

BÆRUM KOMMUNE

SANDVIKA TEATER

PREMISSNOTAT AKUSTIKK - FASE 2

ADRESSE COWI AS
Karvesvingen 2
Postboks 6412 Etterstad
0605 Oslo
TLF +47 02694
WWW cowi.no

INNHold

Sammendrag	2
1 Innledning	3
2 Dagens situasjon	3
3 Forskrifter og grenseverdier	3
3.1 Luftlydisolasjon	4
3.2 Trinnlydnivå	4
3.3 Romakustikk generelt	5
3.4 Romakustikk i teatersalen	5
3.5 Støy fra tekniske installasjoner	5
3.6 Støyforhold i teatersalen	7
3.7 Taleoverføringsutstyr	7
3.8 Vibrasjoner og strukturlyd	7
4 Lydisolasjon mot nabovirksomhet utendørs	8
5 Lydisolasjon	9
5.1 Mellom foajé og teatersalen	9
5.2 Mellom garderobe og teatersalen	10
5.3 Tiltak i forbindelse med riving og ombygging	11
6 Tekniske installasjoner og sceneteknikk	11
6.1 Varmluftsgardin i foajé plan 1	11
6.2 Ventilasjon i teatersalen	12
6.3 Projektor	12
6.4 FOH	12

OPPDRAGSNR.

DOKUMENTNR.

A299507

NOT002

VERSJON

UTGIVELSESDATO

BESKRIVELSE

UTARBEIDET

KONTROLLERT

GODKJENT

01

28.04.2026

Premissnotat til TFK

MAGI/CHGH

ALBR

CHGH

7	Romakustikk i Foajé	13
8	Romakustikk i Teatersalen	13
8.1	Beregninger og vurderinger	13
8.2	Beskrivelse av tiltak	14
	VEDLEGG 1 – Størrelser og forkortelser	18
	VEDLEGG 2 – Tekniske installasjoner og føringer generelt	19
	Ventilasjon	20
	El-føringer	20
	Rør 20	
	El-bokser og brannskap	21
	Gjennomføringer	21
	VEDLEGG 3 – Bilder fra teatersalen	24

Sammendrag

Defekte varmluftsgardiner skal skiftes ut. Varmluftsgardiner genererer høye støynivåer og krav til støy vil ikke kunne tilfredsstilles.

I teatersalen skal det utføres romakustiske tiltak, stoler på parkett skal skiftes og det skal bygges nytt amfi på galleri. Det blir gitt beskrivelser av løsninger med tilhørende krav med hensyn på akustikk.

For foajé blir det beskrevet krav til himlinger og veggabsorbenter for å tilfredsstille krav til etterklangtid.

Flere dører skal skiftes ut med tilhørende lydkrav. Eksisterende påforingsvegger skal fjernes, og det må medregnes behov for tetting av bakenforliggende konstruksjoner. Tilsvarende er også aktuelt i forbindelse med tekniske føringer.

1 Innledning

På oppdrag fra Bærum kommune har COWI AS prosjektert lydforhold i forbindelse med rehabilitering av Sandvika Teater. Dette notatet angir lydkrav og prinsipppløsninger som skal ivareta krav til lydisolasjon, romakustikk, støy fra tekniske installasjoner og støy fra utendørs lydkilder.

2 Dagens situasjon

Det er gjennomført befaringer og avklaringer med bruker om eksisterende forhold og videre avklart fremtidige behov og ønsker. Dette er beskrevet i *"NOT003 – Beslutningsgrunnlag akustikk i teatersalen"*, datert 27.01.2026. Dokumentet er godkjent av bruker.

3 Forskrifter og grenseverdier

I "Teknisk forskrift etter Plan- og bygningsloven" er det gitt funksjonskrav med hensyn til tilfredsstillende lydforhold i bygninger. Veiledningen til forskriften, TEK 17, viser til Norsk standard NS 8175:2012 "Lydforhold i bygninger – Lydklasser for ulike bygningstyper" for tallfestede verdier. Standarden ivaretar også krav til universell utforming for tunghørte.

I NS 8175:2012 er det gitt grenseverdier for lydklasse A-D for ulike bygningstyper, hvor klasse A er det strengeste og klasse D den minst strenge. TEK 17 angir at lydklasse C i NS 8175:2012 tilfredsstiller bygningsmyndighetenes minstekrav. Denne blir derfor benyttet som prosjektkrav.

I TEK17 er det også gitt funksjonskrav for vibrasjonsforhold. Grenseverdier gitt i NS 8176:2005 klasse C benyttes som basis.

I avsnittene nedenfor er aktuelle krav for prosjektet gjengitt i tabeller. Tabellene gjengir krav fra NS8175:2012 og prosjektkrav.

For lydforhold i teatersalen skal NS 8178:2023 benyttes som utgangspunkt, med tilpasninger for teater.

Generelt for prosjektet er at kravene gjengitt her blir gjeldende ved endringer av funksjon, planløsning, tekniske installasjoner, sceneteknisk utstyr samt bygningsmessige endringer i forbindelse med rehabiliteringen.

3.1 Luftlydisolasjon

Prosjektet omfatter ikke endringer på rom som er dekket av NS 8175. Det er derfor gitt krav til luftlydisolasjon basert på anbefalinger i prosjektet for de aktuelle lokalene, gitt i Tabell 1. Kravene gjelder for samlet skilleflate, dvs. vegg og dører skal til sammen holde lydkravet.

Tabell 1: COWIs anbefalte grenseverdier

Type brukerområde	Lydklasse C R'_w dB	Kommentar
Mellom WC-rom og andre rom, uten dørforbindelse	44	Anbefalt av COWI.
Mellom WC-rom og kommunikasjonsvei, med dørforbindelse.	34	Anbefalt av COWI. For arealer med forrom settes kravet mellom forrom og kommunikasjonsvei

Hensikten med COWIs anbefalte grenseverdier er å innfri krav til støy fra tekniske installasjoner i tillegg til lokaler samt ivareta en privat sfære.

Videre gjelder det konkrete krav til lydisolasjon for enkelte bygningsdeler, slik som nye dører, nye tekniske føringer og eventuelle hull/åpninger som følge av fjerning av eksisterende føringer/bygningsdeler.

3.2 Trinnlydnivå

Det er ikke planlagt arbeider med hensyn på gulv eller gulvbelegg, annet enn i salen, slik at trinnlydforhold vil forbli som per i dag. Ifølge brukerne er disse forholdene tilfredsstillende.

3.3 Romakustikk generelt

Krav til etterklangstid i aktuelle områder, i henhold til NS 8175, er gjengitt i Tabell 2.

Tabell 2: Grenseverdier for romakustikk iht. NS 8175:2012 Klasse C.

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
I resepsjon og annet henvendelsepunkt, foajé, venteareal og inngangsparti o.l.	T_h (s)	$\leq 0,20 \times h$
	$\bar{\alpha}$	0,2
I trapperom	T (s)	$\leq 1,0$
I kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang o.l.	T_h (s)	$\leq 0,27 \times h$
	$\bar{\alpha}$	0,15

De spesifiserte grenseverdiene gjelder rommidlet etterklangstid i hvert enkelt av oktavbåndene 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz og 4000 Hz.

