tykk porøsabsorbent på hard bakgrunn. Alternativ: Lydsprende hard flate (må motvirke flutter-ekko) og porøsabsorbent omplassert til bakvegg.
3. Amfi med stoler, 5 cm skum med stofftrekk i sete og 1-3 cm i rygg. Ellers treoverflater.
4. Sceneinndekning i ull 500 g/m², kfr. RISC.
5. Sub-bass-absorbent: 200 mm min.ull på bakvegg under amfiet

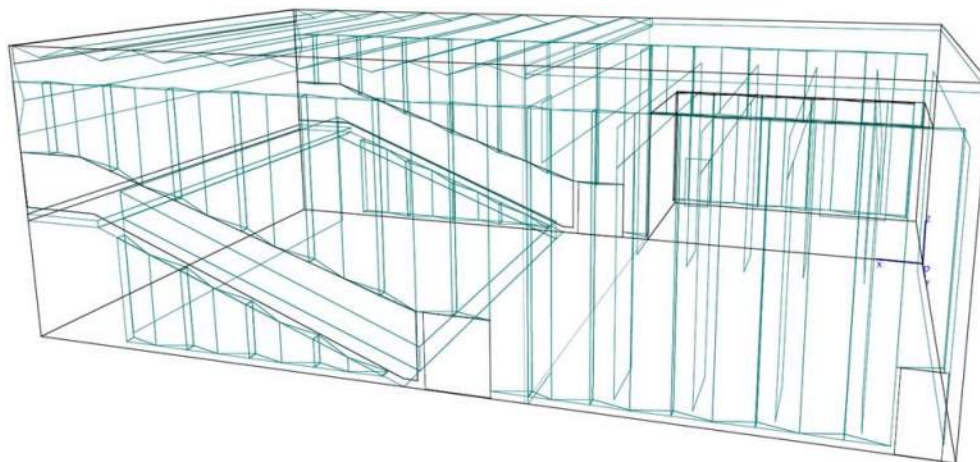
Utklipp fra beregningsmodell med akustiske elementer plassert i salen er vist i figur 11 til figur 13.



Figur 11 - Plassering av akustiske elementer i hovedscene, vist med amfi ute (utklipp fra Odeon-modell).



Figur 12 - Plassering av akustiske elementer i hovedscene, vist med amfi ute (utklipp fra Odeon-modell).



Figur 13 - Utklipp fra trådmodell (utklipp fra Odeon-modell)

Med de foreslåtte absorbertypene og plassering forventes tilfredsstillende romakustiske forhold i hovedscene både med og uten amfi. Beregningsresultat vurdert mot NS8178 er vist i figur 14 for Hovedscene med amfi, og i figur 15 for Hovedscene med flatt gulv/uten amfi og teppegardin på bakvegg over amfi.

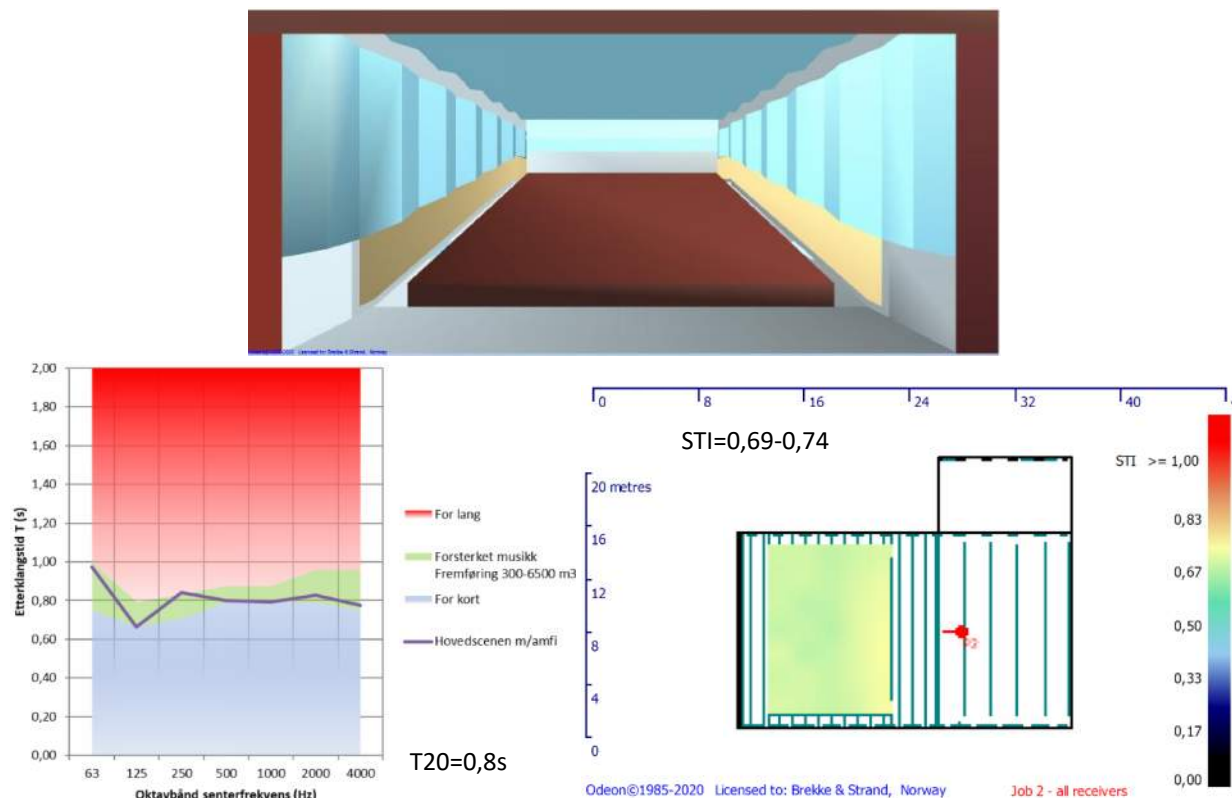
Simulering og vurdering

Simulerte etterklangstider med amfi ligger relativt flatt på 0.8s. Med parkert amfi og flatt gulv litt over 1.0s, men med publikum og/eller stoler vil denne reduseres til 0.9-1.0s.

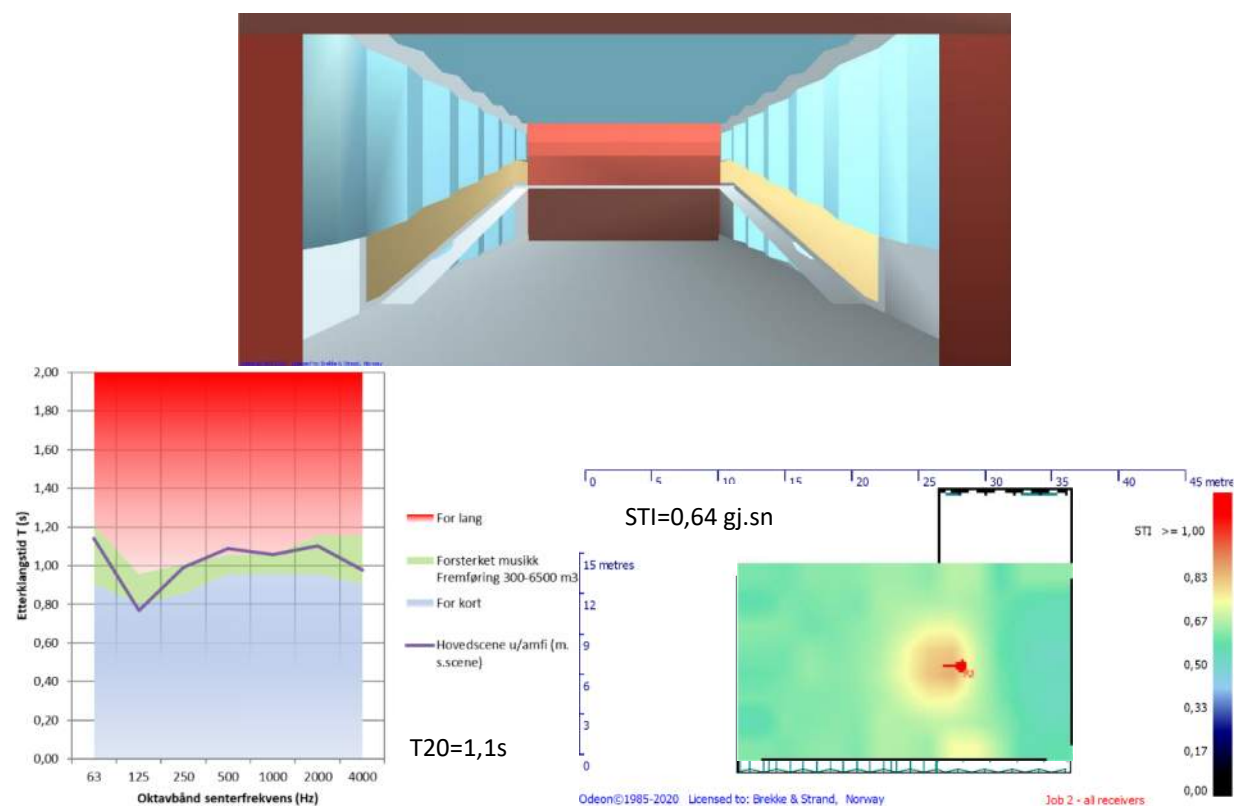
Simulerte etterklangstider er innenfor grenseverdiene for forsterket musikk i NS8178 og anses som passende for bruk med PA.

Taletydigheten med amfi, fra talestemme, er $STI=0.69$ eller bedre, hvilket anses som meget godt. Med bruk av PA (direktive høyttalere) blir det enda bedre.

Taletydighet uten amfi og tomt gulv, fra talestemme, er i gjennomsnitt $STI=0.64$, hvilket også regnes som tilfredsstillende. Med publikum og/eller stoler med noe polstring vil det bli enda bedre, og med bruk av PA blir det meget godt.



Figur 14 - Hovedscene, med amfi. Etterklangstid vurdert opp mot NS8178, T₂₀=0,80 s, og STI=0,69-0,74.



Figur 15 - Hovedscene, flatt gulv/uten amfi, med teppegardin på bakvegg over amfi. Etterklangstid vurdert opp mot NS8178, T₂₀=1,1 s, og STI=0,64 gj.sn.

Amfi må være åpent når det trekkes sammen, slik at man får en absorberende effekt av endeflaten som er synlig.

For primær bruk til teater og musikkteater vurderes romakustikken som godt egnet. For tradisjonelt taleteater uten mygg/PA, med tilpasset stemmebruk, kan svært god tale tydelighet oppnås på alle plasser i amfiet.

Lokalet er godt egnet til forsterket musikk i formater tilpasset rommets størrelse.

Forholdene ligger godt til rette for installering av AAS (klanganlegg).

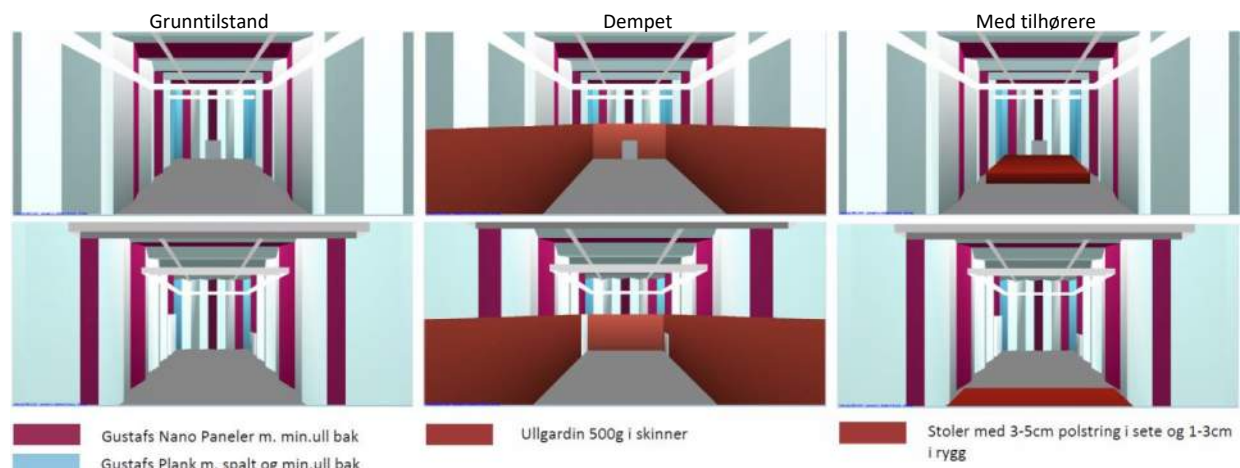
6.2 Prøvesal

Primære bruken av salen er prøver for turneteateret, men også små intimproduksjoner. Rommet skal ha fleksibel bruk, fra bruk til restaurant, teater, fremføring, og skal også kunne benyttes som et alternativt innspillingsrom til lydstudio for større grupper som kor, band o.l.

