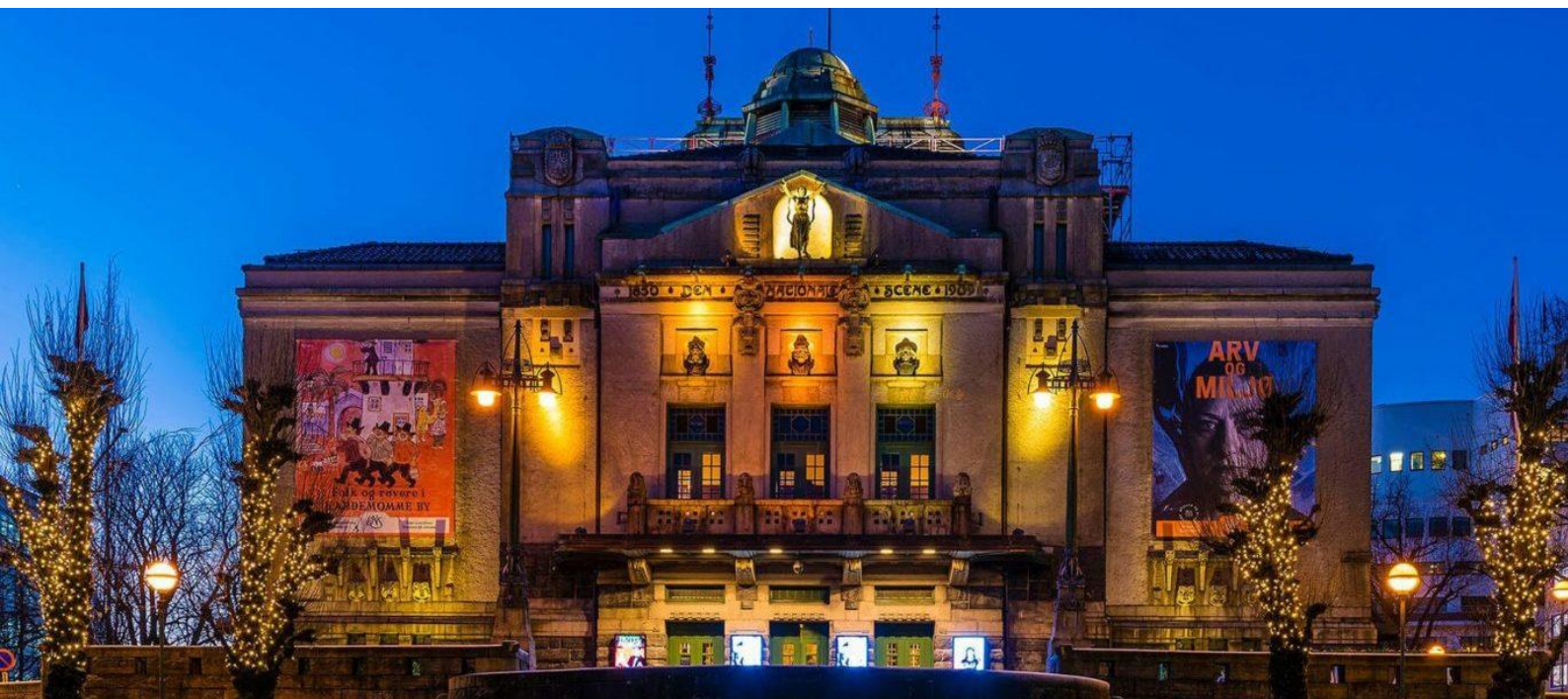


DEN NATIONALE SCENE
MODERNISERINGSPROSJEKTET

AKUSTISK PREMISSRAPPORT



OPPDAGSNR.

A252007

DOKUMENTNR.

1

VERSJON

1.0

UTGIVELSESDATO

17.08.2024

BESKRIVELSE

Lydteknisk rapport

UTARBEIDET

Erlend Bolstad

KONTROLLERT

Bård Støfringsdal

GODKJENT

Bård Støfringsdal

INNHOOLD

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Innledning | 5 |
| 2 | Forskrifter, grenseverdier og målsetningsnivå | 5 |
| 2.1 | Luftlydisolasjon | 6 |
| 2.2 | Trinnlydnivå | 7 |
| 2.3 | Romakustikk | 7 |
| 2.4 | Støy fra tekniske installasjoner | 8 |
| 2.5 | Innendørs støynivå fra utendørs lydkilder | 10 |
| 3 | Luftlydisolasjon og trinnlydnivå | 10 |
| 3.1 | Rom-i-rom løsninger | 10 |
| 3.2 | Flankerende konstruksjoner | 11 |
| 3.3 | Dekkekonstruksjoner | 11 |
| 3.4 | Vegger | 13 |
| 3.5 | Trinnlydnivå | 16 |
| 4 | Romakustikk | 16 |
| 4.1 | Generelt | 16 |
| 4.2 | Scener | 17 |
| 4.3 | Romakustikk i publikumsområder | 23 |
| 4.4 | Romakustikk i arbeidsarealer | 29 |
| 5 | Lydnivå fra tekniske installasjoner | 32 |
| 5.1 | Heis | 33 |
| 5.2 | Støy mot nabobygg | 33 |
| 6 | Fasadeisolasjon | 33 |
| 6.1 | Endringer eksisterende fasade | 34 |
| 6.2 | Ny Lille Scene | 34 |

| | |
|---|----|
| Bilag A Størrelser og forkortelser | 36 |
| Bilag B Støy ifbm tekniske installasjoner | 38 |
| Bilag C Lydtetting i gjennomføringer | 40 |
| Bilag D Tettemetoder | 42 |
| Bilag E Lydplan Lille scene | 45 |
| Bilag F Lydplaner øvrige arealer | 47 |
| Bilag G Planer romakustisk behandling | 59 |

1 Innledning

Dette notatet oppsummerer lydtekniske krav og målsetningsnivå for bygningsakustikk i forbindelse med Moderniseringsprosjektet for Den Nationale Scene i Bergen. Det redegjøres for relevante forskriftskrav, anbefalinger og tilpasset målsetningsnivå for prosjektet. Det beskrives også prinsippløsninger som vil sikre at de aktuelle kravene tilfredsstilles.