For 1/1-oktavbånd 125 Hz kan etterklangstiden overstige grenseverdiene i tabellen med inntil 40 %. Krav til midlere lydabsorpsjonsfaktor gjelder fra 250 Hz.

3.4 Romakustikk i teatersalen

Romakustikk i teatersalen behandles spesielt i kapittel 0.

3.5 Støy fra tekniske installasjoner

Med tekniske installasjoner menes bygningstekniske installasjoner (innendørs eller utendørs) som ventilasjonsanlegg, heis, varmeanlegg, kjøleanlegg, vann- og avløpsinstallasjoner, sentralstøvsuger, varmepumper, aggregater, nødstrømsaggregat og andre lignende installasjoner som er nødvendig for bygningens drift.

Kravene gjelder det totale lydnivået fra bygningstekniske installasjoner, slik at man normalt må dimensjonere ca. 3-5 dB lavere for hver kilde for å ta hensyn til flere kilder.

Ansaret for at støy fra tekniske installasjoner tilfredsstiller gjeldende krav påhviler RIV/entreprenør.

3.5.1 Innendørs

I utgangspunktet gjelder krav i henhold til NS 8175:2012. Fagmiljøet innen akustikk har utarbeidet en oppdatert versjon (NS 8175:2019) som er mer i tråd med oppdatert kunnskap og, i forbindelse med foajéer, bedre skiller på de reelle behovene. Krav til støy i resepsjon er relevant lokalt ved resepsjonen, både for ansatte og besøkende. For øvrig i foajé i nivå 1 og U1, gjelder krav for foajéer.

For innkjøp av kjøleskap og liknende i forbindelse med bevertning i foajé, skal støy og generell kvalitet vektlegges som viktig.

Tabell 3: Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner. Fra NS 8175:2019 klasse C. T er brukstid.

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
Lydnivå i resepsjon og annet henvendelsespunkt o.l. fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning	$L_{p,AT}$ $L_{p,AF,max}$	30 dB 32 dB
Lydnivå i foajé, venteareal og inngangsparti ^a o.l. fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning	$L_{p,AT}$ $L_{p,AF,max}$	38 dB 40 dB
Lydnivå i restaurant, serveringssted, kantine, spiserom, pauserom o.l. fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning	$L_{p,AT}$ $L_{p,AF,max}$	35 dB 37 dB
Lydnivå i kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang, samt trapperom o.l., fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning	$L_{p,AT}$ $L_{p,AF,max}$	38 dB 40 dB
^a Det kan tillates 10 dB høyere lydnivå fra heis i foajé, venteareal og inngangsparti o.l. nær heisen. Grenseverdier for tekniske installasjoner ved andre tilstøtende arealer skal likevel overholdes.		

3.5.2 Utendørs

Krav til støy fra tekniske installasjoner utenfor vinduer i eget bygg og nabobygg er gjengitt i Tabell 4.

Tabell 4: Utendørs lydnivå fra tekniske installasjoner for aktuelle bygningstyper iht. NS 8175:2012 klasse C.

Type brukerområde	Målestørrelse	Klasse C
Bolig Lydnivå på uteoppholdsareal og utenfor vindu fra tekniske installasjoner i samme bygning og i en annen bygning	$L_{p,AF,max}$ natt, kl. 23-07 kveld, kl. 19-23 dag, kl. 07-19	≤ 35 dB ≤ 40 dB ≤ 45 dB
Kontor Lydnivå utenfor vindu (i brukstid) fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning	$L_{p,AF,max}$	≤ 45 dB

3.6 Støyforhold i teatersalen

Krav og anbefalinger med hensyn på støyforhold i teatersalen er gitt i Tabell 5.

Tabell 5: Krav til støy fra tekniske installasjoner og anbefalte støykrav for sceneteknisk utstyr

Funksjon	Lydkilde	Grenseverdi for lydtryknivå ^a
Teater	Bygningstekniske installasjoner ^b	$L_{p,A,T} \leq 28 \text{ dB}$ $L_{p,AF,max} \leq 30 \text{ dB}$
	Projektorer, lyskastere, dimmere, røykmaskiner, teknikkskap, støtteteknikk, kjøleskap og liknende ^c	$L_{p,A,T} \leq 35 \text{ dB}$
	Lydkilder av kort varighet, som scenetrekk, teppetrekk og liknende som brukes under framføring ^c	$L_{p,AF,max} \leq 42 \text{ dB}$
^a På side- og baksceneområder samt i lukkede teknikerlosjer for lys- og videoavvikling aksepteres inntil 5 dB høyere lydnivå.		
^b Grenseverdien er identiske med verdiene for undervisningsrom i klasse C, tabell 11 i NS 8175:2019 .		
^c Lydtryknivået måles etter NS-EN ISO 16032 og midles over 10 s med alle aktuelle kilder i drift.		

3.7 Taleoverføringsutstyr

I henhold til TEK17 §13-6 ledd (4) skal byggverk for publikum og arbeidsbygning ha 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.

3.8 Vibrasjoner og strukturlyd

Prosjektet skal ikke utføre arbeider som påvirker vibrasjoner og strukturlyd i bygget eller i nabobygg. Det er ikke gitt indikasjoner på at tiltak er nødvendig for eksisterende forhold.

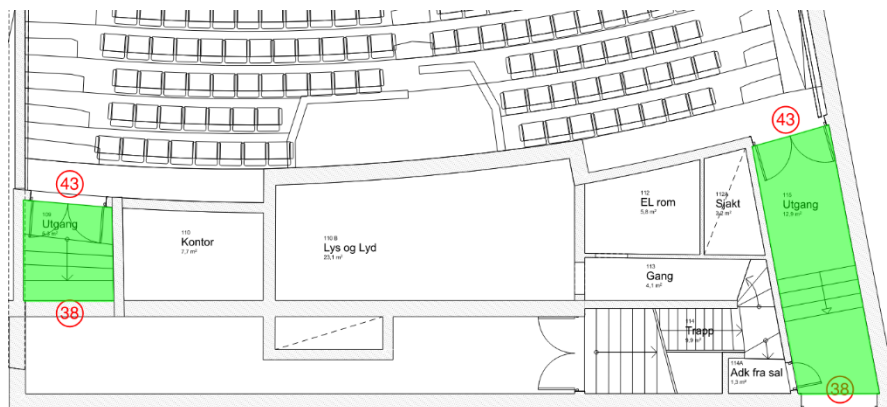
For forhold relatert til nytt amfi og tilhørende trapper, se kapittel 8.2.

4 Lydisolasjon mot nabovirksomhet utendørs

Teatersalen har to nødutganger til bakgården. Nødutgangene består i dag av en sluse med utette tofløyede dører. I bakgården er det varetransport og enkelte parkeringsplasser til øvrige bygg, samt uteoppholdsareal med uteservering tilhørende en restaurant. I sommerhalvåret pleier restauranten å oppføre en scene. Totalt sett forventes det derfor høye støynivåer i bakgården.

Støynivå på konserter er normalt i størrelsesorden 90-110 dBA. Støynivå fra konserter i bakgården er trolig i det nedre sjiktet og det forventes et støynivå på 90 dBA utenfor nødutgangen til teateret.