Det er bygd en akustisk 3D-modell av salen. For å oppnå gode romakustiske forhold er følgende akustiske elementer bygget inn i modellen av Prøvesalen:

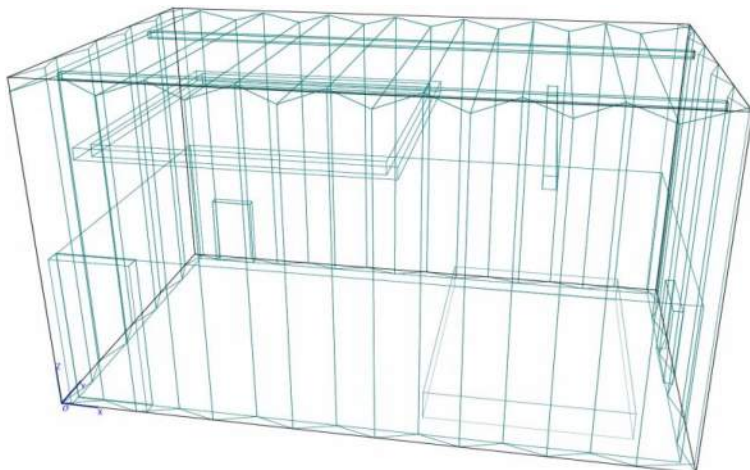
1. Gustafs Nano Paneler (eller tilsvarende) m/min.ull bak
2. Gustafs Plank m/spalt (eller tilsvarende) og min.ull bak
3. Gustafs panel uperforert (eller tilsvarende) m/min.ull bak
4. Ullgardin 500 g/m² i skinner (vist i versjon *Dempet*)
5. Stoler 3-5 cm skum med stofftrekk i sete og 1-3 cm i rygg (vist i versjon *Med tilhørere*)

Utklipp fra beregningsmodell med akustiske elementer plassert i prøvesal, for grunntilstand dempet med tilhørere, er vist i figur 16.



Figur 16 - Plassering av akustiske elementer i prøvesal. Fra venstre til høyre: Grunntilstand, dempet og med tilhørere. (utklipp fra Odeon-modell).

Vegger og himling i modellen er «trekkspill»-formet med 300 mm relieff og cc1000 mm mellom spissene. Spisser i vegg møter grøfter i himling.



Figur 17 - Utklipp fra trådmodell (utklipp fra Odeon-modell)

I modellen er følgende produkter og mengder medtatt:

- Gustafs Panel, uperforert m/min.ull bak: 340 m²
- Gustafs Panel, Nano (nanoperforert) m/min.ull bak: 140 m²
- Gustafs Plank*, med spalter, m/mineralull bak: 72 m²
- Ullgardin 500 g/m² i skinner i høyde 4 m og 50% folding (46 løpemeter): 270 m²
- 70 stoler med 3-5 cm skum med stofftrekk i sete og 1-3 cm i rygg

*Spaltepanel (Plank) beregnes og dimensjoneres detaljert av RIAku i videre prosjektering

Simulering og vurdering

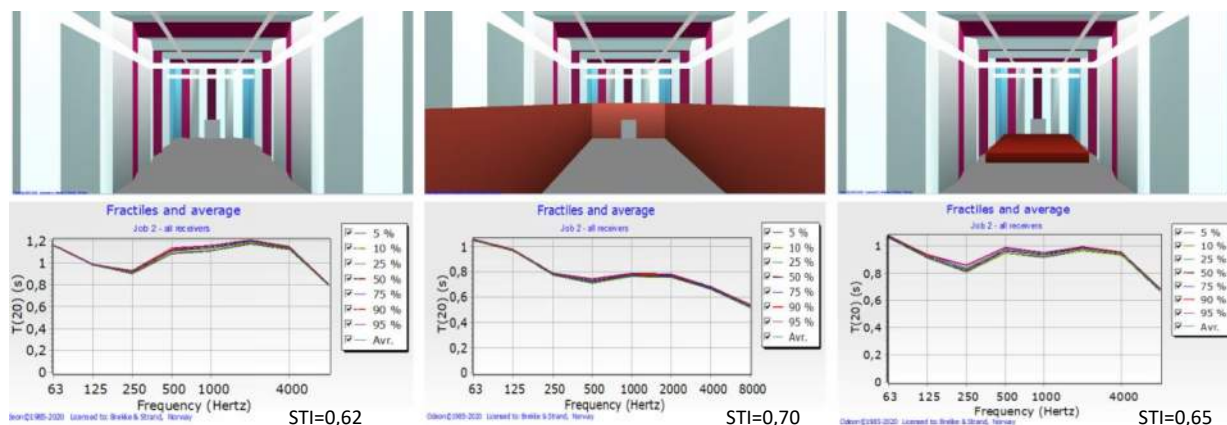
Simulerte etterklangstider uten publikum og/eller stoler kan med teppegardin varieres i intervallet 0.7-1.1s.

Med 70 tilhørere og/eller polstrede stoler endres intervallet til ca 0.6-0.9s.

Taletydigheten fra talestemme, uten publikum/stoler, kan ved bruk av teppegardin bli STI=0.70, hvilket er meget bra. Med publikum/stoler vil taletydigheten bli enda bedre.

Ved bruk av passende mengde teppegardiner kan etterklangstider også tilpasses ulike musikktyper, fra forsterket musikk til noe mer klangkrevende musikk.

Beregningsresultat er vist i figur 14 for de tre ulike situasjonene.



Figur 18 – Prøvesal for de tre ulike situasjonene. Etterklangstid og STI.

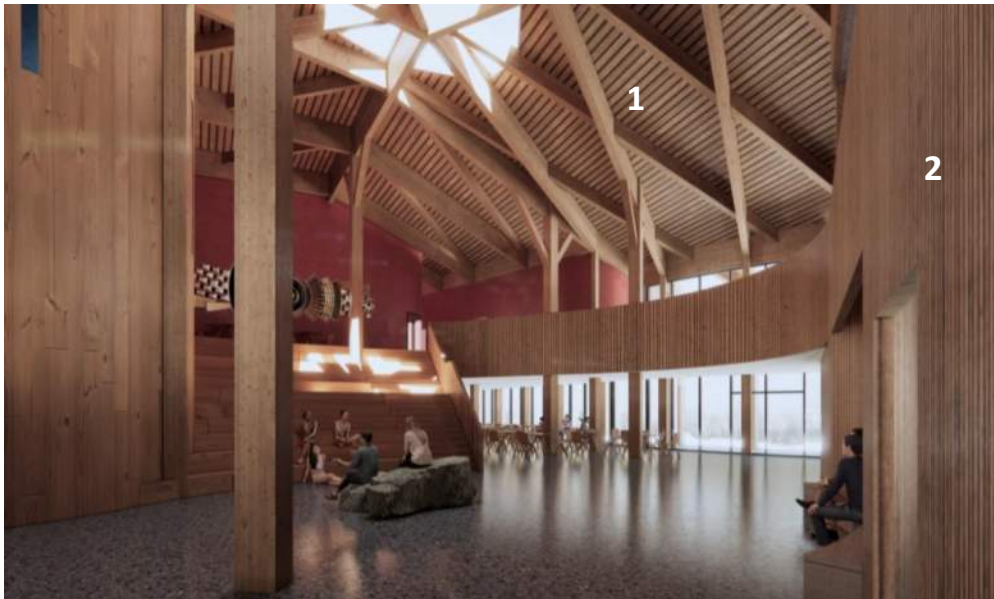
Det er beregnet taletydighet i på typisk tilhørerplasser, og beregningene viser at man har en STI fra 0,62 til 0,70 avhengig av man benytter teppetrekk eller har publikum på stoler på gulvet.

Konklusjon

Med de foreslåtte absorbertypene og plassering forventes tilfredsstillende romakustiske forhold i Prøvesal for alle de tre situasjonene.

6.3 Vestibyle

Vestibylen skal primært benyttes til samlinger for skolen. Det er avklart med byggherre og brukere at Vestibyle ikke skal benyttes til teaterproduksjoner. Rommet har en gjennomsnittlig himlingshøyde på 6,5 m. Illustrasjon av Vestibyle er vist i figur 19.



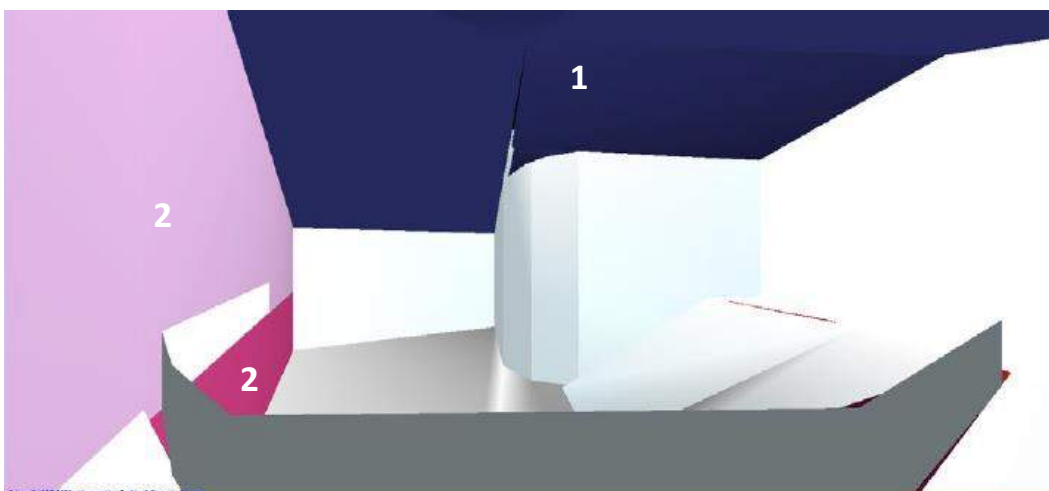
Figur 19 - Illustrasjon av Vestibyle. Spaltepanel i tak og spilepanel på deler av veggflater.

Maksimalkravet til etterklangstid er avhengig av høyden og er på $T \leq 0,2 \times h$, noe som gir en grenseverdi for etterklangstid på $T \leq 1,3$ s.

For å oppnå gode romakustiske forhold foreslås følgende akustiske elementer i Vestibylen:

1. Himling: Spaltepanel - 98x19 mm med 43 mm spalte, bakenforliggende mineralull.
2. Vegger: Spilepanel - 34x34 mm, med 50 % åpningsgrad, foran fiberduk og mineralull.

Utklipp fra beregningsmodell med akustiske elementer plassert i salen er vist i figur 20.



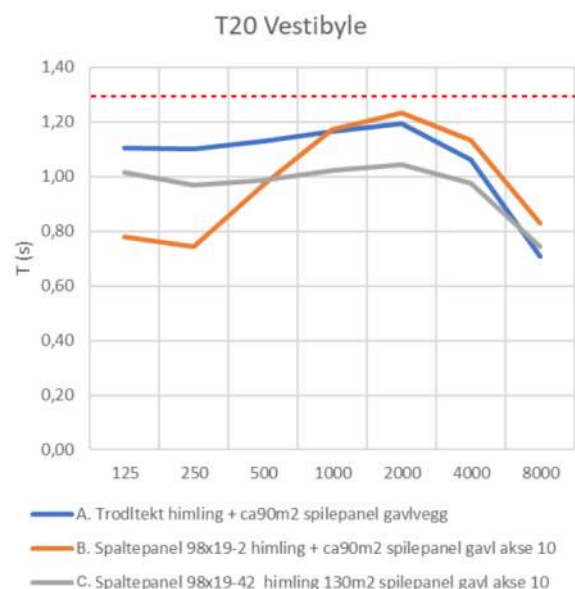
Figur 20 - Plassering av akustiske elementer i Vestibyle (utklipp fra Odeon-modell)

Det legges til grunn bruk av 130 m² spilepanel på vegg i akse 10, se figur 21.



Figur 21 - Plassering på vegg i akse 10

Med de foreslåtte absorbenttypene og plassering forventes tilfredsstillende romakustiske forhold i Vestibyle. Beregningsresultat vurdert mot NS8175 er vist i figur 22.