Det er utarbeidet separate notat for spesielle lydtekniske vurderinger:

- > NOT001 Lydmålinger i publikums- og arbeidsarealer
- > NOT005 Måling av romakustikk, Store Scene
- > NOT006 Måling av romakustikk, Lille Scene
- > NOT007 Måling av romakustikk, Teaterkjelleren
- > NOT008 Støy fra bygge- og anleggsvirksomhet

Det er gitt henvisninger til de enkelte notatene i relevante avsnitt i rapporten.

Lydplaner samt planer for romakustisk behandling er vedlagt rapporten som bilag E - G.

2 Forskrifter, grenseverdier og målsetningsnivå

I Byggteknisk forskrift, TEK 17¹, er det gitt funksjonskrav med hensyn til tilfredsstillende lydforhold i bygninger. Det er angitt at kravet kan oppfylles ved å tilfredsstille lydklasse C i Norsk standard NS 8175:2012².

I moderniseringsprosjektet tas det utgangspunkt i et eksisterende bygg. Dette gir muligheter for å gjøre vurderinger ut fra erfaringer med bruk, samt målinger og observasjoner. I tillegg har et teaterhus mange brukerområder som ikke er direkte sammenlignbare med brukerområdene i NS 8175. I kombinasjon med faglige vurderinger og erfaring fra tilsvarende bygg er det da i mange tilfeller mulig å definere prosjektspesifikke krav som ivaretar funksjonskravet, uten å vise til NS 8175. Dette gjelder særlig de scenenære funksjonene.

Utgaven av NS 8175 som kom i 2012 er laget med hensyn på universell utforming av lydforhold. Dette gjelder spesielt romakustiske forhold, støynivå og

¹ Kommunal- og moderniseringsdepartementet, *Forskrift om tekniske krav til byggverk*, 2017

² Standard Norge, NS 8175:2012 Lydforhold i bygninger – Lydklasser for ulike bygningstyper, 2012

behov for lydoverføringsanlegg i byggverk for publikum og arbeidsbygninger. De aktuelle grenseverdiene ble etablert bl.a. på bakgrunn av resultater fra spørreundersøkelser blant medlemmer av syns- og hørselshemmedes organisasjoner om opplevelse av lydforhold i ulike bygninger. Det vurderes derfor som viktig å oppfylle krav i NS 8175 i utvalgte publikums- og arbeidssoner.

NS 8178:2022 gir anbefalinger for akustiske kvalitetskriterier i saler for musikkframføring, og er særlig relevant å benytte i vurdering av akustikken i salene. Med unntak av romakustikk i scenehuset, er ikke salene en del av konkurransegrunnlaget for byggentreprisen, og standarden presenteres derfor ikke nærmere her. Unntak er anbefalinger for støynivå fra tekniske installasjoner som presenteres i kap. 2.4.

Aktuelle grenseverdier er oppsummert i de følgende kapitlene.

2.1 Luftlydisolasjon

Tabell 2-1 Krav for feltmålt veid lydreduksjonstall, R'_w , i skoler og kontorer, NS 8175:2012

| Type brukerområde | Klasse C R'_w [dB] |
|--|-------------------------|
| <i>Skoler og andre bygninger til undervisningsformål</i> Mellom spesialrom som musikkrom, formingsrom, rom for kroppssøving, enkle lydstudioer eller andre spesialrom med støyende aktiviteter, og andre undervisningsrom / personalrom / fellesarealer | ≥ 60 dB |
| Mellom spesialrom som nevnt ovenfor, og fellesgang / korridor med dørforbindelse | ≥ 50 dB |
| <i>Kontorer</i> Mellom kontorer Mellom kontor og fellesareal/kommunikasjonsvei, som fellesgang, korridor uten dørforbindelse | ≥ 37 dB |
| Mellom et vanlig kontor som foran, og kommunikasjonsvei som fellesgang/korridor med dørforbindelse | ≥ 24 dB |
| Mellom møterom og andre rom / korridor uten dørforbindelse | ≥ 44 dB |
| Mellom møterom og fellesgang / korridor med dørforbindelse | ≥ 34 dB |
| Mellom samtalerom, legekontor, kontor med behov for konfidensielle samtaler og et annet rom, samt møterom med videokonferanse uten dørforbindelse | ≥ 48 dB |

| Type brukerområde | Klasse C R'_w [dB] |
|--|-------------------------|
| Mellom rom som foran, med behov for konfidensielle samtaler og korridor med dørforbindelse | ≥ 34 dB |

2.2 Trinnlydnivå

Tabell 2-2 Krav for feltmålt veid normalisert lydtryknivå, $L'_{n,w}$

| Type brukerområde | Klasse C $L'_{n,w}$ [dB] |
|---|-----------------------------|
| <i>Kontorer</i> Mellom kontorer Mellom et kontor og et møterom I kontor fra kommunikasjonsvei, som fellesareal/ fellesgang/korridor | ≤ 63 dB |
| I møterom fra fellesgang/korridor | ≤ 58 dB |

2.3 Romakustikk

Tabell 2-3 Preaksepterte grenseverdier for romakustikk i kontorer og andre relevante brukerområder.

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|
| I kontor, møtelokale | T_h (s) | $\leq 0,20 \times h$ |
| I kontorlandskap og videokonferanserom | T_h (s) | $\leq 0,16 \times h$ |
| I restaurant, serveringssted, kantine, spiserom, pauserom, resepsjon og annet henvendelsepunkt, foajé, venteareal, inngangsparti, rom for håndverk o.l. | T_h (s) $\bar{\alpha}$ (-) | $\leq 0,20 \times h$ $\geq 0,20$ |
| I kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang o.l. | T_h (s) $\bar{\alpha}$ (-) | $\leq 0,27 \times h$ $\geq 0,15$ |
| I trapperom | T (s) | $\leq 1,0$ |

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 %. Grenseverdi for trapperom gjelder fra 500 Hz.