Det anbefales å skifte ut både de indre og ytre dørene med lyddører som oppnår henholdsvis R_w 43 dB og R_w 38 dB. I tillegg må det monteres 40 mm mineralullplater i slusene mellom dørene, fortrinnsvis et areal tilsvarende gulvarealet, se markering i grønt. Absorbenter kan også plasseres på vegg. Med disse tiltaket utført, forventes det fremdeles sjenanse fra konserter, spesielt ved setene i nærheten av dørene. Imidlertid vil det være en vesentlig forbedring sammenlignet med eksisterende situasjon.



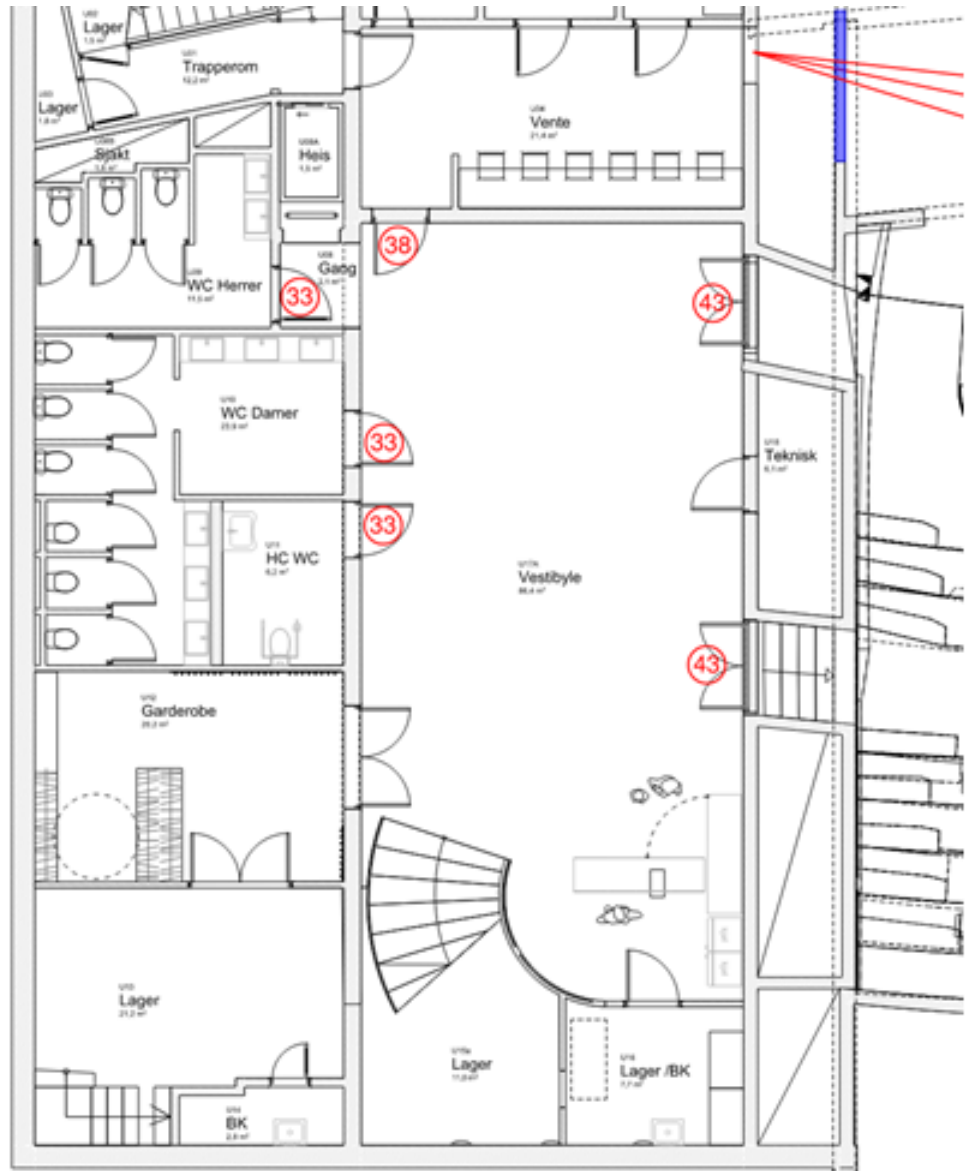
Figur 1: Utsnitt av nødutganger mot bakgården med sluser og krav til lydisolasjon (labmålt lydreduksjonstall R_w) for nye dører. Behov for lydabsorbenter indikert i grønt.

5 Lydisolasjon

I følgende kapitler beskrives lydisolerende tiltak som skal utføres.

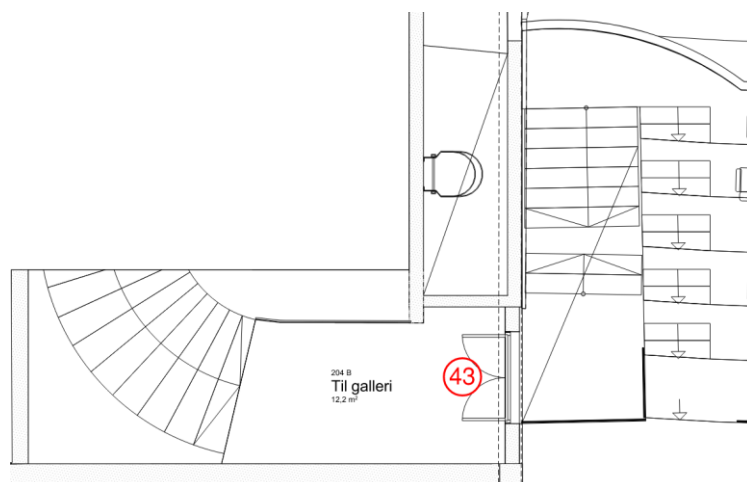
5.1 Mellom foajé og teatersalen

I U1 er det planlagt utskifting av dører. Se Figur 2 for krav til laboratoriemålt lydisolasjon for dørene.



Figur 2: Utsnitt som viser dører i U1 som skal skiftes ut, med tilhørende krav til labmålt lydreduksjonstall R_w i dB.

På nivå 1 skal dør mellom foajé og galleriet i teatersalen skiftes ut. Krav til dør er vist i Figur 3.



Figur 3: Utsnitt som viser dør som skal skiftes mellom foajé og galleri, med tilhørende krav til lydisolasjon R_w i dB.

I forbindelse med utskifting av dører skal tetting rundt dørkarm være minst like god som døren.