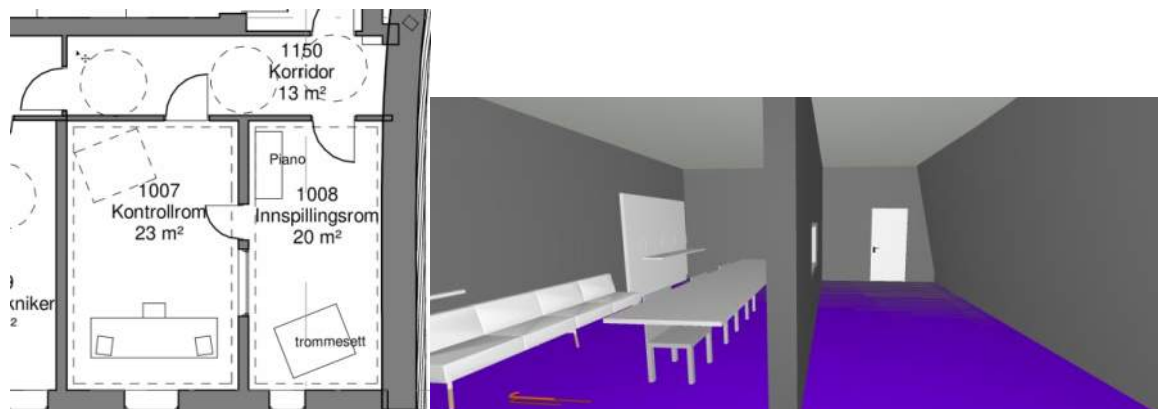
Figur 22 - Etterklangstid i Vestibyle, med foreslåtte tiltak beskrevet med grå strek og krav angitt med rød stiple linje.

I vedlegg 4 er det vist beregningsresultater for 3 ulike alternativer for tiltak, inkludert valgte tiltak beskrevet som alternativ C i figur 22.

6.4 Studio og kontrollrom

Primærfunksjonen til studio (innspillingsrom) er taleopptak, men vil også kunne bli benyttet med piano og trommesett. Større grupper plasseres i prøvesal, og det er ansett som ikke nødvendig å få plass til et helt band i studio. Kontrollrommet vil ha en kombinert funksjon som innspillingsrom og kontrollrom med redigering og miksing. Krav til studio/kontrollrom er beskrevet i Memo *Beaivváš - funksjonskrav lydstudio* datert 30.11.2021 fra COWI AS.

Rommene bygges som boks-i-boks. Inne i de lydisolerte boksene, jfr. stiplede rektangler på planutsnitt i figur 23, dannes den romakustiske funksjonen gjennom geometrisk utforming av i hovedsak 4 elementer. Disse detaljprosjektert av RIAKU i videre prosjektering.



Figur 23 - Planutsnitt og utklipp studio/innspillingsrom fra ifc-modell (møblering i utklipp fra modell er tilfeldig og ikke endelig).

Mengde (i m²) estimeres til grunnlag for kalkulasjon som angitt i tabellen under:

Tabell 8 - Estimert mengde romakustiske elementer i kontrollrom og innspillingsrom

Element type	Kontroll	Innspilling
1 Spaltepanel	29	26
2 Trepanel not-og-fjær	41	36
3 40mm Ecophon	25	21
4 Gulvteppe	18	16

Korridor utenfor studio/kontrollrom ønskes benyttet til innspilling. Korridoren utføres med en godt absorberende himling (klasse A absorbent med extra bass) samt en langvegg med absorbent.

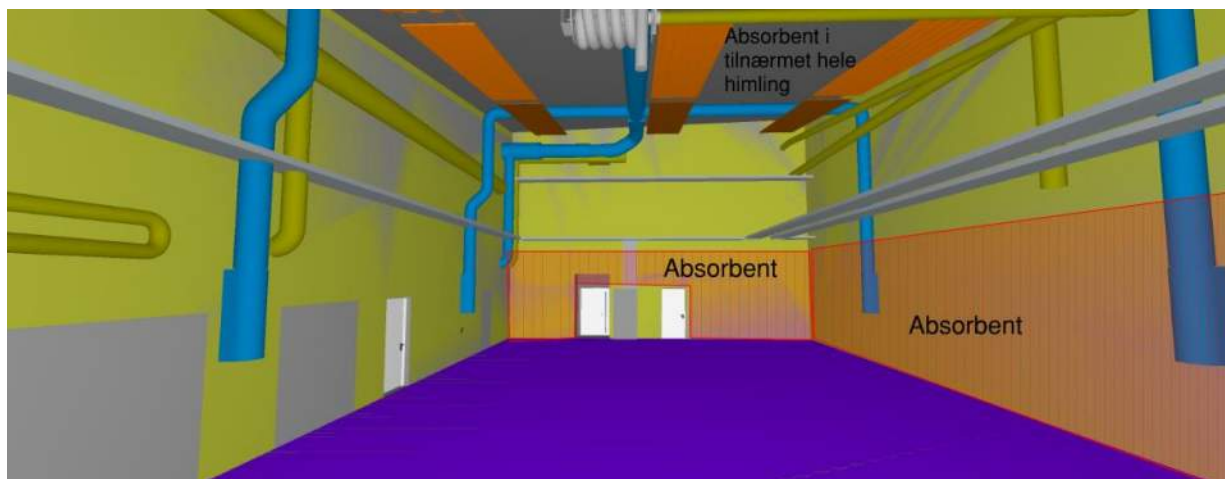
6.5 Verkstedhall/byggehall

Verkstedhall og byggehall har tilnærmet identisk utforming med et areal på hhv. 229 m² og 230 m². Maksimalkravet til etterklangstid er avhengig av høyden og er på $T \leq 0,2 \times h$, noe som gir en grenseverdi for etterklangstid på $T \leq 1,6$ s med en gjennomsnittlig himlinghøyde på ca. 7,8 m.

Følgende tiltak vil være nødvendig for å ivareta krav til etterklangstid (se også figur 25):

- Lydabsorberende himling med lydabsorpsjonsklasse A i tilnærmet hele himling (forutsetter at ca. 20%) går bort til tekniske installasjoner.
- Veggabsorbenter (klasse A) som dekker ca. 40 m², monteres på minimum en langvegg og en kortvegg i høyde 0-3,5 m over gulv. Veggabsorbenter kan f.eks. utføres som spilevegg, mineralullabsorbent med mekanisk beskyttelse som f.eks. perforert metall m.m.

Dersom det velges en himlingsabsorbent med lavere absorpsjonsegenskaper må omfang veggabsorbent økes. Dersom man velger å plassere hoveddelen av veggabsorbenter over dørhøyde på grunn av innredning må det likevel benyttes noe spredte felter med absorbenter på nedre del av vegger for å unngå uheldige refleksjoner/fluttererekko.



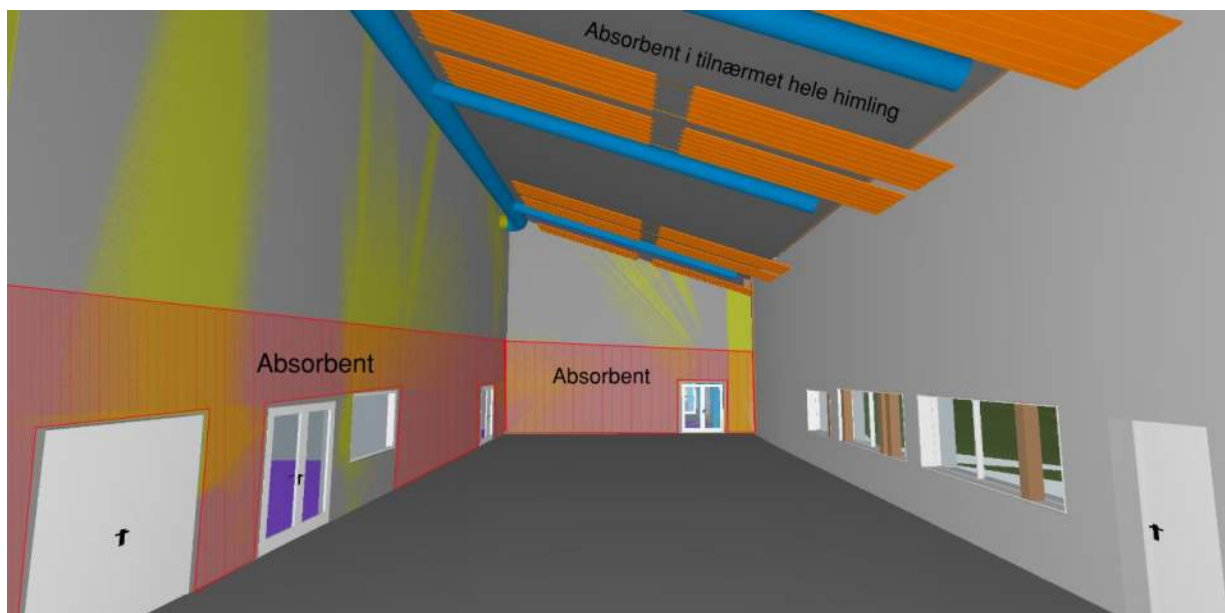
Figur 24 - Prinsipp for plassering av absorbenter på vegger i verkstedhall/bygghall

6.6 Gymsal

Maksimalkravet til etterklangstid er avhengig av høyden og er på $T \leq 0,2 \times h$, noe som gir en grenseverdi for etterklangstid på $T \leq 1,7$ s med en gjennomsnittlig himlinghøyde på ca. 8,4 m.

Følgende tiltak vil være nødvendig for å ivareta krav til etterklangstid (se også figur 25):

- Lydabsorberende himling med lydabsorpsjonsklasse A i tilnærmet hele himling (forutsetter at ca. 20%) går bort til tekniske installasjoner.
- Veggabsorbenter (klasse A) som dekker ca. 50 % av veggflatene, monteres spredt på minimum en langvegg og en kortvegg i høyde 0-3,5 m over gulv. Veggabsorbenter kan f.eks. utføres som spilevegg, mineralullabsorbent med mekanisk beskyttelse som f.eks. perforert metall m.m.



Figur 25 - Forlag til plassering av absorbenter på vegger i gymsal

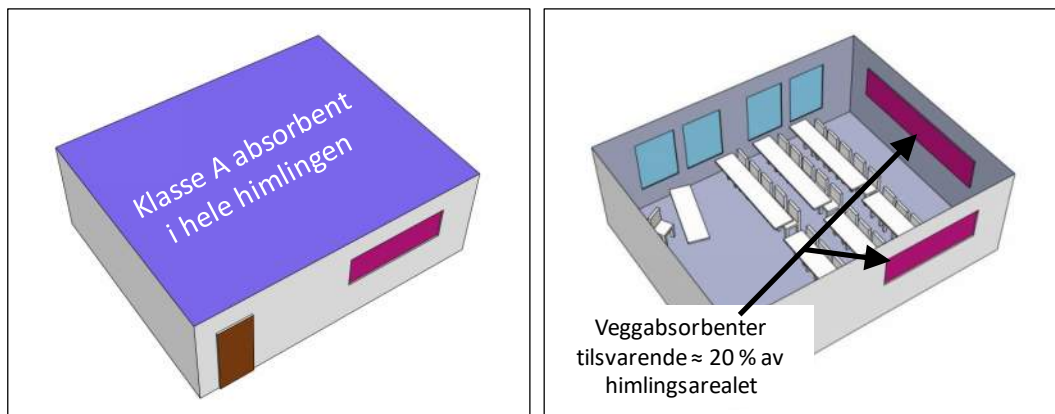
Dersom det velges en himlingsabsorbent med lavere absorpsjonsegenskaper må omfang veggabsorbent økes.

6.7 Klasserom og andre rom for undervisning

Krav til etterklangstid i klasserom er $T \leq 0,5$ s, som kan oppnås med følgende prinsipp (se også figur 26):

- Heldekkende himling med 40 mm tykke mineralullabsorbenter (nedsenket minimum 200 mm).
- ≥ 40 mm tykke veggabsorbenter på areal tilsvarende ca. 20 % av gulvareal, fortrinnsvis på bakvegg, i høyde 0,8 – 2 m over gulv.
- Alle absorbenter må tilfredsstille lydabsorpsjonsklasse A.

Veggabsorbentene bør være robuste, f.eks. Ecophon Wall Panel Super G eller høyperforert metall (≥ 25 %) med 40 mm mineralull bak.



Figur 26 - Romakustiske tiltak i typiske undervisningsrom.

6.7.1 Duodji, Teorirom og andre undervisningsrom på plan 1

Undervisningsrom på plan 1 planlegges med en himlingshøyde på 2,7 m. Det anbefales bruk av 40 mm mineralullplater i systemhimling for å oppnå god lavfrekvent absorpsjon. I tillegg vil det være behov for et areal veggabsorbent som tilsvarer ca. 20 % av gulvarealet. Veggabsorbenter må spres på en kortvegg og en langvegg

6.7.2 Teorirom, grupperom, E-sport og andre undervisningsrom på plan 2

Teorirom og grupperom langs akse A:

Teorirom på plan 2 planlegges med en gjennomsnittlig himlingshøyde på 3,7 m. Det planlegges videreført tilsvarende prinsipper for romakustisk regulering i himling og på vegg i teorirom langs akse A som i Vestibylene:

- Himling: Spaltepanel - 98x19 mm med 43 mm spalte, bakenforliggende mineralull.
- Vegger: Spilepanel - 34x34 mm, med 50 % åpningsgrad, foran fiberduk og mineralull.