2.4 Støy fra tekniske installasjoner

Grenseverdier for støy fra tekniske installasjoner (NS 8175:2012) er angitt i Tabell 2-4 og Tabell 2-5.

Tekniske installasjoner er definert som "bygningsteknisk installasjon, utendørs eller innendørs, som ventilasjonsanlegg, heis, varmeanlegg, kjøleanlegg, nødstrømsaggregat, sanitæranlegg, sentralstøvsuger, varmepumpe og andre lignende installasjoner som er nødvendige for bygningens drift", jmfør NS 8175:2012.

Tabell 2-4 Preaksepterte grenseverdier for kontorer og andre relevante brukerområder. Høyeste grenseverdier for innendørs A-veid tidsmidlet og maksimalt lydtryknivå fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning.

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|---|-------------------------------|------------------------------|
| I videokonferanserom | $L_{p,A,T}$ $L_{p,AF,max}$ | ≤ 28 dB ≤ 30 dB |
| I resepsjon og annet henvendelsespunkt, foajé, venteareal, inngangsparti o.l. | $L_{p,A,T}$ $L_{p,AF,max}$ | ≤ 30 dB ≤ 32 dB |
| I kontor, fellesareal og møterom | $L_{p,A,T}$ $L_{p,AF,max}$ | ≤ 33 dB ≤ 35 dB |
| I restaurant, serveringssted, kantine, spiserom, pauserom o.l. | $L_{p,A,T}$ $L_{p,AF,max}$ | ≤ 35 dB ≤ 37 dB |
| I trapperom og kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang o.l. | $L_{p,A,T}$ $L_{p,AF,max}$ | ≤ 38 dB ≤ 40 dB |

Tabell 2-5 Preaksepterte grenseverdier for kontorer. Høyeste grenseverdier for A-veid maksimalt lydtryknivå utendørs fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning.

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|--------------------------------------|----------------|--------------|
| Kontorer Utenfor vindu i kontorer | $L_{p,AF,max}$ | ≤ 45 dB |

Grenseverdiene i Tabell 2-4 og Tabell 2-5 skal skjerpes med 5 dB dersom støyen inneholder hørbare rentoner (jfr. bestemmelsene i NS-ISO 1996-2) eller har impulskarakter (jfr. bestemmelsene i NS-ISO 1996-1).

I NS 8178:2023 er det gitt anbefalte bakgrunnsstøynivåer i fremføringssaler for akustisk musikk (tilsvarende for akustisk tale) og for forsterket musikk (tilsvarende for forsterket tale). Disse anbefalingene er gjengitt i Tabell 2-6, med noen tilpasninger til dette konkrete prosjektet.

Tabell 2-6 Anbefalte støynivåer i teatersaler, basert på NS 8178.

| | Støykilde | Anbefalt høyeste støynivå ^a |
|---|---|--|
| Akustisk musikk/tale, inkludert "voice lift" uten nærfelt-mikrofoner | Tekniske installasjoner | $L_{p,A,T} \leq 23 \text{ dB}$ $L_{p,AF,max} \leq 25 \text{ dB}$ |
| | Utendørs lydkilder | $L_{p,A,T} \leq 27 \text{ dB}$ |
| | Projektor, lyskastere, dimmere, røykmaskiner, teknikkskap, støtteteknikk og liknende | $L_{p,A,T} \leq 25 \text{ dB}$ |
| | Kortvarige støykilder som scenetrekk, dreieskive, motortrekk. Teaterteknikk og liknende | $L_{p,A,T} \leq 37 \text{ dB}$ |
| Forsterket musikk/tale | Tekniske installasjoner | $L_{p,A,T} \leq 28 \text{ dB}$ $L_{p,AF,max} \leq 30 \text{ dB}$ |
| | Utendørs lydkilder | $L_{p,A,T} \leq 30 \text{ dB}$ |
| | Projektor, lyskastere, dimmere, røykmaskiner, teknikkskap, støtteteknikk og liknende | Forsterket musikk med stort dynamikkområde og semiakustiske konserter: $L_{p,A,T} \leq 30 \text{ dB}$ Øvrige konserter forsterket musikk $L_{p,A,T} \leq 35 \text{ dB}$ |
| | Kortvarige støykilder som scenetrekk, dreieskive, motortrekk. Teaterteknikk og liknende | $L_{p,A,T} \leq 42 \text{ dB}$ |
| ^a På side- og baksceneområder, samt i lukkede teknikerlosjer for lys- og videoavvikling, aksepteres inntil 5 dB høyere lydnivå | | |

Tekniske installasjoner er definert som "bygningsteknisk installasjon, utendørs eller innendørs, som ventilasjonsanlegg, heis, varmeanlegg, kjøleanlegg, nødstrømsaggregat, sanitæranlegg, sentralstøvsuger, varmepumpe og andre lignende installasjoner som er nødvendige for bygningens drift", jmf NS 8175:2012.

Det er skilt på anbefalt støynivå avhengig av fremføringstype selv med all teknikk, da det antas ulike behov for teknikk ved forsterket og akustisk

³ Standard Norge, NS 8178:2023 Akustiske kvalitetskriterier for saler for musikkframføring

fremføring. Videre er fremføringer med forsterket musikk/tale mindre følsomt for støy.