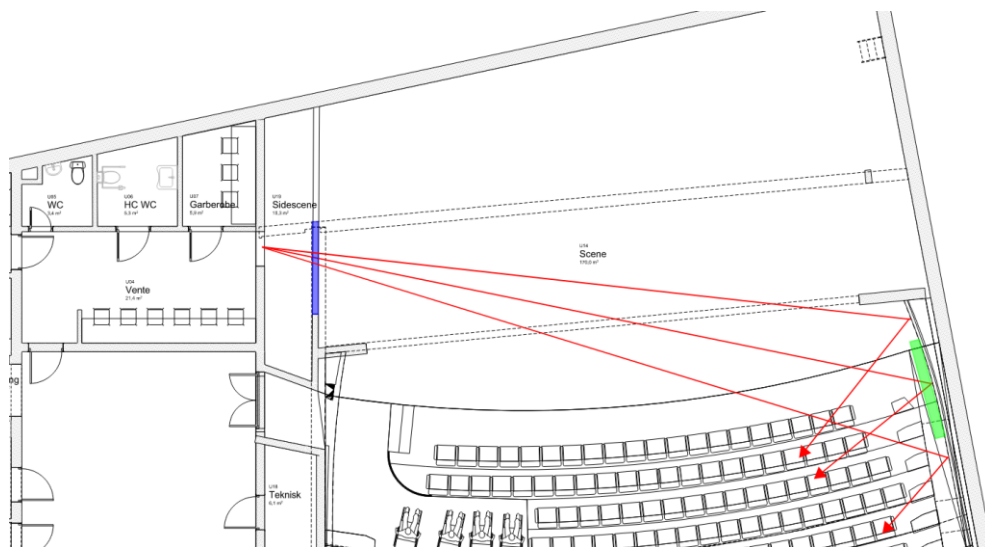
5.2 Mellom garderobe og teatersalen

Bruker har bemerket mye lydsmitte mellom garderobe i U1 og til teatersalen som et problem. De har også antydnet at lyden brer seg ut i salen som vist med røde piler i Figur 4. Garderoben har før rehabiliteringen i fase 1 hatt lang etterklangstid som medfører høye lydnivåer. I fase 1 blir det lagt inn mineralullhimling i garderoben, som vil redusere etterklangstiden og lydnivået. Det forventes at dette vil medføre mindre lydsmitte ut i salen, sammenlignet med før. Det forventes allikevel at det kan bli lydsmitte av betydning ut i salen. Det mest effektive tiltaket er å lukke døren ved behov.

Døren mellom garderobe og scenen skal justeres og pakninger byttes ut slik at dørens lydisolerende egenskaper forbedres.

Å redusere refleksjoner fra sidevegg (vist med grønt i Figur 4) vil ha begrenset effekt og tiltak med hensyn på lydsmitte bør ikke legge føringer for de romakustiske løsningene.

Lydutbredelsen mellom garderoben og salen skal begrenses med en gardin på scenen (merket blått i Figur 4), for å ikke begrense personflyten på scenen. Gardinen skal ha en oppgitt lydisolasjon på R_w 21 dB.



Figur 4: Utsnitt av garderobe og scene. Røde piler viser lydsmitte antydnet av bruker. Blå viser mulig lydkjermende tiltak. Grønt viser frarådet refleksjonsreducerende tiltak.

5.3 Tiltak i forbindelse med riving og ombygging

I forbindelse med riving av eksisterende bygningsdeler, f.eks. fjerning av påforingsvegger av gips, skal overflater bak fjernede konstruksjoner gjennomgås med hensyn på hull og eventuelt tettes. Tilsvarende gjelder også ved fjerning og omlegging av tekniske installasjoner/føringer.

Ved tetting av skillevegger med dør skal tettemetoden oppnå minst R_w 44 dB. Ved tetting av skillevegger uten dør skal tettemetoden oppnå minst R_w 60 dB.

6 Tekniske installasjoner og sceneteknikk

Endringer av tekniske installasjoner som er planlagt med påfølgende beskrivelse av lydforhold er gitt i det videre.

I forbindelse med rehabiliteringen skal det ikke gjøres endringer som påvirker støy i tekniske rom, og støy fra tekniske rom er derfor ikke beskrevet.

6.1 Varmluftsgardin i foajé plan 1

Det er defekte varmluftsgardiner i foajé i dag, men ukjente støydata. Nye varmluftsgardiner ansees derfor som en reparasjon, og ikke en endring. Samtidig flyttes resepsjon ut i foajéen (tidligere eget rom med åpningsbare glass mot foajé), slik at muligheten for avlukking forsvinner. Situasjonen for besøkende til resepsjonen endres ikke.

Varmluftsgardiner gir høye støynivåer slik at disse vanligvis monteres i en sluse. En slik løsning er ikke mulig i prosjektet. Krav til støy fra varmluftsgardin er maksimalt $L_{w,A}$ 53 dB, basert på hva som er mulig å oppnå. Resulterende støynivå i resepsjonen er $L_{p,A,T}$ 44 dB, vesentlig høyere enn kravet til støy. Det forventes at det vil være sjenerende og forstyrrende.

6.2 Ventilasjon i teatersalen

Det er gjennomført orienterende målinger av støy i salen. Støynivået generelt i salen er $L_{p,A,T}$ 34-38 dB, uten sceneteknisk utstyr i drift. Dette er vesentlig høyere enn kravet.

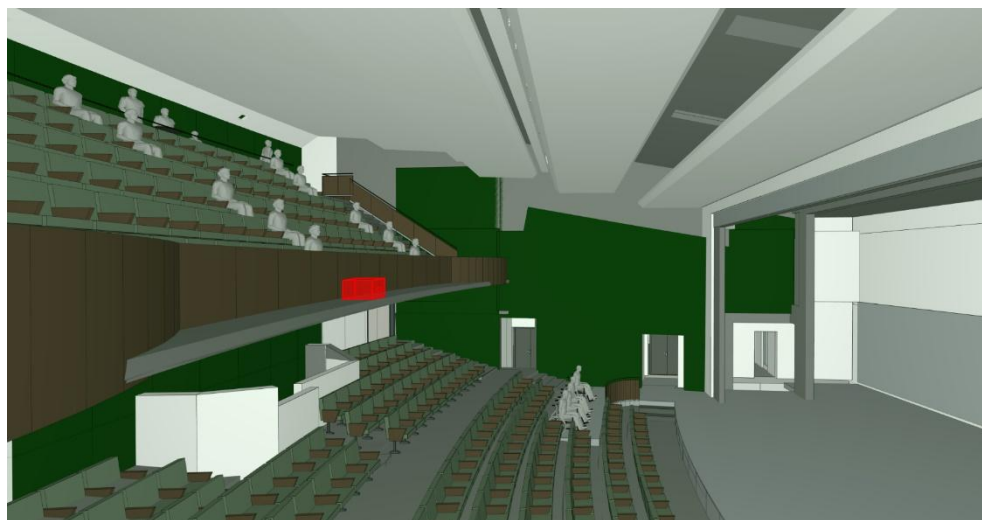
Rehabiliteringen innebærer ingen store endringer av ventilasjonssystemet, men eksisterende system må tilpasses til nytt amfi. I tillegg skal feil på eksisterende system utbedres.

Det er blitt registrert høye støynivåer fra ventilasjonsrist lengst frem på scenen. Tiltak for å redusere støynivået må medtas. Til orientering ble det målt et støynivå på $L_{p,A,T}$ 60 dB på ventilasjonsristen.

Ved ombygging av ventilasjon i amfi skal endringer av kanaler og nye ventiler utformes slik at krav til støy tilfredsstilles.

6.3 Projektor

Projektor henger i dag lengst frem under galleri, og produserer et sjenerende støynivå. I forbindelse med rehabiliteringen blir det en kant på galleri med plass til blant annet projektor, se Figur 5. For å sikre tilfredsstillende støynivå fra projektor, se støykrav i Tabell 5, må den bygges inn i en hush-box med integrert ventilasjon.



Figur 5: Utsnitt fra 3D-modell med markering av projektor i rødt.

6.4 FOH

Det er ikke planlagt endringer i FOH.

7 Romakustikk i Foajé

Foajéen er lokalisert ved inngangen og strekker seg over to plan. Himlingshøyden er ca. 3 meter, med et krav til etterklangstid på 0,6 sekunder. På nivå 1 er det et volum på 418 m³ og på nivå U1 er det et volum på 310 m³.