På grunn av stor himlingshøyde i disse rommene, og noe begrenset lydabsorpsjon i høyfrekvens for himling med spaltepanel, er det nødvendig med et relativt stort areal veggabsorbenter. Det må benyttes et areal veggabsorbenter tilsvarende ca. 40 % av gulvarealet. Veggabsorbenter må spres på en kortvegg og en langvegg

Dersom det benyttes en himlingsabsorbent med høyere lydabsorpsjonsklasse kan areal veggabsorbenter reduseres.

E-sport:

E-sport på plan 2 planlegges med en himlingshøyde på 2,7 m, tilsvarende som undervisningsrom på plan 1. Det anbefales bruk av 40 mm mineralullplater i systemhimling for å oppnå god lavfrekvens absorpsjon. I tillegg vil det være behov for et areal veggabsorbent som tilsvarer ca. 20 % av gulvarealet. Veggabsorbenter må spres på en kortvegg og en langvegg

6.8 Lærerarbeidsplasser

Lærerarbeidsplasser er utformet som et stort kontorlandskap med faste skjermvegger mellom rader av arbeidsplasser, som vist i figur 1. Skjermveggene er planlagt med en høyde på 1,4 m.



Figur 27 - Lærerarbeidsplasser med faste skjermvegger mellom arbeidsplasser.

I NS 8175:2012 er grenseverdiene for kontorlandskap angitt med parametere for etterklangstid og bakgrunnsstøy. Maksimalkravet til etterklangstid er avhengig av høyden og er på $T \leq 0,16 \times h$, noe som gir en grenseverdi for etterklangstid på $T \leq 0,43$ s når himlingshøyden er på 2,7 m. Maksimalkravet til bakgrunnsstøynivå er på $L_{pA, \max} \leq 35$ dB.

For kontor og møterom er etterklangstidskravet $T \leq 0,20 \times h$ og i trapperom og fellesarealer er kravet $T \leq 1$ s.

I veiledningen til NS8175:2012 angis det at etterklangstid ikke er en tilstrekkelig beskrivende egenskap for kontorlandskap, og det anbefales i tillegg å ta hensyn til³:

- Avstandsdempning
- Lydnivå fra tale på 4 m avstand
- Distraksjonsavstand

Disse parameterne har påvirkning på hvor romakustisk godt kontorlandskapet oppleves av brukerne.

For å oppnå tilfredsstillende lydforhold i kontorlandskap, er man avhengig av god akustisk demping samt at lydoverføring mellom arbeidsplassene, både direkte (frisikt) og via himling og vegger, begrenses. Det er videre svært viktig å bevisstgjøre de ansatte om hvilke kjøreregler som gjelder når man jobber i kontorlandskap.

For å oppnå tilstrekkelig lydabsorpsjon, må det monteres en tilnærmet heldekkende, fullabsorberende himling (lydabsorpsjonsklasse A). Eksempel på løsning er systemhimling med 20 mm tykke mineralullplater nedhengt minimum 200 mm, spilepanel med stor åpningsgrad (≥ 50 %) eller treullsement med bakenforliggende mineralull.

For å sikre tilstrekkelig avstandsdemping og lav etterklangstid, må det monteres veggabsorbenter på veggflater i ørehøyde, dvs mellom $h = 0,8 - 2$ m over gulv, eventuelt fra ca. bordhøyde til himling.

Et annet alternativ vil kunne være ferdige veggabsorbentssystemer av mineralull fra f.eks Ecophon, Rockfon eller Parafon som monteres på veggen.

³ ISO 3382-3 *Acoustics – Measurement of room acoustic parameters – Part 3: Open plan offices*

Det må benyttes et areal med veggabsorbenter tilsvarende minimum 20 % av gulvarealet. Detaljering av omfang og plassering må utføres når ønsket materiale er valgt. Eksempel på løsning kan være 40 mm tykke mineralullabsorbenter, åpent spilepanel med 40-50 mm mineralullplater bak, perforertplater med stor åpningsgrad (>30 %).

Skjermvegger bør være lydabsorberende og tette mot gulv, og stoler bør ha noe polstring med stofftrekk for også å kunne bidra til demping av lokalet.

Vi anbefaler generelt å benytte tepper som gulvbelegg i kontorlandskap, siden dette vil dempe trommelyd fra gangtrafikk. Tepper har også noe lydabsorberende egenskaper, som er med på å bidra til et godt arbeidsmiljø.

I et kontorlandskap med utforming som planlagt her er det ikke realistisk å oppnå anbefalt distraksjonsavstand (kan betegnes som *radius av akustisk komfort*) da avstand mellom arbeidsplassene på hver enkelt rad er kort. Her må man evt. innføre skjermvegger også mellom arbeidsplasser på hver enkelt rad.

Bakgrunnsstøynivå (fra bla. tekniske installasjoner) vil påvirke tale tydeligheten i rommet. Desto høyere bakgrunnsstøynivået er, desto mindre av talesignalet kan man høre. Ved å bevisst øke bakgrunnsstøyen vil man maskere mer av informasjonssignalet (talen) og dermed oppnå en kortere distraksjonsavstand, men dette vil kunne gå på akkord med krav til støy fra tekniske installasjoner iht. NS8175, klasse C.

6.9 Behov for himlinger/veggabsorbenter i øvrige rom

Tabell 9 viser krav til lydabsorbenter for å tilfredsstille krav til etterklangstid⁴ i ulike rom (må detaljeres i senere fase), se også bilag 3. Gjennomsnittlig romhøyde er antatt 2,7 m i alle rom.

Tabell 9 - Krav til lydabsorbenter.

Brukerområde	Krav	Tiltak
Kontorer / møterom / gruppe-/multirom	$T \leq 0,5$ sek	Heldekkende himling som tilfredsstiller absorpsjonsklasse A, samt suppleres med absorbenter på vegg tilsvarende ≥ 10 % av gulvarealet.
Personalrom	$T \leq 0,5$ sek	Heldekkende himling som tilfredsstiller absorpsjonsklasse A, samt at det suppleres med absorbenter på vegg tilsvarende ≥ 10 % av gulvarealet.
Sal styrke	$T \leq 0,5$ sek	Heldekkende himling som tilfredsstiller absorpsjonsklasse A, samt suppleres med absorbenter på vegg tilsvarende ≥ 20 % av gulvarealet. Avhenger av innredning.
Fellesarealer	$T \leq 0,5$ sek	Heldekkende himling som tilfredsstiller absorpsjonsklasse A.
Korridorer	$T \leq 0,5$ sek	Heldekkende himling som tilfredsstiller absorpsjonsklasse A.
Trapperom	$T \leq 0,8$ sek	Absorbenter i himling/tak og under hvert repos som tilfredsstiller absorpsjonsklasse C eller bedre. 20 mm direkte monterte mineralullplater kan benyttes.
Gym. garderobes / WC	"Tilfredsstillende lydforhold"	Heldekkende himling som tilfredsstiller absorpsjonsklasse A i garderobes og -klasse A/B i WC.

⁴ h = himlingshøyde jf. krav til $T \leq 0,2 \times h$ (undervisningsrom mm.). Er strengere enn α -krav.

Brukerområde	Krav	Tiltak
Tekniske rom og lagerrom	Ikke krav	Ikke nødvendig med lydabsorbenter.

7 Krav til taleanlegg

I henhold til TEK17 skal det være lyd- og taleoverføringsutstyr med mindre det kan dokumenteres at dette er unødvendig for å oppnå god taleforståelse.

NS 8175:2012 angir at 10 % av undervisningsrom, personalrom, møterom o.l. skal ha lydoverføringsanlegg og/eller teleslynge eller tilsvarende. Slike anlegg skal kompletteres med teleslynge eller tilsvarende trådløst lydoverføringsutstyr. RIE må sikre at ovennevnte krav/anbefalinger blir ivaretatt.

8 Støy

8.1 Støy fra tekniske installasjoner

Krav til støy fra tekniske installasjoner gjelder sum av støy fra bl.a. ventilasjon, avløpsrør, heis, løfteramper, støy fra tekniske rom og andre tekniske anlegg. Krav støy fra tekniske installasjoner for ulike rom er angitt i bilag 1. RIV må sikre at disse overholdes. Dette gjelder både støy som forplantes fra aggregatet via kanalnettet, men også til naborommene fra teknisk rom.

Aggregater og annet roterende utstyr må vibrasjonsisolerers tilstrekkelig. Det må prosjekteres løsninger som sikrer 95 % isoleringsgrad ved normalt turtall. Føringsveier må festes elastisk til bærende konstruksjoner.

Lyddempere må dimensjoneres slik at støy fra aggregatet ikke forplantes via kanalnettet og videre til oppholdsrom.

Føringsveier må planlegges i forhold til lydskilteflater og løsninger for lydtetting av gjennomføringer. For vegger med krav til luftlydisolasjon på $R'_w \geq 44$ dB må normalt lyddempere benyttes på ventilasjonskanaler.

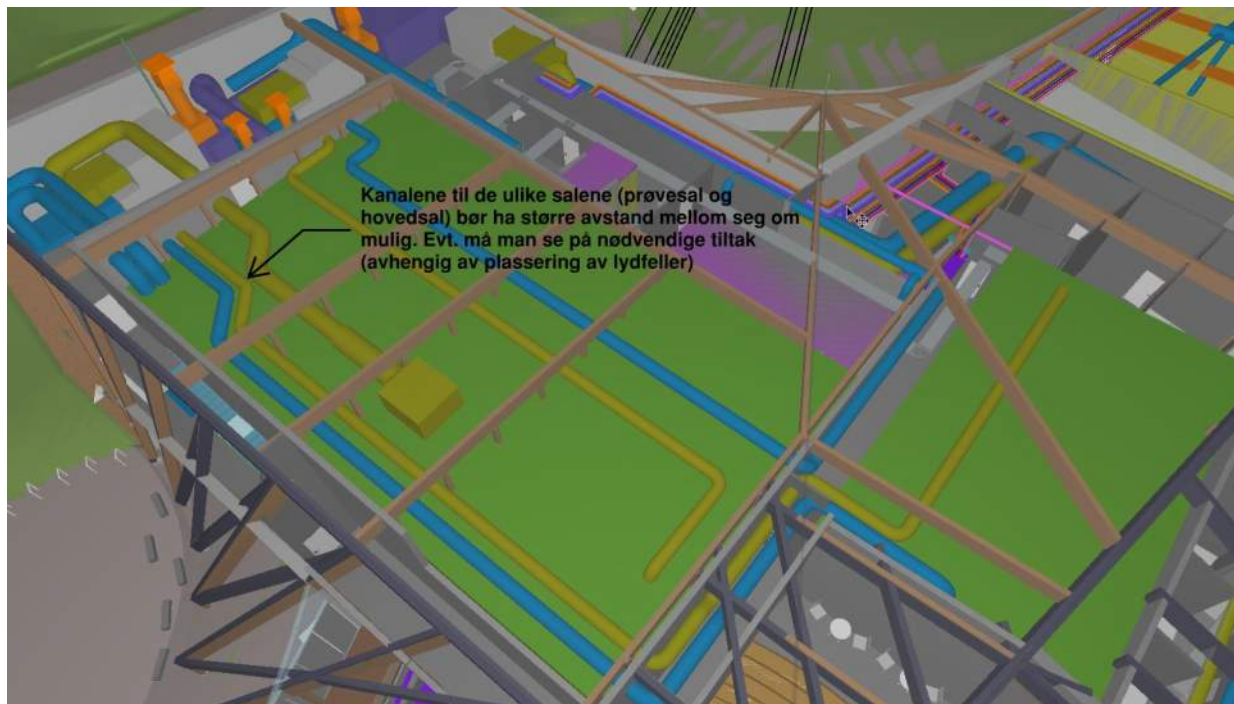
I musikkrom vil ventilasjonsstøyen også dempes kraftig av de lyddemperne som kreves for å innfri høye R'_w -krav. Føringsveier for ventilasjon inn til rom for musikk må vurderes spesielt, og det må velges løsninger som ivaretar behovet for større himlingshøyder i musikk-/øvingsrom enn andre rom ($h \geq 3,5$ m).