Det gjøres oppmerksom på at det kan være krevende å nå anbefalingene gitt i Tabell 2-6 for alle forestillinger / produksjoner. I en del tilfeller vil kunstneriske hensyn med tanke på visuelt uttrykk og/eller bevegelige elementer i forestillingen kunne overstyre hensynet til lavest mulig støynivå. Anbefalingene i Tabell 2-6 bør likevel settes som målsetningsnivå for alle produksjoner ved teateret, tilpasset planlagt bruk av lydforsterkning for den enkelte produksjon. I tillegg må anbefalingene legges til grunn ved anskaffelse av teknisk utstyr som scenemekanikk, lyskastere, projektorer og annet teknisk utstyr som ikke kan monteres i lydisolerte tekniske rom, samt ved planlegging av innbygging av fastmontert utstyr som sceneteknikk og projektorer.

2.5 Innendørs støynivå fra utendørs lydkilder

Grenseverdier for innendørs lydtryknivå fra utendørs lydkilder er angitt i Tabell 2-7.

Tabell 2-7 Preaksepterte grenseverdier for kontorer. Høyeste grenseverdier for innendørs A-veid tidsmidlet lydtryknivå fra utendørs kilder.

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|---------------------|---------------|--------------|
| I kontor og møterom | $L_{p,A,T}$ | ≤ 35 dB |

2.6 Støy fra bygge- og anleggsvirksomhet

Det er utført en kartlegging av forventede støyende aktiviteter i bygge- og anleggsperioden. Denne kartleggingen er oppsummert i NOT 008 *Støy fra bygge- og anleggsvirksomhet*. I NOT 008 er det gitt en oversikt over støyende aktiviteter, samt over gjeldende forskrifter og grenseverdier for støy fra bygge- og anleggsvirksomhet.

I byggeperioden er det viktig å ha fokus på bruk av støysvake prosesser for å unngå unødige støybelastning for området. Se NOT 008 for en oversikt over aktuelle avbøtende tiltak.

3 Luftlydisolasjon og trinnlydnivå

3.1 Rom-i-rom løsninger

For rommene med de høyeste kravene til lydisolasjon må det etableres rom-i-rom løsninger for å ivareta kravet. Dette gjelder lydstudio/sangrom i 3. etasje. Løsningen innebærer at rommet må være mest mulig frikoblet fra øvrige konstruksjoner. Dette løses typisk med oppforet flytende gulv i kombinasjon med frittstående påforingsvegger og separat, frittstående himling. For skilleflater med dørforbindelser eller vinduer kan det være aktuelt med doble

konstruksjoner. Både lydisolerende og romakustiske tiltak i lydstudio/sangrom vil tilhøre en separat anskaffelse.

3.2 Flankerende konstruksjoner

For vegger med lydkrav $R'_w \geq 37$ dB må indre plate i flankerende konstruksjon (fasade, korridorvegg, himling, osv.) brytes. Alternativt må det benyttes to lag gips på indre side av den flankerende konstruksjonen. To lag gips på indre side vil være tilfredsstillende for vegger med lydkrav opp til $R'_w = 44$ dB. For vegger med lydkrav $R'_w > 44$ dB, må indre plater (uansett antall platelag) brytes eller utføres med splitt.

For lydkrav $R'_w \geq 44$ dB må vegger føres fra dekke til dekke, og det kan ikke benyttes gjennomgående systemhimling til naborom. Ved eventuell gjennomgående himling mellom rom med lydkrav tilsvarende kontorer ($R'_w \geq 37$ dB), må denne være lydisolerende, og som regel supplert med mineralullskjørt e.l. over skillevegg. Det er ikke tilstrekkelig med ordinær systemhimling.

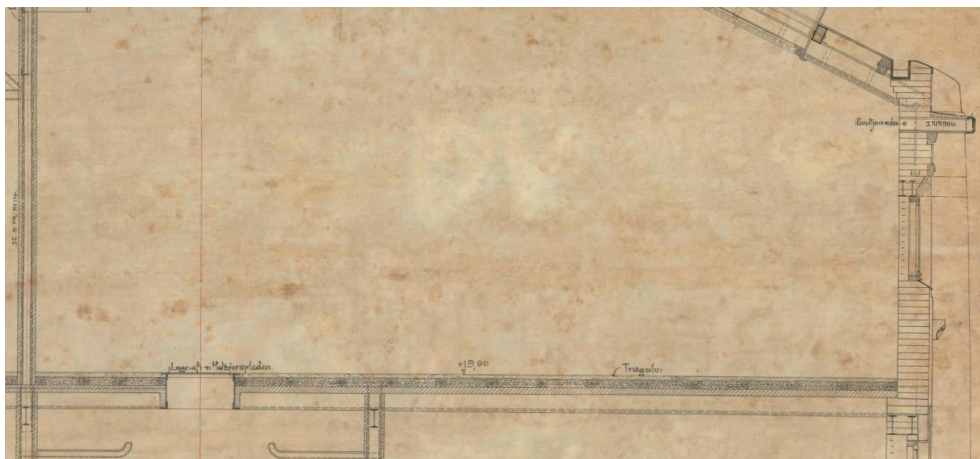
For høyere lydkrav må tilslutningsdetaljer utarbeides i samarbeid mellom arkitekt og akustiker.

3.3 Dekkekonstruksjoner

Det er ikke utført noen systematisk kartlegging av dekkekonstruksjoner og vurdering av lydisolerende egenskaper. I stedet har prosjektet så langt prioritert undersøkelser der teateret har pekt på utfordringer med dagens lydskiller. I videre prosjektfaser må det vurderes hvorvidt dekkene ivaretar lydisolasjonskrav, samt flankeforhold for nye vegger som etableres.