For å tilfredsstille krav til etterklangstid er det behov for heldekkende lydabsorberende himling, i tillegg til veggabsorbenter i begge etasjer, fortrinnsvis fordelt på 2 vegger. Krav til de absorberende flatene er gitt i Tabell 6.

Tabell 6: Minimumskrav til lydabsorpsjonsfaktor α_p i oktavbånd for lydabsorberende flater.

Absorbent	Frekvens [Hz]					
	125	250	500	1000	2000	4000
Himling	0,65	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Vegg	0,45	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80

For å tilfredsstille kravet til etterklangstid er det behov for:

- › Nivå 1: 95 m² lydabsorbent i himling og 20 m² lydabsorbent på vegg
- › Nivå U1: 77 m² lydabsorbent i himling og 15 m² lydabsorbent på vegg

Alternative løsninger som tilfredsstiller kravene, er mulige.

8 Romakustikk i Teatersalen

Teatersalen skal rehabiliteres, og omfatter utskifting av stoler, nytt gulv, nytt amfi på galleri, overflatebehandling og romakustiske tiltak. I forbindelse med det er det gjennomført lydmålinger og eksisterende lydforhold blir beskrevet i det videre.

For rehabiliteringen og de akustiske tiltakene legges "NOT003 - Beslutningsgrunnlag akustikk i teatersalen" datert 27.01.2026 til grunn.

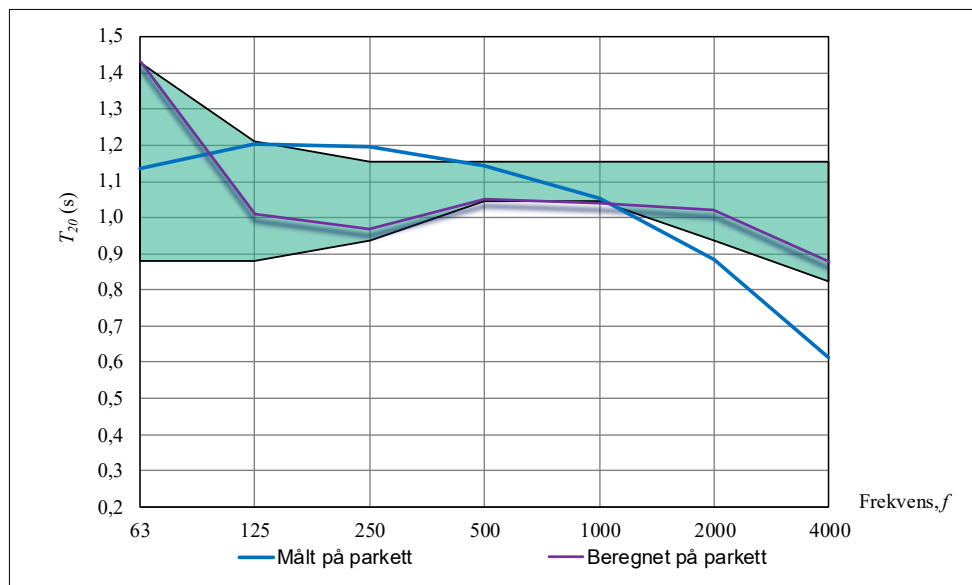
Løsninger for å forbedre de romakustiske forholdene er beskrevet i kapittel 8.2.

8.1 Beregninger og vurderinger

Romakustiske beregninger er utført i Odeon versjon 19.05 basert på 3D-modell fra ARK. Akustikken er beregnet med akustiske tiltak, nye stoler på parkett og nytt amfi på galleri. Beregnet etterklangstid etter tiltak er vist i Figur 6 og beskrivelse av tiltak og krav til løsninger er beskrevet i kapittel 8.2.

Opprinnelig ble anbefalt besluttet en målsetning om en etterklangstid på 1,2 sekunder. Basert på en helhetsvurdering ut fra lydmålinger og befaringer av salen, vurderinger av de akustiske forholdene og vurderinger av mulige og nødvendig tiltak, må målsetningen justeres. For å løse utfordringene med et ubalansert lydbilde, relativt stor variasjon og stor andel sen lydenergi ved lavere frekvenser, er det nødvendig å senke den globale etterklangstiden til mellom 1,0-1,1 sekunder. Med dette vil det bli en markant forbedring av klarheten i salen ved lavere

frekvenser uten å dempe de høyere frekvensene for mye, slik at salen bevarer mye av sin respons. Dette gjøres ved å fordele de ulike lydabsorberende overflatene bedre i salen og på scenen, samt å begrense lydabsorpsjonen ved høye frekvenser noe.



Figur 6: Beregnet etterklangstid i salen etter tiltak, sammenlignet med måling og toleransegrenser

I Figur 6 kan man se at etterklangstiden beregnet etter tiltak blir betydelig flatere mellom frekvenser, med unntak av 63 Hz. Etterklangstiden ved 63 Hz var i utgangspunktet relativt kort i salen, men det var utfordrende å stadfeste årsaken til dette fenomenet og dermed oppnå lignende resultat ved kalibrering av beregningsmodellen. Imidlertid, basert på de planlagte tiltakene forventes det å opprettholde eksisterende situasjon, eller marginalt redusere salens respons ved 63 Hz. Generelt inneholder beregninger en usikkerhet som følge av beregningsmetode og egenskaper til materialer, og spesielt ved 63 Hz er denne usikkerheten stor.

8.2 Beskrivelse av tiltak

I de påfølgende kapitlene beskrives det ulike akustiske tiltak for å forbedre de akustiske forholdene i salen.

8.2.1 Reflektorer

Reflektorer i himling er i løpet av prosjektet besluttet beholdt i samråd med bruker. Beslutningen ble tatt basert på kost-nytte vurderinger og en vurdering av reflektorenes akustiske egenskaper som verken negativ eller spesielt gunstig. Fjerning av reflektorene ville medført behov for større endringer av lys, tilkomst, akustiske overflater m.m.

8.2.2 FOH

Det er blitt anbefalt å flytte FOH litt lengre frem (f.eks. én rad) og ett trinn ned for å forbedre lydforholdene for teknikerne. Omorganisering med lydtekniker foran lystechniker er også blitt vurdert. Bruker ønsket å beholde plasseringen/løsningen.