8.2 Støy fra ventilasjon i saler

I teatersalen og prøvesalen er det angitt krav om $L_{p,A,T} = 22$ dB (NR 17) og $L_{p,AF,max} = 24$ dB for støy fra tekniske installasjoner. For kortvarige støykilder som scenetrekk, dreieskive, motortrekk, andre teatertechniske installasjoner er det gitt krav om $L_{p,A,T} = 35$ dB (NR 30)

Løsninger må vurderes spesielt i detaljprosjekt, men generelt må alle spjeld, større kanalføringer, evt. avløpsrør osv. kasses inn. Det må brukes mansjetter på ventilasjonskanalene ved gjennomføringer i vegg, og tilpassede lydfeller. I salene er det viktig å ha saktegående luft for å redusere støynivået i salen.

For kanaler ut fra teknisk rom på plan 3 og ut over hovedscene bør ikke kanalene til de ulike salene ligge tett på hverandre. Kanalføringene til ulike salene bør ha så stor avstand som mulig, evt. må man vurdere tiltak som f.eks. mineralull rundt kanal e.l. Plassering av lydfeller vil også påvirke hvor mye overhøring man evt. kan risikere mellom salene via disse ventilasjonskanalene.



Figur 28 - Ventilasjonføringer over Hovedscene og Prøvesal fra teknisk rom

8.3 Støy fra traverskran

Traverskran kan gi strukturlyd og vibrasjoner til omkringliggende arealer dersom bjelker og søyler for oppheng av skinne for denne ikke atskilt konstruktivt fra omkringliggende bygningskonstruksjoner.

Det må påregnes noe overhøring av lyd fra traverskran til omkringliggende arealer til tross for tiltak dersom søyler og bjelker for traverskranen ikke er helt atskilt, da det er vanskelig å vibrasjonsisolere denne type installasjoner med varierende last.

8.4 Talevarslingsanlegg

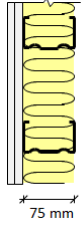
Talevarslingsanlegg må prosjekteres og anskaffes med krav om at de i stand-by tilstand (med pilot-tone) ikke skal overstige grenseverdiene for tekniske installasjoner.

8.5 Heis

Det må det stilles krav til heisleverandør om at gjeldende grenseverdier for støy fra tekniske installasjoner tilfredsstilles. Heismotor, koblingsskap etc. må monteres med vibrasjonsisolatorer mot bærende elementer. Ledeskinner for heisstolen bør også monteres med vibrasjonsisolering mot bærende konstruksjon.

8.6 Sjakter

Prinsipiell oppbygning av sjaktvegger er vist under.

Sjaktvegg	 <p>A cross-sectional diagram of a wall cavity. It shows a vertical section with insulation (yellow) and a gap of 75 mm. The gap is labeled with a double-headed arrow and '75 mm'.</p>	2 x 13 mm gips ≥ 70 mm mineralull	<i>Sjakter med avløpsrør og kanaler mot rom for personopphold</i> Kanaler og rørføringer må ikke festes stivt til sjaktvegg. Ingen rør eller kanaler kan ha kontakt med sjaktvegg. Det forutsettes at alle avløpsrør er i stål, for eksempel MA-rør.
------------------	--	--------------------------------------	--

8.7 Vanninstallasjoner

Krav til tekniske installasjoner gjelder også støy fra avløpsrør og lignende. Dette omfatter innvendige avløp som toalett og servanter, men også utvendige sluk. RIV må dimensjonere rørsystemene for å tilfredsstille støykravene. Følgende retningslinjer gjelder for avløpsinstallasjoner⁵:

- Som avløpsrør gir MA-rør den laveste støybelastningen, og anbefales brukt.
- Alle avløpsrør må festes med vibrasjonsisolerte klammere på en slik måte at røret kan flytte seg minst 0,3 til 0,5 mm i innfestingen ved kraft tilsvarende vekten på røret.
- Avløpsrør må ikke festes i lettvegger, men må festes i dekkeforkanter, tunge veggkonstruksjoner eller i eget frittstående stenderverk.
- 90° bend må unngås, spesielt etter fall. Som alternativ kan det benyttes to 45° bend med kort avstand mellom.
- Fallstammer bør ikke legges mot støyfølsomme rom, men føres i isolerte sjakter fremfor å legges i vegg. Sjakter bygges som angitt ovenfor.

8.8 Tekniske rom

Tekniske rom er planlagt på kjellerplan og plan 3.

For varmesentral på plan 1 er det forutsatt at man ikke har spesielt støyende utstyr, dersom det skal inn pumper/aggregater eller annet støyende utstyr må krav til lydisolasjon for omkringliggende vegger dimensjoneres basert på støydata for utstyr. Eventuelle nødvendige tiltak for tekniske rom på plan 3 må vurderes når støydata for utstyr foreligger. En lydisolerende himling i tekniske rom vil være aktuelt. Det er anbefalt å splitte gulv på grunn rundt varmesentral på plan 1, om ikke må evt. støyende/vibrerende utstyr settes på stålfjærer, sylomer mv.

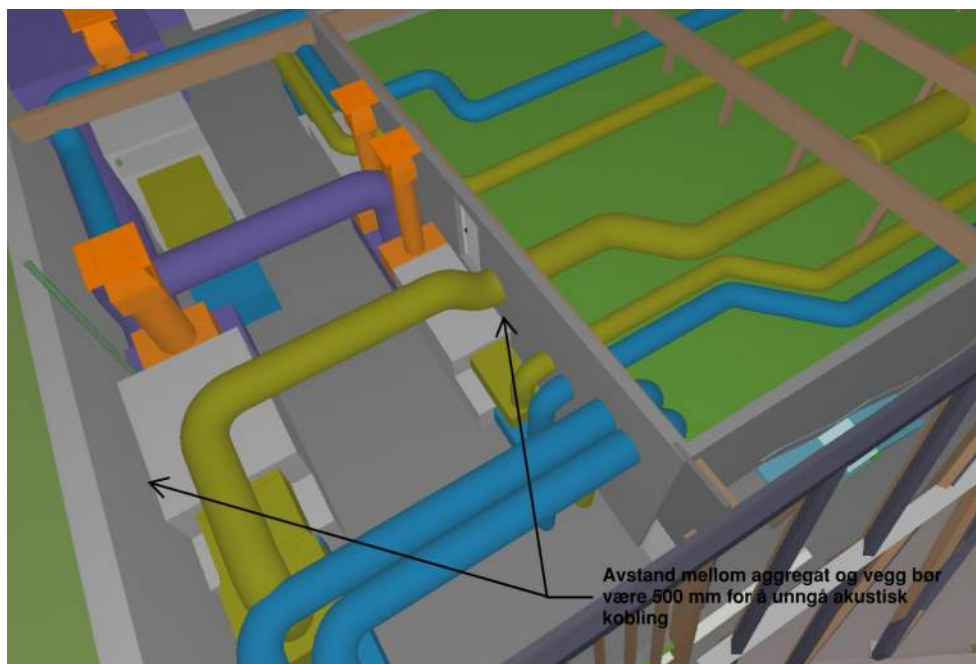
I ventilasjonsaggregater er det som oftest brukt relativt stive gummibaserte isolatorer for den indre vibrasjonsisoleringen. For større aggregater bør det vurderes å erstatte gummibaserte isolatorer med mykere isolatorer, noe som er enkelt å gjøre ved montering.

Følgende prinsipielle føringer gjelder for videre arbeid⁶:

- RIV bør gjøre en vurdering mht. støynivå og vibrasjonsisolering av utstyret i de tekniske rommene. Kravene til vibrasjonsisolering må videreformidles til aktuelle leverandører / underentreprenører.
- Normalt bør ikke lydnivå i tekniske rom overskride $L_{p,AeqT} \approx 70$ dB.
- Det er viktig å sikre at tilluft og avtrekk blir dimensjonert slik at lydkrav blir ivaretatt.
- Det anbefales en minimumsavstand på 200 mm mellom aggregater og betongvegger for å unngå lavfrekvent akustisk kobling, samt 500 mm for lette konstruksjoner, se figur 29. Kjølemaskiner (inkl. kjøle- og varmerør eller kabelstiger) må vibrasjonsisoleres. Tilsvarende gjelder for evt. sirkulasjonspumper (som ofte kommer på egne fundament).

⁵ Basert på SINTEF Byggforsk blad 553.182: «Støy fra avløpsinstallasjoner».

⁶ Byggforsk Byggdetaljer 550.501: «Vibrasjonsisolering av maskiner og utstyr».

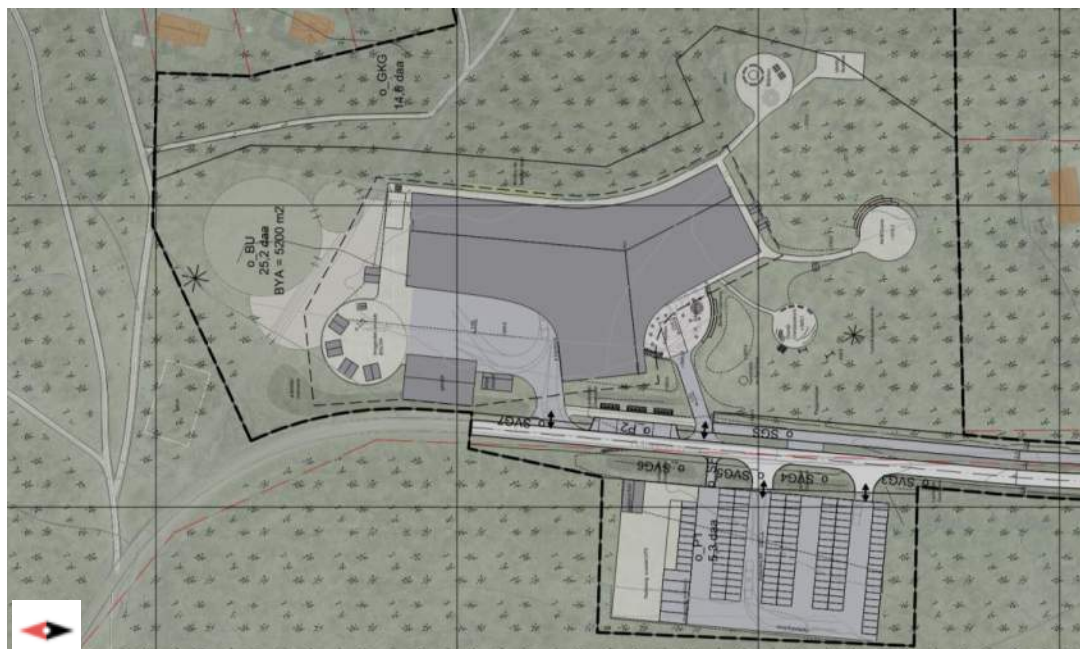


Figur 29 - Plassering av aggregater i teknisk rom på plan 3. Tiltak for å unngå akustisk kobling mot veggkonstruksjoner.

9 Utendørs lydforhold

9.1 Støy fra bygget til naboområder

Den nye bygget planlegges i et område ved kommunal vei Gahkkorluodda i vest og eksisterende boliger i øst og sør.



Figur 30 - Utklipp fra landskapsplan. Brune bygg er de nærmeste eksisterende boligbygg, nærmeste avstand ca. 55 m fra bygget og 46 m fra utendørsscene.

Krav til utendørs lydnivå fra tekniske installasjoner foran på uteoppholdsarealer og foran vindu for skole er $L_{p,AF,max} \leq 40$ dB. For omkringliggende boliger er kravet $L_{p,AF,max} \leq 45$ dB dagtid (kl. 07-19), $L_{p,AF,max} \leq 40$ dB på kveldstid (kl. 19-23) og $L_{p,AF,max} \leq 35$ dB nattetid (kl. 23-07).

Det planlegges en tørrkjøler i på fasade i nord, over inngang til slakteareal. Nødvendig tiltak for å sikre tilfredsstillende støynivå utenfor eget bygg og nabobygg må vurderes når støydata foreligger.

Krav til støy fra tekniske installasjoner utendørs må utredes i samråd med RIV.

9.2 Utendørs Amfi/scene

Det planlegges å etablere utendørs Amfi/scene sør for bygget. Støybelastning mot nærmeste naboer (ca. 46 m fra utendørscene) må vurderes i forhold til omfang av aktivitet, hyppighet, tidspunkt for bruk og type anlegg som skal benyttes.

9.3 Utendørs basketballbane

Norge har ikke egne regler for støy fra idrettsanlegg, slik at det er opp til kommunen å stille støykrav til denne type anlegg. Vi er ikke kjent med spesifikke krav fra Kautokeino.