3.3.1 Ny Lille Scene

Malersalen i 3. etasje er i dag i bruk som prøvesal, og planlegges ombygd til ny Lille Scene. Dekket mellom magasin og ny Lille Scene er en viktig del av lyds skillet mot Store Scene. For å minimere risiko for forstyrrelser ved parallell drift må dekket ha gode lydisolerende egenskaper. Dette inkluderer også god lavfrekvent lydisolasjon. Figur 1 viser en historisk snittegning av malersalen. Det er gjort prøvetaking av eksisterende oppbygging. Antatt oppbygging er et hvelvet betongdekke med et tilfarergulv. Hulrommet er målt til 78 mm og er antatt isolert med koks. Plategulv består to lag gulvbord på hhv. 45 mm og 22 mm. Som vist i Figur 1 er det en luke i gulvet for vertikal inn- og uttransport av kulisser. Av vernehensyn planlegges det å bygge inn lukekonstruksjonen, slik at den eventuelt kan tilbakeføres på et senere tidspunkt.



Figur 1 Historisk snittegning, dekke i malersalen

For å oppnå bedre luftlydisolasjon, samt begrense strukturlyd, er aktuelt prinsipp for oppbygging et isolert tilfarergulv på elastiske sylomerklosser. Platelag må utformes på en måte som gir høy densitet og lav byggehøyde, slik at hulromsdybden kan bli så stor som mulig. Det er aktuelt å etablere gulvvarme som en del av oppbyggingen. Her er det foreslått stålplate over gulvvarme for å lage en barriere for senere skruing i gulv. En fordel med stålplate er at den har høy densitet. Detaljering av størrelse på hulrom og antall platelag er viktig for å sikre en resonansfrekvens som ligger så lavt som mulig. En foreløpig oppbygging av ny overgulvskonstruksjon inngår i den bygningstekniske beskrivelsen. Denne oppbyggingen kan bli justert i forbindelse med den videre detaljprosjekteringen.

Det er i utgangspunktet ikke planlagt lydisolerende tiltak i underkant av dekket. Unntak er under luke for transport av scenografi der det må etableres en isolert gipshimling med 3 lag fibergips som tetter utsparingen. Himlingen må monteres i lydbøyler, og tettes med elastisk fugemasse. Himling kan med fordel flukte med underkant av tilstøtende dekke.

Tilsvarende tiltak på gulv er aktuelt i prøvesaler ved siden av Lille Scene. Dette for å begrense støy fra magasinet i prøvesituasjoner. For prøvesal i tilbygg kan det trolig gjøres noe enklere tiltak ettersom dekket her er tykkere.

3.3.2 Tak og dekke, ny foajé til Lille scene

En ny foajé i tilknytning til nye Lille scene planlegges etablert på det som i dag er en balkong utenfor malersalen.

Foreslått himlingsoppbygging bygger relativt lite og har liten plass til romakustiske tiltak. Det anbefales at romakustiske tiltak prioriteres over lydisolerende tiltak. Se kap. 4.3.3 for nærmere beskrivelse.

For dekket mellom ny foajé og underliggende kantine må løsning ivareta tilfredsstillende trinnlydnivå. Grunnet behov for avretting er det i hovedsak to prinsipper som er aktuelle. Enten avrettingsmasse på eksisterende dekke i kombinasjon med et lett flytende gulv på mineralullbasert trinnlydplate eller et

tilfarergulv på elastiske klosser. Utforming må også hindre trommelyd, f.eks. ved å ha et parkettgulv limt mot et lastfordelende sjikt med sponplater.

3.3.3 Dekke mellom ny kantine og verksteder

Ny kantine skal etableres der Lille Scene er plassert i eksisterende situasjon. Det er registrert noen utfordringer med strukturlyd fra Lille Scene til verksteder ved magasinet i dagens situasjon. Oppbygging av overgulv må ivareta tilfredsstillende trinnlydnivå. Aktuelle prinsipper kan være som for gulv i ny foajé til Lille Scene (se kap. 3.3.2), alternativt trinnlyddempende gulvbelegg.

3.3.4 Gulv på grunn i ny foajé til Teaterkjelleren

Dagens foajé til Teaterkjelleren er planlagt utvidet, og inkluderer et nytt inngangsparti mot Ole Bulls plass / Veiten. Når det gjelder gulv på grunn er det viktig at strukturell kobling mot konstruksjoner i og rundt Teaterkjelleren unngås. Det er ikke noen kjente problemstillinger rundt dette i eksisterende situasjon.

3.3.5 Gulv på grunn Teaterkjelleren

Det planlegges å grave ned cirka 20 cm fra dagens gulv på grunn i Teaterkjelleren. For både å ivareta et ønske om lavest mulig byggehøyde og en viss svikt med tanke på skaderisiko og bruk for dans, anbefales det å benytte et lavtbyggende flateelastisk gulv, f.eks. Boen Boflex Olympia eller tilsvarende.

3.4 Vegger

Krav til vegger er angitt i vedlagte lydplaner. For mange av veggene er kravene anbefalinger basert på COWIs vurdering av beskrevet bruk. For vegg med dørforbindelse er det angitt separate krav til dører og veggfelt. Vi gjør oppmerksom på at den totale lydisolasjonsevnen er avhengig av arealforholdet mellom vegg og dør, som gjør at dørkravene i utgangspunktet kan variere noe mellom rom med like bruksfunksjoner. Krav til vegger og glassfelt er oppgitt som feltmålte verdier (R'_w), og dører som labmålte verdier (R_w). Merk at glassfelt ofte oppgis som labmålte verdier av produsent.

3.4.1 Store Scene

Vegger rundt salong og scenehus på Store Scene vurderes å ha tilfredsstillende lydisolasjon. Dører og porter utgjør de svakeste leddene, og der de skiftes er det indikert lydkrav i vedlagte lydplaner. I tillegg må det vurderes om lydisolasjonen for enkelte av dørene mellom salong og publikumsområder bør forbedres. Dette gjelder særlig dører til frontlosje som ligger tett på restauranten. Ved å forbedre disse vil det være mulig med et større utvalg parallele, støysensitive aktiviteter i Store Scene og restaurant.