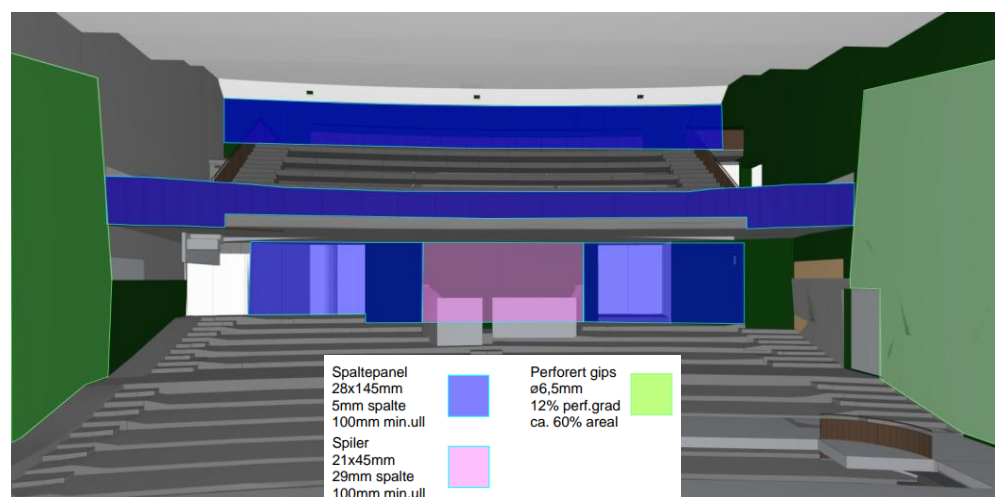
8.2.3 Salen

Bakvegg på galleri og under galleri kles med spaltepanel bestående av 28x145 mm med 5 mm spalte, og 100 mm hulrom bak fylt med 2 lag 50 mm mineralullplate, type Glava Akuduk eller tilsvarende. Dette produktet har både en svart overflate og lav strømningsmotstand ($\leq 38 \text{ kPa s/m}^2$), det siste er nødvendig for å oppnå de ønskede lydabsorpsjonsegenskapene.

Bakvegg bak teknikerplass kles med spilepanel bestående av 21x45 mm lekter, tilfeldig vekslende med henholdsvis stående lekt med 29 mm spalte og liggende lekt med 15 mm spalte, og 100 mm hulrom fylt med 2 lag 50 mm mineralullplate, type Glava Akuduk eller tilsvarende. Dette produktet har både en svart overflate og lav strømningsmotstand ($\leq 38 \text{ kPa s/m}^2$), det siste er nødvendig for å oppnå de ønskede lydabsorpsjonsegenskapene.

Sidevegger utføres med perforert gips/tre med minst 50 mm mineralull bak i et areal tilsvarende 60% av de buede reflektorene på hver side. Platene skal ha Ø6,5 mm hull med 12 % perforeringsgrad. Areal skal fordeles på sideveggene slik at de effektivt demper høyttalersystemets refleksjoner, dvs. ved siden av høyttalersystemets nåværende plassering, potensielle fremtidige plasseringer og steder på vegg hvor høyttalersystemet sprer lyden. Eksakt plassering må vurderes.

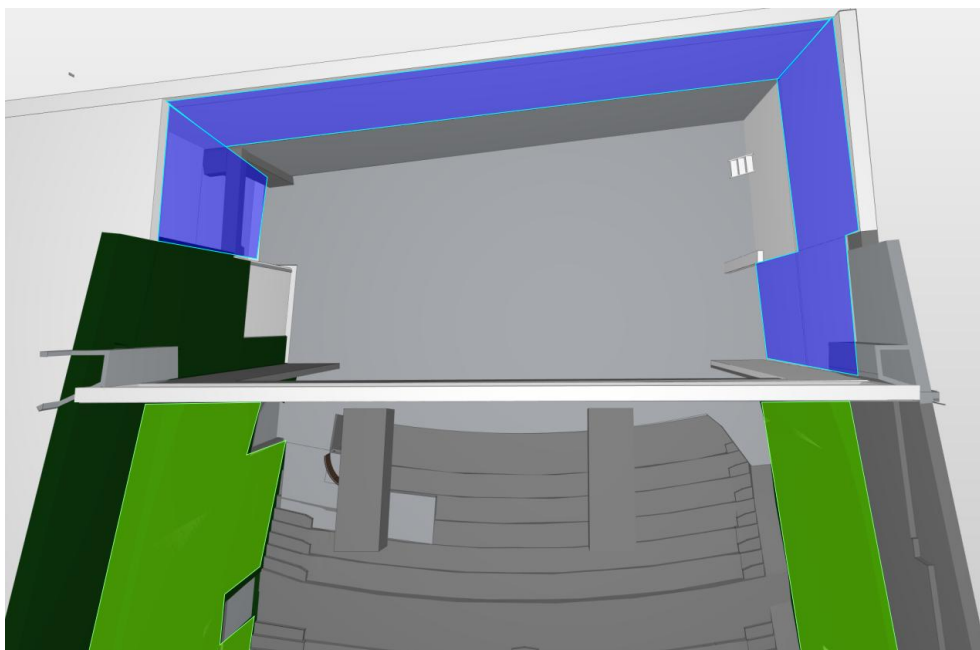
Fremside av gallerifront utføres med samme spaltepanel som på bakvegg. Se oppbygging ovenfor.



Figur 7: Skisse med markering av akustiske tiltak i salen

8.2.4 Scene

Vegger på scenen, se markering i Figur 8, kles med spaltepanel bestående av 28x145 mm med 5 mm spalte, og 100 mm hulrom bak fylt med 2 lag 50 mm mineralullplate, type Glava Akuduk eller tilsvarende. Dette produktet har både en svart overflate og lav strømningsmotstand ($\leq 38 \text{ kPa s/m}^2$), det siste er nødvendig for å oppnå de ønskede lydabsorpsjonsegenskapene. Totalt areal er 100 m^2 , jevnt fordelt i det markerte området.



Figur 8: Skisse med markering av akustiske tiltak i scenen

8.2.5 Sidescene

I sidescenen må det monteres 100 mm mineralullplater med 100 mm luft bak på vegg (alternativt 200 mm mineralull), med areal på 13 m^2 . Mineralullplatene skal beskyttes mot skader med strekkmetall utenpå.

8.2.6 Amfi

Amfikonstruksjonen skal være solid og det skal ikke være sjenerende lyder når folk går i amfiet, forårsaket av svakheter i konstruksjonen. Gulvet i amfiet skal bestå av minst 2 platelag og ha en total flatevekt på minst 25 kg/m^2 . Hulrom under amfiet, der det er nødvendig, skal fylles med 100 mm mineralull for å unngå resonans i hulrommet og klang når folk går i amfiet. Det er ikke krav til trinnlyddemping for overgulv/belegg. Gulvbelegg/overgulv skal ikke ha lydabsorberende egenskaper.

8.2.7 Stoler

Krav til lydabsorpsjon for stolene er gitt i Tabell 7, og skal dokumenteres med målerapport fra anerkjent laboratorium. Det kan aksepteres avvik på inntil $\pm 0,05$.

Tabell 7: Krav til lydabsorpsjonsfaktor α_p for stoler

Frekvens [Hz]					
125	250	500	1000	2000	4000
0,15	0,35	0,45	0,50	0,50	0,50

8.2.8 Rekkverk på galleri

Rekkverk på galleriplataet og langs trapp må være akustisk transparent, det vil si mer enn 70 % åpent. Eventuelle rekkverk med rør skal ha lukkede ender.

8.2.9 Scenetekstiler

Vurderingene av tiltak forutsetter at teateret erstatter bakteppe og halvpartene av sidebeinene med Echovelour eller tilsvarende. Echovelour er teppe med veldig lav lydabsorpsjon, og delvis reflekterende. Omfanget av typen eksisterende gardiner er ugunstige for akustikken med for mye lydabsorpsjon ved høye frekvenser.