I T-1442 «Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging»⁷ fra Miljødirektoratet anbefales det at støynivået fra ballspill eller en annen aktivitet i nærmiljøanlegg ikke bør overskride $L_{p,AF,max} = 60$ dB på uteplass og utenfor rom i nærliggende bebyggelse.

Helsedirektoratets veileder for støyvurdering ved etablering av nærmiljøanlegg⁸ viser til samme anbefalte grenseverdi som T-1442, men presiserer at det er den tekniske støyen (f.eks.: ball treffer vegg) og ikke stemmebruk det er ønskelig å regulere.

Dette må følges opp og vurderes i mer detalj videre.

9.4 Utendørs støy fra vegtrafikk

Det er god avstand til veier som genererer mye støy, og dermed vil støy fra veitrafikk ikke være et problem. Det er således ikke nødvendig å dimensjonere fasadevegg og vinduer/dører med hensyn på veitrafikk.

Grunnet generell områdestøy i skolegård o.l. anbefaler vi likevel at det generelt benyttes vinduer og glassfasader med et minstekrav på $R_w + C_{tr} \geq 32$ dB. Dører fra undervisningsrom eller andre støyømfintlige rom rett ut i skolegård anbefales å holde $R_w \geq 38$ dB.

10 Bygge- og anleggsstøy

Det må gjøres en vurdering av bygge- og anleggsstøy.

Både tidsmessige begrensninger av aktiviteter, støyreducerende tiltak, samt skjermingstiltak kan være nødvendig i denne byggesaken. Det bør innhentes dokumentasjon om forventede støynivåer og varighet av støyende utstyr og støyende arbeidsoperasjoner. Entreprenøren må også redegjøre for hvordan problematikken med byggestøy vil bli håndtert, og eventuelle støyreducerende tiltak som vil bli gjennomført.

Under byggingen er det viktig at det gjennomføres systematisk informasjon til berørte parter om spesielt støyende aktiviteter. Vår erfaring er at dette reduserer støyklagene betydelig.

⁷ Miljødirektoratet, «T-1442 Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging», 2021.

⁸ Helsedirektoratet, «IS-1693 Veileder for støyvurdering ved etablering av nærmiljøanlegg», rev. 4, 2009.

Vedlegg 1 - Grenseverdier

Tabell 10 - Utdrag fra NS 8175:2012.

Lydforhold	Type brukerområde	Klasse C
Luftlydisolasjon	Mellom undervisningsrom Mellom undervisningsrom og personalrom/fellesarealer/felles oppholdsrom, samt mellom personalrom og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor uten dørforbindelse Mellom samtalerom, legekantor, kontor med behov for konfidensielle samtaler og et annet rom, samt møterom med videokonferanse uten dørforbindelse	$R'_w \geq 48$ dB
	Mellom undervisningsrom, etasjeskiller	$R'_w \geq 48$ dB
	Mellom undervisningsrom og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse	$R'_w \geq 35$ dB
	Mellom musikkrom for elektrisk forsterket musikk, slagverk etc. og annet undervisningsrom uten dørforbindelse	$R'_w \geq 70$ dB
	Mellom større undervisningsrom/auditorium og et annet undervisnings- og personalrom Mellom musikkrom for elektrisk forsterket musikk, slagverk etc. og annet undervisningsrom med dørforbindelse	$R'_w \geq 55$ dB
	Mellom spesialrom som musikkrom, formingsrom, rom for kroppsøving, enkelt lydstudio eller et annet spesialrom med støyende aktiviteter, og et annet undervisningsrom/ personalrom/ fellesareal uten dørforbindelse	$R'_w \geq 60$ dB
	Mellom større undervisningsrom/auditorium som foran, og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse Mellom spesialrom som musikkrom, formingsrom, rom for kroppsøving, enkelt lydstudio eller et annet spesialrom med støyende aktiviteter, og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse	$R'_w \geq 50$ dB
	Mellom kontorer Mellom kontorer og fellesareal/kommunikasjonsvei, som fellesgang, korridor uten dørforbindelse	$R'_w \geq 37$ dB
	Mellom et vanlig kontor som foran, og kommunikasjonsvei som fellesgang/korridor med dørforbindelse	$R'_w \geq 24$ dB
	Mellom møterom og et annet rom/korridor uten dørforbindelse	$R'_w \geq 44$ dB
	Mellom møterom og kommunikasjonsvei som fellesgang/korridor med dørforbindelse Mellom samtalerom o.l. kontorer med behov for konfidensielle samtaler og korridor med dørforbindelse	$R'_w \geq 34$ dB
	Trinnlydnivå	Mellom to undervisningsrom/personalrom I undervisningsrom/personalrom fra fellesareal/felles oppholdsrom Mellom kontorer, samt mellom kontor og møterom I kontor fra kommunikasjonsvei, som fellesareal/fellesgang/korridor
I undervisningsrom/personalrom fra kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor/trapperom I møterom fra kommunikasjonsvei, som fellesareal/fellesgang/korridor I spesialrom (se under) fra kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse		$L'_{n,w} \leq 58$ dB

Lydforhold	Type brukerområde	Klasse C
Trinnlydnivå	Mellom spesialrom som musikkrom, formingsrom, rom for kroppsøving, enkelt lydstudio eller et annet spesialrom med støyende aktiviteter I større undervisningsrom/auditorium fra kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse	$L'_{n,w} \leq 53$ dB
	Mellom større undervisningsrom/auditorium og et annet undervisnings- og personalrom	$L'_{n,w} \leq 48$ dB
Lydabs.faktor ⁹	I kantine, spiserom, pauserom, forretning, resepsjon, inngangsparti, bibliotek	$\alpha \geq 0,2$
Etterklangstid ¹⁰	I undervisningsrom, sløydsal, møterom	$T \leq 0,5$ sek
	I gymnastikksal (også delsal), rom med støyende aktiviteter, fellesareal og korridor	$T \leq 0,2 \times h^*$ sek
	I større undervisningsrom/auditorium og undervisnings- og personalrom	
	I kontorer og møterom for administrasjon	
	I kantine, spiserom, pauserom, forretning, resepsjon, inngangsparti, bibliotek	$T \leq 0,8$ sek
I trapperom		
Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner	I undervisningsrom, landskap og møterom	$L_{pA,T} \leq 28$ dB $L_{pAF,max} \leq 30$ dB
	I musikkrom/sal/lydstudio o.l.	$L_{pAT} \leq 23$ dB $L_{pAF,max} \leq 25$ dB
	I kontorer og fellesarealer	$L_{pAT} \leq 33$ dB $L_{pAF,max} \leq 35$ dB
	I resepsjon og annet henvendelsepunkt, foajé, venteareal og inngangsparti o.l.	$L_{pAT} \leq 30$ dB $L_{pAF,max} \leq 32$ dB
	I garderobes i tilknytning til flerbrukshall	$L_{pAT} \leq 35$ dB $L_{pAF,max} \leq 37$ dB
	I kommunikasjonsvei, som transportareal, vestibyle, korridor, fellesgang o.l.	$L_{pAT} \leq 38$ dB $L_{pAF,max} \leq 40$ dB
Innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder	I undervisningsrom/møterom fra utendørs lydkilder	$L_{pA,T} \leq 30$ dB
	I kontor og møterom fra utendørs lydkilder	$L_{pA,T} \leq 35$ dB
Utendørs lydnivå fra tekniske installasjoner og fra utendørs lydkilder	Lydnivå på uteareal og utenfor vinduer fra tekniske installasjoner i samme bygning og i annen bygning (skole)	$L_{p,AF,max} \leq 40$ dB
	Lydnivå på uteareal og utenfor vinduer fra tekniske installasjoner i samme bygning og i annen bygning (bolig, krav på dag/kveld/natt)	$L_{p,AF,max} \leq 45/40/35$ dB
	Lydnivå på uteoppholdsareal fra utendørs lydkilder, L_d eller L_{de} , $L_{p,AF,max,95}$, $L_{p,AS,max,95}$, $L_{p,AI,max,95}$ (dB) for støysone	Nedre grenseverdi for gul sone**

* h er romhøyde.

** Støysone er relatert til Miljøverndepartementets retningslinjer for behandling av støy i arealplanlegging, T-1442.

⁹ Det strengeste kravet av absorpsjonsfaktor og etterklangstid er gjeldende (normalt etterklangstid).

¹⁰ Krav til etterklangstid gjelder i oktavbåndene 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz og 4 kHz. I 125 Hz oktavbåndet tolereres et avvik på inntil 40 %. I gymnastikksal gjelder kravet fra 250 Hz, og i trapperom fra 500 Hz.

Vedlegg 2 - Prosjektspesifikke krav

Følgende krav knyttet mot lydforhold er hentet fra kravspesifikasjon.

6.4.6 Scenetepper og inndekninger

Scenetekstiler dimensjonert for scenen / rommet med brannsikkerhet i forhold til aktuelle standarder. Detaljprosjekteres av leverandør ut fra følgende krav:

Todelt frontkappe i ca. 2,5 - 3 m høyde

- Front/hoved-teppe sydd med 50% folder og i en farge som gjør det enkelt å fargesette eller projisere uttrykk på teppet. Fritt valg av farge i leverandørs sortiment. Kvalitet velour minimum 500 g/ m², todelt
- 4 par sidetepper/ bein med dreibart "klikk-oppheng" ca. 6 m høye
- 5 stk. kapper ca. 2 m høye
- Todelt mellomteppe med ca. 30% folder
- Todelt bakteppe med ca. 30% folder
- Hvit horisont i bomull leveres hel og strekt med rør i bunnen
- Bakteppe og horisont skal begge henge på bakerste trekk med minimum 15 cm avstand

Alle andre tepper enn hovedteppet skal være svarte tepper ull minimum 500 g / m² eller annen kvalitet tilpasset optimalisering av romakustikk og variabel akustikk med AAS.

6.4.7 Akustiske reguleringsystemer

I Hovedsalen skal det installeres et etterklangsanlegg/aktivt akustisk system (AAS). Merk at dette anlegget er å anse som brukerutstyr, og at det dermed ikke inngår i totalentreprisen. Rommets basisklang dimensjoneres slik at etterklangstiden ligger innenfor anbefalt område for rom til elektrisk forsterket musikk i NS 8178 med beskrevet mengde scenetekstiler.

Etterklangsanlegget skal benyttes for å forlenge klangen ved framføring av akustiske og semi-akustiske produksjoner. Anlegget skal leveres med innstillinger tilpasset ulike genrer.

Eksempelvis Muller BBMs Vivace eller tilsvarende.

8.0 Generelt

TE skal bygge etter gjeldende NS 8175, klasse C.

For romtyper som ikke er direkte definert i NS 8175 skal krav til sammenlignbare rom i NS 8175 benyttes.

For teatersal og prøvesal gjelder særskilt definerte krav.

8.1 Utendørs støy

I teatersal og prøvesal skal støy fra utendørs lydkilder generelt ikke være hørbar. Dette vil si at maksimalt støynivå fra slike kilder ikke skal overstige $L_{A,max} = 25$ dB (NR 20).

For øvrige rom er det ikke gitt noen spesielle krav utover NS 8175.

8.2 Lydisolasjon

Mellom teatersal og tilstøtende rom (unntatt mot tilhørende støttefunksjoner som sidescene, sceneteknisk lager mm.) skal luftlydisolasjonen minimum tilfredsstillende $R'_w \geq 70$ dB. Dette medfører behov for dempet sluse for publikumsinnganger. I 63 Hz-båndet må lydisolasjonen vurderes spesielt, avhengig av planløsning.

Mellom prøvesal og publikumsarealer skal luftlydisolasjonen minimum tilfredsstillende $R'_w \geq 70$ dB. Mellom prøvesal og andre arealer kan krav til formingsrom angitt i kap. 7 i NS 8175 legges til grunn.

Det vises til NS 8175 for skoler. Spesielt støyende verksteder skal i utgangspunktet tilfredsstillende krav til formingsrom angitt i kapittel 7 i NS8175. RiAKU må avklare evt. verksteder der det kun foretas «håndarbeid», slik at lydkrav mer jmf. undervisningsrom er tilstrekkelig.

Multirom, stillerom og grupperom skal betraktes som møterom.
Seminarrom skal betraktes som undervisningsrom.

8.3 Akustisk regulering

Bestemmelsene i NS 8178 skal legges til grunn for alle rom for framføring og innstudering av tale og musikk.

Både for hovedscenen og prøvesalen skal det gjennomføres en detaljert og nøyaktig akustisk prosjektering, med vekt på:

- nødvendige brukerprosesser for å avklare planlagt bruk og eventuelle prioriteringer
- optimalisert taletydighet på alle tilhørerplasser.
- forebygging av sjenerende ekoeffekter i scene og publikumsområde. Flutter ekko skal ikke forekomme.
- naturlig lydgjengivelse.
- samarbeid med rådgiver elektroakustikk (RIELAKU) for å oppnå egnede forhold for alle aktuelle bruksområder og driftssituasjoner.