3.4.2 Teaterkjelleren

Teaterkjelleren er plassert som et tilbygg under bakkenivå, uten overliggende etasjer. Salen er dermed effektivt frikoblet fra bygget for øvrig, og det er ingen kjente problemstillinger knyttet til lydisolasjon i Teaterkjelleren.

3.4.3 Ny Lille scene

Det er foreslått tiltak i form av frittstående påforingsvegger ved Lille Scene. Det er viktig at påforingsveggene plasseres på veggside i Lille Scene, da tiltaket både skal gi god luftlydisolasjon mot tilstøtende areal, og begrense avstrålt strukturlyd fra eksisterende vegger. Dette gjelder tre av veggene (ikke vegg mot foajé). For noen av veggene er være aktuelt med skråstilte flater for å begrense ekkoeffekter internt i rommet. Dette vil detaljeres i den videre detaljprosjekteringen. Oppbygging må være frittstående, isolert stenderverk med 3 platelag fibergips (Fermacell eller tilsvarende), men stendere kan punktinnfestes i vegg ved hjelp av elastiske hengere av denne typen AMC Mecanocaucho Acoustic wall hangers eller tilsvarende, der dette er nødvendig for å ivareta stabilitet. Gjennomsnittlig hulromsdybde 150 mm. Se vedlagt lydtegning for Lille Scene (Bilag E) for plassering, samt lydkrav til dører.

Eksisterende yttervegg blir i fremtidig situasjon en vegg mot ny foajé til Lille scene. Vinduer utgjør det svakeste leddet for lydisolasjon i vegg, og det må gjøres noen tiltak for å forbedre lydisolasjon i vinduene. I prinsippet er det tre alternativer som er aktuelle:

- > Montere varevindu med laminert enkeltglass på én av sidene av eksisterende vindu.
- > Bytte eksisterende vindu til vindu med tolags glass med laminerte glass i begge sjikt. Dette vil kunne klare cirka samme nivå på lydisolasjon som dørene. Glasset vil være tykt (fra 40 mm og tykkere), noe som legger føringer for innramming.
- > Bytte eksisterende vindu til vindu med laminert enkeltglass. Dette vil være bedre enn dagens løsning, men ikke like bra som alternativ 2. Her kan det eventuelt legges inn en opsjon om ettermontering av varevindu, dersom det viser seg at løsningen blir for svak i relevante driftssituasjoner.

3.4.4 Prøvesaler

Det vil være aktuelt med tilsvarende løsning for påforingsvegger som beskrevet i kap. 3.4.3 for enkelte av veggene i prøvesalene. Se vedlagt lydtegning for Lille Scene (Bilag E) for plassering, samt lydkrav til dører.

3.4.5 Musikkrom/sangrom/lydstudio

For lydstudio/sangrom er aktuelt prinsipp å bygge en rom-i-romløsning (se kap. 3.1). Dette rommet vil tilhøre en separat anskaffelse. For øvrige rom der det foregår øving eller avspilling av musikk må lydisolasjon dimensjoneres ut fra forventet lydnivå og nærliggende funksjoner.

3.4.6 Verksteder

Eksisterende nærverksted skal inndeles i flere separate verksteder. Det er foreløpig ikke identifisert rom med spesielt støyende aktiviteter, og det antas at det ikke vil være aktiviteter med støynivå utover dagens situasjon. Anbefalt ambisjonsnivå for verkstedene er $R'_w \geq 48$ dB for tette vegger og $R'_w \geq 34$ dB

for vegger med dørforbindelse. Dersom det planlegges spesielt støyende prosesser eller maskiner i noen av rommene må RIAku eventuelt vurdere strengere lydkrav.

3.4.7 Møterom

Krav til vegger mot møterom uten dørforbindelse er $R'_w \geq 44$ dB. For møterom som skal legges til rette for videokonferanse er kravet $R'_w \geq 48$ dB. Krav til skilleflate med dørforbindelse er $R'_w \geq 34$ dB.

Vegg med dør mellom møterom og korridor kan utføres med en dør som holder minst $R_w = 33$ dB, kombinert med en vegg med $R'_w \geq 37$ dB.

Det planlegges et nytt møterom mellom ny kantine og magasin. Det er direkte dørforbindelse mellom møterom og kantine. Skilleflate med dør anbefales utført med $R'_w \geq 48$ dB for vegg og $R_w \geq 43$ dB for dør. Rommet er planlagt utført med glassvegg mot magasinet. Ambisjonsnivå for lydisolasjon for glassvegg må tilpasses planlagt bruk. Normalt krav til møterom med videokonferanse er $R'_w \geq 48$ dB. Ettersom det tidvis foregår støyende aktiviteter i magasinet kan imidlertid dette lydkravet oppleves noe svakt. Foreløpig er det angitt at det kan aksepteres en viss lydgjennomgang, og at møterommet skal gi en opplevelse av teaterets hverdag. Ut fra dette vurderes inntil videre $R'_w \geq 48$ dB som et fornuftig ambisjonsnivå.

3.4.8 Kontorer

Krav til vegger mot kontorer uten dørforbindelse er $R'_w \geq 37$ dB. Krav til skilleflate med dørforbindelse er $R'_w \geq 24$ dB, noe som oppnås med tett vegg kombinert med dør med $R_w > 27$ dB.

3.4.9 Garderober

NS 8175:2012 stiller ikke lydkrav til garderober. I garderober for skuespillere og andre aktører kan det være aktuelt med ulike oppvarmingsøvelser, samt å tilrettelegge for en viss privat sfære med mulighet for hvile. For å ta høyde for dette, samt sikre større grad av fleksibilitet for nåværende og framtidig bruk anbefales det at nye vegger holder $R'_w \geq 44$ dB.

Vegg med dør mellom garderobe og korridor kan utføres med en dør som holder minst $R_w = 33$ dB, kombinert med en vegg med $R'_w \geq 37$ dB.