VEDLEGG 1 – Størrelser og forkortelser

- R_w** **Laboratoriemålt veid reduksjonstall** er en størrelse som beskriver lydisoleringsevnen til en skillekonstruksjon (vegg eller etasjeskiller), målt i et laboratorium der flankekonstruksjonene er kontrollerte. Høyere tall gir bedre lydisoleringsevne. Størrelsen knyttes til elementer, som en veggkonstruksjon, vindu eller dør.
- R'_w** **Feltmålt veid reduksjonstall** er tilsvarende som over, men målt i vanlige bygg. Størrelsen knyttes til en skilleflate, inkludert alle de konstruksjonene knyttet til skilleflaten.
- $L_{n,w}$** **Laboratoriemålt veid normalisert trinnlydnivå** er en størrelse som beskriver en skillekonstruksjons evne til å isolere for trinnlyd, målt i et laboratorium. Lavere tall gir bedre trinnlydisolering.
- $L'_{n,w}$** **Feltmålt veid normalisert trinnlydnivå** er tilsvarende som over, men målt i vanlige bygg.

Lydklasse for dører

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

Feltmålte kontra laboratoriemålte størrelser

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

Lydisolerende og lydabsorberende himling

Det er viktig å skille mellom lydisolerende og lydabsorberende himlinger;

En lydisolerende himling er en tilleggisolering av dekkekonstruksjonen for å øke luftlydisolasjonen i skilledekket, for eksempel i form av 2 lag gipsplater opphengt elastisk i lydbøyler, nedforet minimum 100 mm fra dekket, elastisk fuget mot omkringliggende vegger og hulrom fylt med mineralull.

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

VEDLEGG 2 – Tekniske installasjoner og føringer generelt

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

Nyttige prinsipper for gjennomføring og tettemetoder for radiatorrør, sprinklerrør, el-rør, brystningskanaler, el-bokser og ventilasjonskanaler kan hentes fra bygghdetaljblad 421.431¹. Hovedprinsippene er gjengitt i tabeller i

¹ SINTEF Byggforsk, 421.431 *Lydisolering av gjennomføringer*, 2002

VEDLEGG 2 – Det anbefales å unngå direkte kontakt mellom rør og sjaktvegger eller øvrige vegger. Alle rør må festes i dekke og ikke festes til sjaktvegger eller øvrige vegger. Det anbefales å benytte rørfester med gummiinnlegg. Rørsjakter må bygges med to lag 13 mm gipsplater og isoleres innvendig med 100 mm mineralull.

Se for øvrig Bygghetning 553.182 "Støy fra avløpsinstallasjoner" for detaljer rundt rørføring og innfesting.

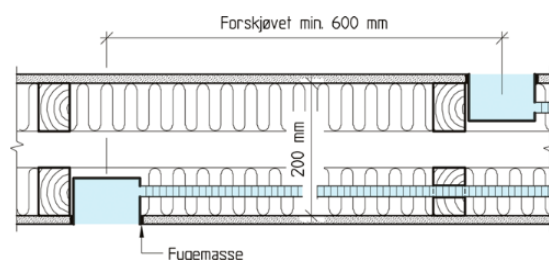
Ventilasjon

Lydovertøring via ventilasjonskanaler må reguleres ved hjelp av lydfeller og lyddempende ventiler slik at krav til lydisolasjon mellom rom, samt krav til støynivå overholdes. Se krav til lydisolasjon og lydplaner. VVS-rådgiver og/eller leverandør vurderer dette.

Lydkrav til dør i forrommet og i HCWC medfører at det må benyttes kanal og ikke spalte eller overstrømningsventil for tilluft.

El-føringer

Det er viktig med god tetting i kanalen og mellom kanal og vegg der kanalene går gjennom skilleveggene. Mellom kanal og vegg anbefales tetting med fugemasse.



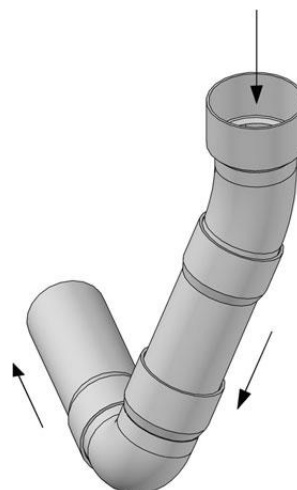
Figur 9: El-bokser forskyvet 600 mm. Hentet fra SINTEF byggforsks detaljblad 421.431 "Lydisolering av gjennomføringer"

Rør

Ansvar for å tilfredsstille grenseverdier for støy fra avløpsrør påligger RIV. Kritiske områder i prosjektet er bend og grenrør over støyfølsomme rom (artistgarderobe i plan U1) der det må dimensjoneres løsninger som demper støy.

Aktuelle lyddempende løsninger er eksempelvis bruk av MA-rør i støpejern innkasset i 2 x 13 mm gips med 100 mm mineralull på innsiden. I tillegg må rør føres til side før 90° bend for å samle vannstrøm, se Figur 10 hentet fra Bygghetning 553.182, alternativt kan det benyttes to 45° bend.

Rørsjakter må bygges med to lag 13 mm gipsplater og isoleres innvendig med minimum 100 mm mineralull ($\geq 75 \text{ kg/m}^3$). Rør må festes til dekke og ikke til sjaktvegger eller andre lette vegger. Det anbefales å benytte rørfester med gummiinnlegg for å hindre lyd fra røranlegget i å forplante seg via konstruksjonen.



Figur 10: Sideforskyvning av rør før et bend gir redusert støy. Hentet fra Byggforsks detaljblad 553.182.

El-bokser og brannskap

For vegger med lydkrav opp til og med $R'_w = 35$, kan skap monteres rett overfor hverandre i skilleveggen dersom det fugetettes mellom skap og veggplate ved innfellingen. Innfelte skap skal ha avstand på min 30 mm fra motsatt veggplate. Hulrommet mellom skap og veggplate på motsatt side fylles med mineralull.

I vegger med lydkrav fra $R'_w = 35$ til og med $R'_w = 48$ dB kan det monteres innfelt brannskap. Det må være avstand minst 30 mm fra motsatt veggplate, og det må fugetettes mellom skap og veggplate ved innfellingen. Hulrommet mellom skap og veggplate på motsatt side fylles med mineralull. Innfelte skap på motsatt side i samme skillevegg skal fortrinnsvis være forskjøvet minst 600 mm horisontalt i forhold til hverandre med separat rørføring ut til korridor.

Gjennomføringer

Alle rør må festes i dekke og ikke festes til sjaktvegger eller øvrige vegger, direkte kontakt mellom rør og sjaktvegger eller øvrige vegger må unngås. Det anbefales å benytte rørfester med gummi innlegg. Rørsjakter må bygges med to lag 13 mm gipsplater og isoleres innvendig med 100 mm mineralull.

Tabell 8 viser utførelse av tetting for gjennomføring av sprinklerrør (30 – 50mm) og elrør. Tabell 9 viser utførelse av tetting av brystningskanal i ulike typer skillevegger med lydkrav.

Tabell 8 - Utførelse av tetting for gjennomføring av sprinklerrør og elrør.

Sprinklerrør 30 - 50 mm og elrør	
Lydkrav	Utførelse
$R'_w = 35$ dB	Rør føres gjennom skillevegg. Det fugetettes rundt rørene.