For resten av bygget gjelder følgende:

Rom der flere enn en person er forventet å arbeide/oppholde seg samtidig, herunder cellekontorer, skal ha lydabsorberende himling med midlere absorpsjonskoeffisient større enn 0,6 (middel for 100 3150 Hz).

I kantine skal det være 3 m² ekvivalent absorpsjonsareal pr. sitteplass.

For kontorer og lesesaler skal byggdetaljblad 527.309 Lydregulering i kontorlokaler legges til grunn i tillegg til NS 8175. Dette innebærer bl.a. at spesielle løsninger som f.eks. aktivitetsbaserte arbeidsplasser må ha mer absorberende enn enkeltkontorer.

Rom for tale (for eksempel auditorier, undervisningsrom, større gruppe /møterom) og musikkrom må etterklingsberegnes av TE sin akustiker. Rom for tale skal ha reflekterende felter som øker taletydigheten samt akustisk behandling på bakvegg for å unngå ekko.

Nakne, parallelle flater og krumme flater som kan gi fokusering skal unngås. I auditorier og store møterom med audiovisuell utrustning skal prosjektering av reflekterende/absorberende flater samordnes med prosjektering av elektroakustisk anlegg med hensyn til høyttalerplasseringer og lignende. Det vises også til Statsbyggs veiledning PA 5551 Romakustikk og elektroakustiske anlegg.

Resepsjonsarealer må sikres gode akustiske forhold med skjermvegger og absorberende. For stor grad av åpenhet mellom resepsjoner og større foajearealer har erfaringsvis ikke vært tilfredsstillende og skal unngås.

8.4 Trinnlyd

I teatersalen og prøvesalen gjelder krav i lydklasse A for undervisningsrom i NS 8175.

For øvrige rom gjelder krav i lydklasse C i NS 8175.

8.5 Tekniske installasjoner

Alle tekniske anlegg skal dimensjoneres og monteres på en slik måte at generende støy ikke forplanter seg til i bruksarealer.

Oktavbåndsanalyse, se tillegg A i NS 8175, skal legges til grunn ved vurdering av støy fra tekniske installasjoner. Det skal ikke forekomme forstyrrende lydkomponenter som rentoner og impulslyder. Der det påvises slike forstyrrende lydkomponenter skal grenseverdiene skjerpes med minimum 5 dB.

For teatersalen og prøvesalen settes følgende krav til lydnivå fra tekniske installasjoner:

- Tekniske installasjoner: $L_{p,A,T} = 22$ dB (NR 17); $L_{p,AF,max} = 24$ dB
- Kortvarige støykilder som scenetrek, dreieskive, motortrek, andre teatertekniske installasjoner: $L_{p,A,T} = 35$ dB (NR 30)

I øvrige rom gjelder krav angitt i NS 8175.

Støyende/vibrerende utstyr som kjøleaggregater og sentrifuger skal kartlegges i detalj. Støykravene gjelder "summen" av alle tekniske installasjoner. Dette må spesielt hensynstas i undervisningsrom med behov for lokal kjøling. Heismaskin, ventilasjonsaggregater, kjøleaggregater og lignende skal vibrasjonsisolerers og ikke plasseres nær støyømfintlige rom.

Det skal legges vekt på å minimalisere støy fra avtrekkskap, kompressorer, dreiebenker, sponavsug, sag eller lignende støyende lokale installasjoner og utstyr.

VVS- og el-gjennomføringer må prosjekteres og utføres slik at de ikke umuliggjør lydisolasjonskravene i kap. 8.2. Generelt vil det være behov for lydfeller for rom med krav $R'_w=48$ dB eller høyere for å unngå overhøring mellom rommene.

For støy fra bygningen (VVS etc.) til utearealer, nabo etc. vises det til byggeforskriftene/NS 8175. Tørrkjølere og lignende på tak må vies spesiell omtenkksomhet med hensyn til støy.

Det skal fremlegges beregning som viser 95 % isoleringsgrad ved rotasjonsfrekvens.

For å hindre mye støy inne i teknisk rom skal det skal benyttes støysvakt utstyr. Følgende retningslinjer gjelder: Støy (lydtryknivå) fra ett aggregat skal maksimum være 65 dBA (målt ved normal driftstilstand og i en avstand av 1 meter fra aggregatet). Ved tekniske rom med flere aggregater skal støynivået (lydtryknivået) ikke overskride 70 dBA ved betingelser som nevnt over.

For amfi og stoler i amfi er det angitt følgende i kapittel 6.4.8 Scenegulv og tribune

- Amfiet skal være solid og gi god stabilitet med minimal støy fra gange på tribune og i trapper, kfr. også kap. 2.5.5 "Gulvoverflate".
- Trapper skal være godt akustisk dempet mot trinnlyd og trommelyd.
- Stolene skal for god akustikk ha tre armlener, tre bak på stolrygg og tre under sittepute. De skal avgi minimalt med lyd når folk setter seg eller reiser seg og pute bikker opp. Absorbsjonsdata for stoler ønskes oppgitt målt etter den europeiske standarden ISO 354.

Vedlegg 3 - NS 8178:2014

Tabell 11 - Egenskaper for øvingsrom for forsterket musikk

Øvingsrom for forsterket musikk				
Egenskap	Øvecelle	Lite ensemblerom	Mellomstort ^{M1} ensemblerom	Stort ^{M1} ensemblerom
Antall utøvere Ensembletyper	1 – 2 Se 4.1	3 – 6 Se 4.1	6 – 12 Se 4.1	>12 Se 4.1
Netto midlere romhøyde, \bar{h}	$\geq 2,4 \text{ m}^d$	$\geq 2,4 \text{ m}^d$	$\geq 3 \text{ m}$	$\geq 4 \text{ m}$
Nettovolum, NTV	$> 25 \text{ m}^3$	$\geq 60 \text{ m}^3$	$\geq 180 \text{ m}^3$	$\geq 400 \text{ m}^3$
Nettoareal, NTA ^{M2}		$\geq 20 \text{ m}^2$	$\geq 60 \text{ m}^2$	$\geq 100 \text{ m}^2$
Romgeometri ^{M3, M6}	Skråstilt vegg	Skråstilt vegg		
Akustisk behandling ^{a, M4}	VA, HA, BA, D	VA, HA, BA, D	VA, HA, BA, D ved behov	VA, HA, BA, D ved behov
Etterklangstid, T	Se figur 1 og 2 ^b			
Bakgrunnsstøynivå ^c	Se NS 8175:2012, klasse C tabell 11, for undervisningsrom			
Luftlydisolasjon ^{M5}	Se NS 8175:2012, klasse C, tabell 7			
M1 til M6 i tabellen henviser til følgende informative merknader:				
MERKNAD 1 Akustiske krav til mellomstore og store ensemblerom kan være like for forsterket musikk og preproduksjon.				
MERKNAD 2 For enkelte instrumenter, for eksempel slagverk og piano, er det behov for et større areal enn for andre musikkinstrumenter. Dette bør det tas hensyn til i planleggingen av rom til formålet.				
MERKNAD 3 Veggene bør være skråstilt 7° eller mer. Dersom skråstilling ikke er mulig, bør man bruke diffusorer.				
MERKNAD 4 For diffusorer, se også Byggetaljblad 527.304 [11] og 543.424 [12].				
MERKNAD 5 Vær oppmerksom på behovet for god lydisolasjon mellom øvecellene, se 5.1 og 5.2.				
MERKNAD 6 Se Byggetaljblad 527.300, punkt 2.2 [13].				
^a Mengden av absorber skal detaljprosjekteres. Variabel absorpsjon brukes for rom der det spilles med flere typer instrumenter. Tegnforklaringer: HA = Himlingsabsorbenter, VA = Veggabsorbenter, BA= Bassabsorbenter, D = Diffusorer				
^b For 1/1-oktavnband 63 Hz og 125 Hz i rom med nettovolum <100 m ³ kan grensene for etterklangstid avvike noe på grunn av rommodl. Se figur 2.				
^c Bakgrunnsstøynivået er ikke like kritisk for forsterket musikk som for andre musikkformer.				
^d Se også Arbeidstilsynets forskrifter og byggtknisk forskrift [5] i tilfeller der det måtte gjelde.				

Tabell 12 - Egenskaper for øvingsrom til akustisk, lydsterk musikk

Øvingsrom til akustisk, lydsterk musikk				
Egenskap	Øvecelle	Lite ensemblerom	Mellomstort ensemblerom	Stort ensemblerom
Antall utøvere Ensembletyper	1 – 2 Se 4.2	3 – 12 Se 4.2	12 – 24 Se 4.2	> 25 Se 4.2
Netto midlere romhøyde, \bar{h}	$\geq 2,7$ m	$\geq 3,5$ m	$\geq 4,5$ m	$\geq 5,0$ m ^{M1}
Nettovolum, NTV ^{a, M2}	≥ 40 m ³	≥ 60 m ³ ≥ 360 m ³ (rel. til antallet utøvere)	≥ 360 m ³ ≥ 500 m ³ for storband	30 m ³ /utøver og minst ≥ 1000 m ³ for janitsjarkorps, ^{M10} ≥ 1500 m ³ for brassband, ^{M10} ≥ 1800 m ³ for symfoniorkester ^{M10}
Nettoareal, NTA ^{M3}	≥ 15 m ²			≥ 120 m ² + 2 m ² per utøver
Romgeometri ^{M9}	Skråstilt vegg ^{M4} (unngå flutterekko)	Skråstilt vegg ^{M4, M5} (unngå flutterekko)	Unngå lydfokusering, ekko og flutterekko ^{M6}	Unngå lydfokusering, ekko og flutterekko ^{M6}
Akustisk behandling ^{b, M6}	VA, HA, BA variabel akustikk ^{M7}	HA, BA, D ved behov	HA, BA, D ved behov	HA, BA, D ved behov
Etterklangstid, T	Se figur 1 og 2			
Bakgrunnsstøynivå ^c	Se NS 8175:2012, klasse C tabell 11, for undervisningsrom			
Luftlydisolasjon ^{M8}	Se NS 8175:2012, tabell 7			
M1 til M10 i tabellen henviser til følgende informative merknader:				
MERKNAD 1 For større ensembler kan det være behov for større romhøyde.				
MERKNAD 2 For vurderinger av romforsterkning og lydnivå fra ulike musikkinstrumenter, se tillegg A.				
MERKNAD 3 For enkelte instrumenter, for eksempel slagverk og piano, er det behov for et større areal enn for andre musikkinstrumenter. Dette bør det tas hensyn til i planleggingen av rom til formålet.				
MERKNAD 4 Veggene bør være skråstilt 7° eller mer.				
MERKNAD 5 For å oppnå jevn frekvensrespons er det viktig med et gunstig forhold mellom romdimensjoner, se eksempelvis figur 22 og 23 i [14].				
MERKNAD 6 For diffusorer, se også Byggedetaljblad 527.304 [11] og 543.424 [12].				
MERKNAD 7 I praksis vil det ofte være hensiktsmessig å legge inn løsninger for variabel akustikk for å gjøre rommet egnet for flere musikkformer. Øveceller vil da kunne anvendes for både lydsterke og lydsvake instrumenter.				
MERKNAD 8 Vær oppmerksom på behovet for god lydisolasjon mellom øvecellene, se 5.1 og 5.2.				
MERKNAD 9 Se Byggedetaljblad 527.300, punkt 2.2 [13].				
MERKNAD 10 Forholdet mellom lengde og bredde for rommet bør være høyst 1,6:1.				
^a Amfi beregnes ikke med i nettovolum.				
^b Mengden av absorberer skal detaljprosjekteres. Variabel absorpsjon brukes for rom der det spilles med flere typer instrumenter. Tegnforklaringer: HA = Himlingsabsorberer, VA = Veggabsorberer, B = Bassabsorberer, D = Diffusorer				
^c Tonekarakter i støyen er spesielt forstyrrende for musikkutøving og bør ikke forekomme i øvingsrom. Se også 6.2.				