3.4.10 Toaletter

NS 8175:2012 stiller ikke lydkrav tiltoaletter. Det er imidlertid ikke uvanlig at man, etter en vurdering av planløsningen, legger inn en viss forbedring av vegg- og dørkonstruksjoner rundt slike rom. Dette gjelder spesielt for skilleflater ut mot fellesarealer og korridor. Ut fra dette er det satt krav til enkle lydisolerende konstruksjoner rundt toalettene.

3.4.11 Tekniske rom

Rundt tekniske rom vil det kunne bli behov for skillevegger med gode lydisolerende egenskaper. Krav til skillevegger må dimensjoneres på bakgrunn av lydeffektdata for utstyret som skal inn i hvert av de tekniske rommene. De fleste installasjoner vil kunne leveres vibrasjonsisolert mot underliggende dekke. Det vil derfor generelt ikke være behov for flytende golv i tekniske rom. Forholdet bør imidlertid kontrolleres med leverandør ved bestilling.

3.4.12 Heis

Heissjakt skal utføres i betong. Det må vurderes om oppholdsrom som ligger direkte mot heissjakt skal ha en frittstående påføring (50 mm stender med mineralull og to lag gips) for å minimalisere lydoverføring fra heis. Se også kap. 5.1.

3.5 Trinnlydnivå

Det mest kritiske forholdet når det gjelder trinnlyd vil være lydoverføring til salene. Som nevnt i kap. 3.3 er det ikke gjort noen systematisk gjennomgang av eksisterende dekker, og det er i liten grad rapportert om trinnlydproblematikk i dagens situasjon. Eventuelle problemstillinger ved eksisterende forhold antas foreløpig å kunne håndteres med enkle tiltak i overgolv. I det følgende omtales de forholdene som oppfattes som spesielt kritiske.

3.5.1 Gulvteppe i publikumsområder

Gulvet i publikumsgarderobene og trapperommene er i dag dekket av tykke tepper. Konsekvensen av å fjerne disse kan potensielt være svært uheldige for lydforhold. Dette gjelder både romakustikk (omtalt i kap. 4) og trinnlyd. Teppene har i dag en meget god effekt på såkalt trommelyd (lyd av skritt i rommet man går i), samt på trinnlyd fra publikumsområdene og inn i hovedsalen. Å fjerne tepper vil gi store konsekvenser for lydforhold og frarådes sterkt. Dersom det likevel blir aktuelt må det gjøres en vurdering av hvilke alternativer som er aktuelle for å ivareta trinnlyddemping og romakustikk.

3.5.2 Nye gulv

Det er vurdert behov for trinnlydreduserende tiltak der det gjøres tiltak eller etableres nye gulvkonstruksjoner. Dette gjelder bl.a. ny Lille Scene og kantine og er omtalt i kap. 3.3.

4 Romakustikk

4.1 Generelt

Preaksepterte grenseverdier til etterklangstid i ulike arealer er gitt i Tabell 2-3. Som utgangspunkt må alle oppholdsrom og fellesgang/fellesareal utføres med en heldekkende lydabsorberende himling for å tilfredsstille disse grenseverdiene.

Enkelte bruksområder krever veggabsorpsjon i tillegg for å tilfredsstille kravet til etterklangstid.

Det er utført lydmålinger i flere av det aktuelle rommene, og i samarbeid med prosjektet og teateret er det utarbeidet en oversikt over hvilke områder som prioriteres når det gjelder romakustiske tiltak. I publikums- og arbeidsområder har universell utforming vært et av de sentrale kriteriene for prioritering.

Videre følger tiltaksbeskrivelser i prioriterte områder. Generelt anbefales det tiltaksvurdering i alle områder der det utføres endringer i planløsning. I tillegg er det angitt en prioritering av øvrige arealer som anbefales vurdert for tiltak. Prioritering er vist i Bilag G Planer romakustisk behandling.

Videre følger beskrivelse for ulike romkategorier. Innenfor hver romkategori vil det kunne være noen rom som prioriteres og noen som ikke prioriteres for tiltak. Der det er beskrevet heldekkende himling innebærer det minimum 90 % av himlingsarealet for å hensynta ulike føringer for tekniske fag, armaturer eller andre nødvendige installasjoner i tak.

4.2 Scener

Det er utført måling og analyse av romakustiske forhold i Store Scene, dagens Lille Scene og Teaterkjelleren. Resultater fra salene er presentert i følgende dokumenter:

- > NOT005 Måling av romakustikk, Store Scene
- > NOT006 Måling av romakustikk, Lille Scene
- > NOT007 Måling av romakustikk, Teaterkjelleren

Dagens Lille Scene er planlagt flyttet til 3. etasje og i Teaterkjelleren er det planlagt tiltak som utvider volumet av salen. Romakustiske tiltak i salene er ikke en del av konkurransegrunnlaget for byggentreprisen. I denne rapporten beskrives aktuelle tiltak kun overordnet. Et unntak er scenehuset ved Store scene, der tiltak skal prises i tilbudet.