$R'_w = 40 \text{ dB}$	Gjennomføring utføres som for 35 dB. I tillegg monteres klammer på rørene nært skilleveggen for å dempe rørvibrasjonene. Klammer skal være stramme med foring.
$R'_w = 48 \text{ dB}$	Gjennomføring over himling eller inn fra korridor. Utføres som for 35 dB. Alternativt kan gjennomføring i vegg utføres elastisk i veggen og fugetettes på utsiden. Rørene festes med klammer som for 40 dB.
$R'_w = 52 \text{ dB}$	Gjennomføringer i skillevegg unngås om mulig. Gjennomføringer over tett lydisolerende himling eller inn fra korridor. Utføres som for 35 dB. Alternativt kan gjennomføring i vegg utføres elastisk i veggen og fugetettes på utsiden. Rørene festes med klammer som for 40 dB.
$R'_w = 60 \text{ dB}$	Gjennomføringer i skillevegg bør unngås om mulig. Ellers utføres gjennomføringen som for 52 dB.

Tabell 9 - Tetting av brystningskanal

Brystningskanal	
Lydkrav	Utførelse
$R'_w = 35 \text{ dB}$	Kanal føres gjennom skillevegg. Det fuges rundt kanal. Lydstaver med lengde 250 mm monteres i kanal på en side av skilleveggen.
$R'_w = 40 \text{ dB}$	Kanalen deles inne i skilleveggen. Det monteres 250 mm lydstaver på begge sider. Ellers som for lydklasse 35 dB.
$R'_w = 48 \text{ dB}$	Kanal avsluttes mot skilleveggen. Gjennomføringer i rør som monteres i veggen fugetettes etter at kabel er montert (fuges rundt kabel i rør).
$R'_w = 52 \text{ dB}$	Gjennomføringer i skillevegg bør unngås. Dersom gjennomføringer er uunngåelig utføres denne som for 48 dB. I tillegg monteres lydstaver med lengde 200 mm mot vegg på begge sider.

EI-bokser kan monteres i lydskillevegger dersom de forskyves sideveis minimum 600 mm. Det er da forutsatt god tetting rundt boksene og at det ikke er direkte rørforbindelse mellom bruksenheterne. I følge Gyproc håndboken kan man ved full utfylling av mineralull i hulrommet redusere minimumsavstanden mellom boksene til 100 mm, men at lydisoleringen på $R'_w = 52 \text{ dB}$ eller høyere kan bli redusert på grunn av avstandsfestene.

Det må sikres god tetting mellom ventilasjonskanaler og lydisolerende konstruksjoner. Tabell 10 viser utførelse av tetting for gjennomføring av kanaler for VVS-anlegg i ulike typer skillevegger med lydkrav. Tabellen er laget med utgangspunkt i bruk av runde kanaler, lydisoleringen i kanalvegger til firkantede kanaler er vesentlig dårligere og lydtetting mellom rom ved bruk av firkantede kanaler må derfor vurderes spesielt.

Tabell 10 - Utførelse av tetting for gjennomføring av kanaler for VVS-anlegg

Kanaler for VVS-anlegg	
Lydkrav	Utførelse
$R'_w = 35 \text{ dB}$	Kanal kan føres gjennom skillevegg. Det skal fugetettes rundt kanal. Ventil skal ha akustisk demping.
$R'_w = 40 \text{ dB}$	Som for 35 dB.
$R'_w = 48 \text{ dB}$	Gjennomføringer skal fortrinnsvis føres inn fra korridor, eventuelt over himling. Lyddemper med lengde 500 - 1000 mm monteres i kanal inntil vegg ved gjennomføringen. Gjennomføringen skal fugetettes. Kanalen brytes i skilleveggen med fleksibel mansjett, alternativt må det sørges for at man unngår stiv kontakt mellom veggssidene ved bruk av elastisk fugemasse e.l. Ventil skal ha tilpasset lyddemper. Lengden av lyddemper avhenger av rørdimensjon og bør kontrollberegnes mot ønsket dempingsverdi.
$R'_w = 52 \text{ dB}$	Gjennomføringer skal føres enten fra korridor eller i skillevegg over lydisolerende himling. Ventil skal være dempet og i tillegg utført med tilpasset lyddemper. Lengden av lyddemper avhenger av rørdimensjon og bør kontrollberegnes mot ønsket dempingsverdi.
$R'_w = 60 \text{ dB}$	Som for 52 dB. Ventil skal være dempet og i tillegg utført med tilpasset lyddemper. Lengden av lyddemper avhenger av rørdimensjon og bør kontrollberegnes mot ønsket dempingsverdi.

VEDLEGG 3 – Bilder fra teatersalen

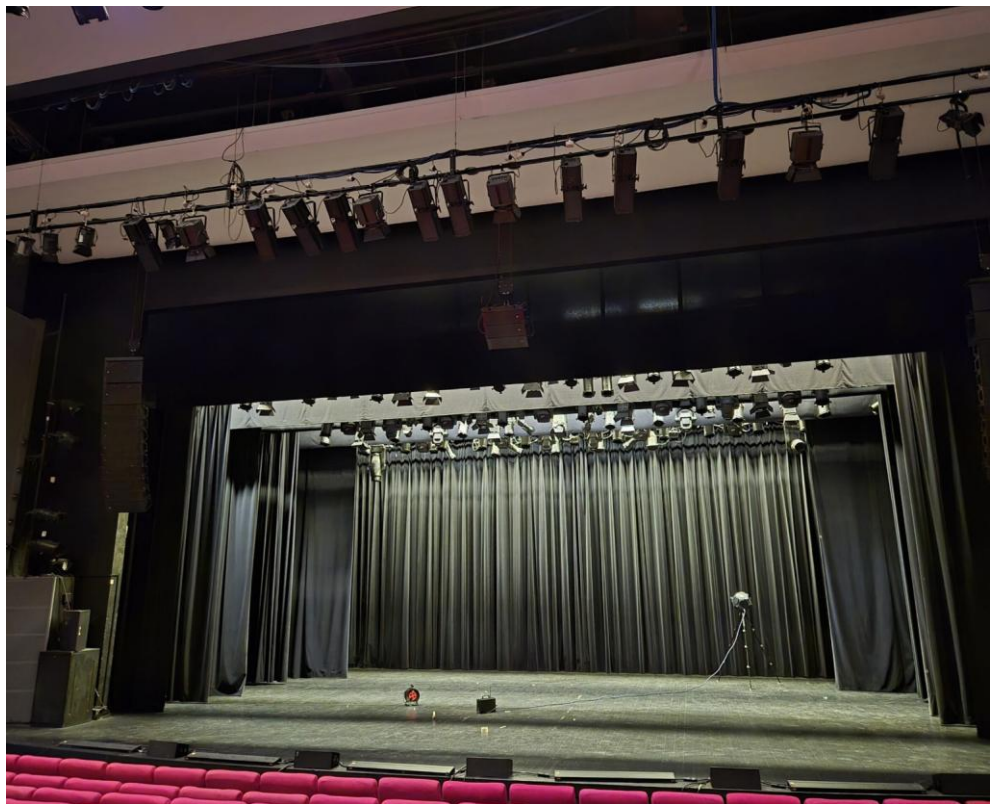
Bildene under viser eksisterende situasjon i teatersalen etter fjerning av amfi på galleri.



Figur 11: Bilde av galleri, med stoler og amfi fjernet



Figur 12: Bilde på scenen med alle scenetekstiler i bruk



Figur 13: Bilde fra midtgang mot scenen



Figur 14: Bilde fra scenen mot salen