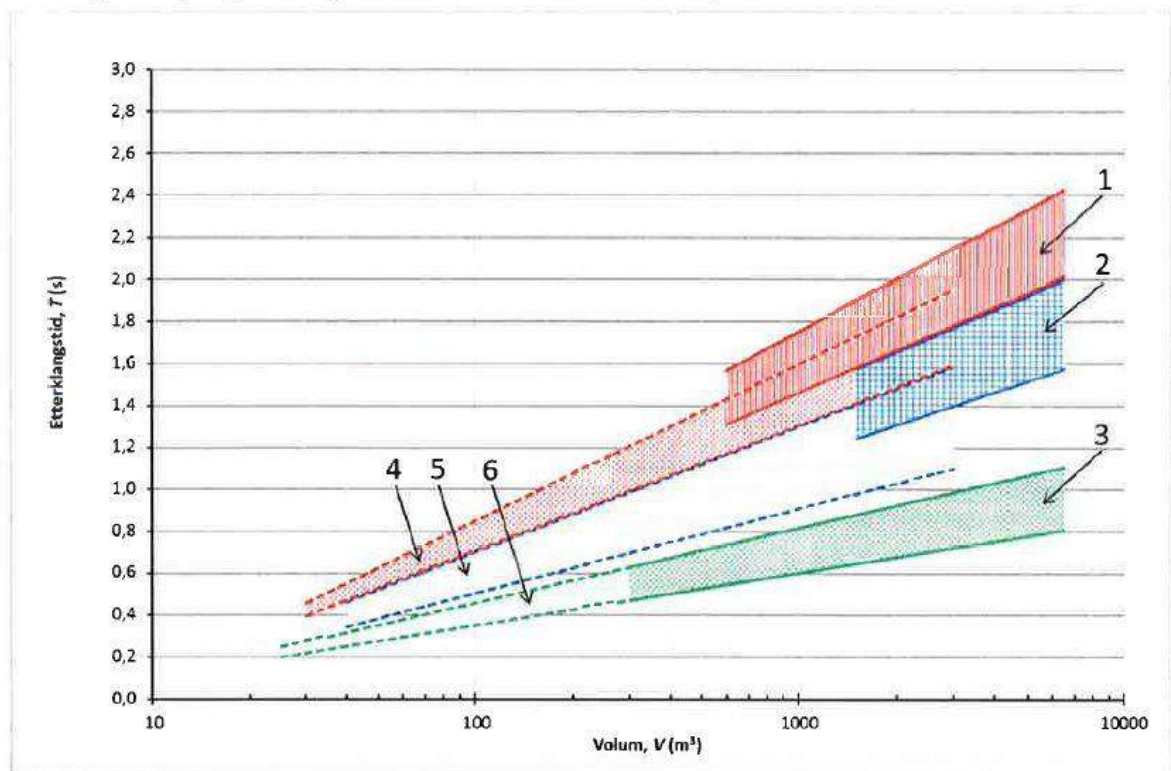
Tabell 13 - Egenskaper for øvingsrom til akustisk, lydsvak musikk (hentet fra NS8178)

Øvingsrom til akustisk, lydsvak musikk				
Egenskap	Øvecelle	Lite ensemblerom	Mellomstort ensemblerom	Stort ensemblerom
Antallet utøvere Ensembletyper	1 – 2 Se 4.1	3 – 12 Se 4.1	12 – 20 Se 4.2	20 – 35 (strykeorkester) 20 - 80/100 (kor) Se 4.3
Netto midlere romhøyde, \bar{h}	$\geq 2,7$ m	3,5 m - 4 m	$\geq 4,5$ m	≥ 5 m
Nettovolum, NTV ^{a, M1}	≥ 30 m ³	45 m ³ - 200 m ³ (rel. til antallet utøvere)	≥ 200 m ³	≥ 700 m ³
Nettoareal, NTA ^a	≥ 15 m ² M1	20 m ² - 40 m ² (rel. til antallet utøvere)	40 m ² - 70 m ² (rel. til antallet utøvere)	50 m ² + 1,5 m ² per utøver
Romgeometri ^{M6}	Skråstilt vegg ^{M2, M3} (unngå flutterekko)	Skråstilt vegg ^{M2, M3} (unngå flutterekko)	Unngå lydfokusering, ekko og flutterekko ^{M4}	Unngå lydfokusering, ekko og flutterekko ^{M4} Flatt gulv (amfi har andre krav)
Akustisk behandling ^{b, M4}	(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, T'	Se figur 1			
Bakgrunnsstøynivå ^c	Se NS 8175:2012, klasse C tabell 11, for undervisningsrom			
Luftlydisolasjon ^{M5}	Se NS 8175:2012, tabell 7			
<p>M1 til M6 i tabellen henviser til følgende informative merknader:</p> <p>MERKNAD 1 For vurderinger av romforsterkning og lydnivå fra ulike musikkinstrumenter, se tillegg A.</p> <p>MERKNAD 2 Veggen bør være skråstilt 7° eller mer.</p> <p>MERKNAD 3 For å oppnå jevn frekvensrespons er det viktig med et gunstig forhold mellom romdimensjoner, se eksempelvis figur 22 og 23 i [14].</p> <p>MERKNAD 4 For diffusorer, se også Byggedetaljblad 527.304 [11] og 543.424 [12].</p> <p>MERKNAD 5 Vær oppmerksom på behovet for god lydisolasjon mellom øvecellene, se 5.1 og 5.2.</p> <p>MERKNAD 6 Se Byggedetaljblad 527.300, punkt 2.2 [13].</p>				
<p>^a Amfi beregnes ikke med i nettovolumet.</p> <p>^b Mengden av absorberer skal detaljprosjekteres. Variabel absorpsjon brukes for rom der det spilles med flere typer instrumenter. Tegnforklaringer: HA = Himlingsabsorbenter, VA = Veggabsorbenter, BA = Bassabsorbenter, D = Diffusorer.</p> <p>^c Tonekarakter i støyen er spesielt forstyrrende for musikkutøving og bør ikke forekomme i øvingsrom.</p>				

Tabell 14 - Egenskaper for framføringssaler med opptil 500 (1000) tilhørere

Framføringssal med opptil 500 (1000) tilhørere ^a				
Egenskap	Forsterket musikk		Lydsterk musikk	Lydsvak musikk
	Klubbscene	Sal		
Antall tilhørere Ensembletyper ^{M1}	100 - 500 Se 4.1	≥ 200 Se 4.1	≥ 150 ^b Se 4.2	≥ 50 Se 4.3
Netto midlere romhøyde, \bar{h} ^{M5}	4 m - 6 m ^{M2}	5 m - 8 m	8 m - 12 m	6 m - 12 m
Nettovolum, NTV ^{M1}	300 m ³ - 800 m ³ (rel. til antallet tilhørere)	≥ 600 m ³	≥ 10 m ³ /person inkl. musikere ^b og minst ≥ 1500 m ³ ^{M1}	≥ 12 m ³ /person inkl. musikere ^b og minst ≥ 600 m ³
Nettoareal, NTA	100 m ² - 300 m ² (rel. til antallet tilhørere)	≥ 150 m ²		
Sceneareal (netto riggareal)	≥ 30 m ²	≥ 50 m ²	≥ 100 m ² ^{M3}	≥ 75 m ² ^{M3}
Romgeometri ^{M1}			Unngå konkave romflater og trekant-/vifteform Minst 4 m romhøyde ved bakerste rad i amfi ^{c, d}	Flatt gulv eller svakt hellende amfi ^{M4} Unngå konkave romflater og trekant-/vifteform Minst 4 m romhøyde ved bakerste rad i amfi ^{c, d}
Akustisk behandling ^{a, M1}	D, HA, BA, VA	D, HA, BA	Noe diffuserende flater	D Variabel absorpsjon
Etterklangstid, T'	Se figur 1 og 2			
Bakgrunnsstøynivå fra tekniske installasjoner ^{f, M6}	NS 8175:2012, klasse C tabell 11, for undervisningsrom		NS 8175:2012, klasse C tabell 11, for musikkrom	
Bakgrunnsstøynivå fra utendørs lydkilder ^{f, M6}	NS 8175:2012, klasse C tabell 12		NS 8175:2012, klasse B tabell 12	
Scene ^{M6}	D $T \approx$ som i sal Kontrollere lydnivå på små scener		D $T \approx$ som i sal ⁹ Delvis absorberende bakvegg Stor romhøyde, minst samme som salen Scenegulv ^h	D $T \approx$ som i sal ⁹ Delvis absorberende bakvegg Stor romhøyde, minst samme som salen Scenegulv ^h

Etterklangstiden på figur 1 er gitt for middelveiden av 500 Hz og 1000 Hz.



Tegnforklaring

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

Figur 31 - Etterklangstid, T , i forhold til netto romvolum, V , for forskjellige musikkformer. Stiplede linjer for øvingsrom, fullt opptrukne linjer for framføringssaler. [Fra NS 8178]

Vedlegg 4 - Romakustiske simuleringer av Vestibyle

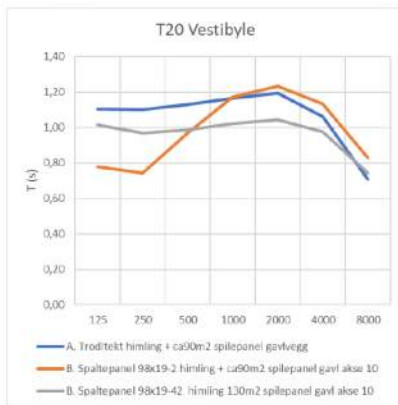


A.
Trolldtekt under hele taket
+Spilepaneler (50% åpning)
foran fiberduk og mineralull,
ca 90m² på gavlvegg akse 10

B.
Spaltepanel 98x19 – 2 under
hele taket
+Spilepaneler (50% åpning)
foran fiberduk og mineralull
på alle tilgjengelige vertikale
flater

C.
Spaltepanel 98x19-43 under
tak
+Spilepaneler (50% åpning)
foran fiberduk og mineralull,
ca 130m² på gavlvegg akse 10

Resultat av simuleringer, T20

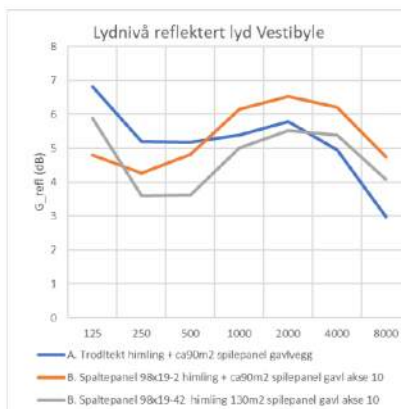


Etterklangstid, parameteren T20:

Med gjennomsnittshøyde $H=6.5\text{m}$ er grenseverdien
 $T_{\text{maks}} = 0.2 \times H = 1.3\text{s}$

Grenseverdien er oppfylt for alle tre alternativene A,
B og C.

Resultat av simuleringer, G_refl

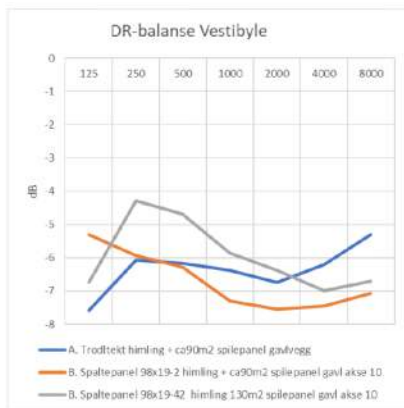


Romforsterkning av reflektert lyd, G_{refl} :

Jo lavere kurve, desto mer demping av myldrestøy,
og desto større oppleves rommet å være.
Det er ikke gitt absolutte grenser for G_{refl} , men
parameteren kan være nyttig til å vurdere forskjeller
mellom ulike løsninger i ett og samme rom.

Til sammenligning varierer denne parameteren i
intervallet 6-9dB i Hovedscenen.

Resultat av simuleringer, D-R-balanse



Nivåbalansen mellom direktelyd og reflektert lyd

Denne balansen varierer mye over rommet og verdien avtar bratt når man beveger seg bort fra en lydkilde. Hver kurve er median-kurven i rommet. Jo høyere median-kurven ligger, desto mer er det direktelyden som dominerer, og desto svakere er den reflekterte lyden. Høyere kurve betyr bl.a. annet at terskelen for at myldring og stor folketetthet skal utløse eskalerende lydnivåer i Vestibylen.

Til sammenligning varierer denne parameteren i intervallet -10 til -5dB i Hovedscenen.

Andre resultater

Median A-veid lydnivå i Vestibylen, fra en enkelt talestemme er ved normal samtale 43dB for alle alternativene A,B og C.

Median taletydighet over rommet er meget bra, STI=0.70, for alle tre alternativer. Dette betyr at klare beskjeder kan gis hvis alle er stille, eller hvis det benyttes høyttaler.

Sammendrag og anbefaling

Grunnleggende akustiske egenskaper i Vestibylen er undersøkt ved simulering i 3D-modell for de tre alternativene A, B og C.

Alle tre kan gi gode forhold, men C er klart best.



C.
Spaltepanel 98x19-43 under
taket
+Spilpaneler (50% åpning)
foran fiberduk og mineralull,
ca 130m² på gavlvegg akse 10