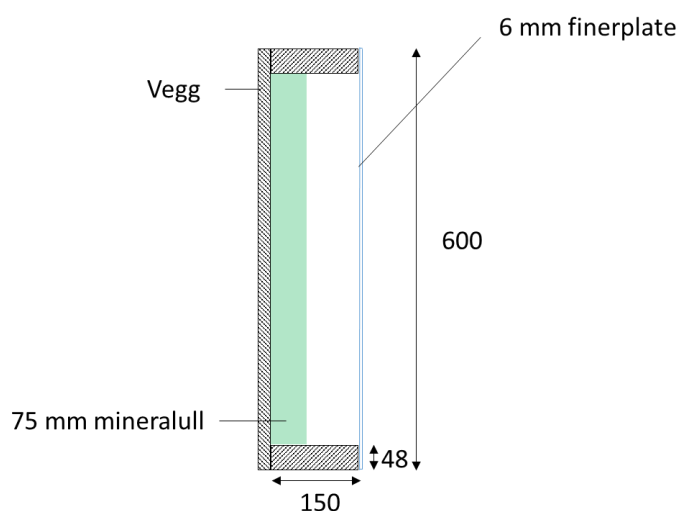
4.2.1 Store scene

Salongen i Store scene er utformet som en klassisk teatersalong, og i utgangspunktet er det få overflater som er aktuelle for tiltak. Isolert sett fungerer salen relativt godt akustisk sett, men er i overkant dempet for høye frekvenser. Aktuelle tiltak er primært tilpasning av utførelse for nye/rehabiliterede publikumsstoler, samt eventuell reduksjon av omfanget av gulvtepper. I tillegg kan det være aktuelt å gjøre tiltak i forsceneområdet (losjer etc.) for å forbedre refleksjoner som bidrar til god taletydighet. Videre vil det være fokus på å oppnå mest mulig representative lytteforhold på avviklingsposisjoner for lyd (FOH).

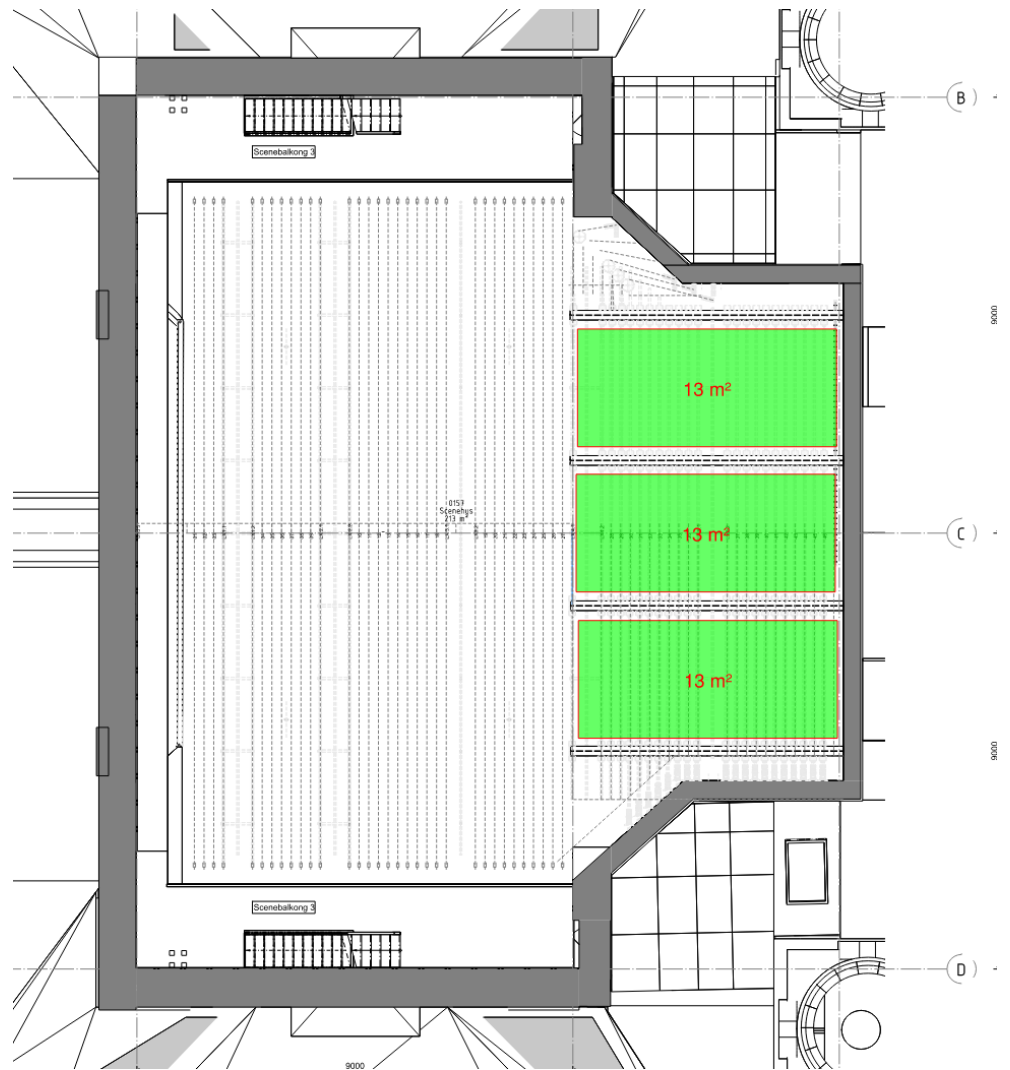
Som omtalt i «NOT005 Måling av romakustikk, Store Scene» er et av hovedfunnene fra målingene at reflekterende overflater i scenehuset gir for mye sen energi som når ut i salen. Dette gir ugunstige effekter, spesielt i bassområdet, som oppleves nokså udefinert og romlete. For å dempe rommet tilstrekkelig kreves det et omfang på cirka 300 m² absorpsjonsareal i scenehuset. Det er størst behov for absorpsjon i bassfrekvensområdet, så det anbefales en 50/50-fordeling av porøse absorbenter og membranabsorbenter. Gunstige plasseringer av absorbentene er utarbeidet i samarbeid med RISc for å unngå plassering i kritiske soner for trafikk og scenemekanikk.

Porøse absorbenter må ha en dybde på 200 mm. Bakerste sjikt kan være mineralull av vanlig byggkvalitet og synlig sjikt må være et standard absorbentprodukt som f.eks. Rockfon Industrial Black eller tilsvarende. Overflaten må være svart. Platene innrammes for å sikre stabilitet og beskytte hjørner. Størrelsen på feltene må tilpasses aktuelle platestørrelser samtidig som det «går opp» med det angitte arealet i de ulike sonene. Som en opsjon må det inkluderes montering av perforerte metallplater i front av absorbentene. Dette for å lage en mer robust løsning i utsatte soner.

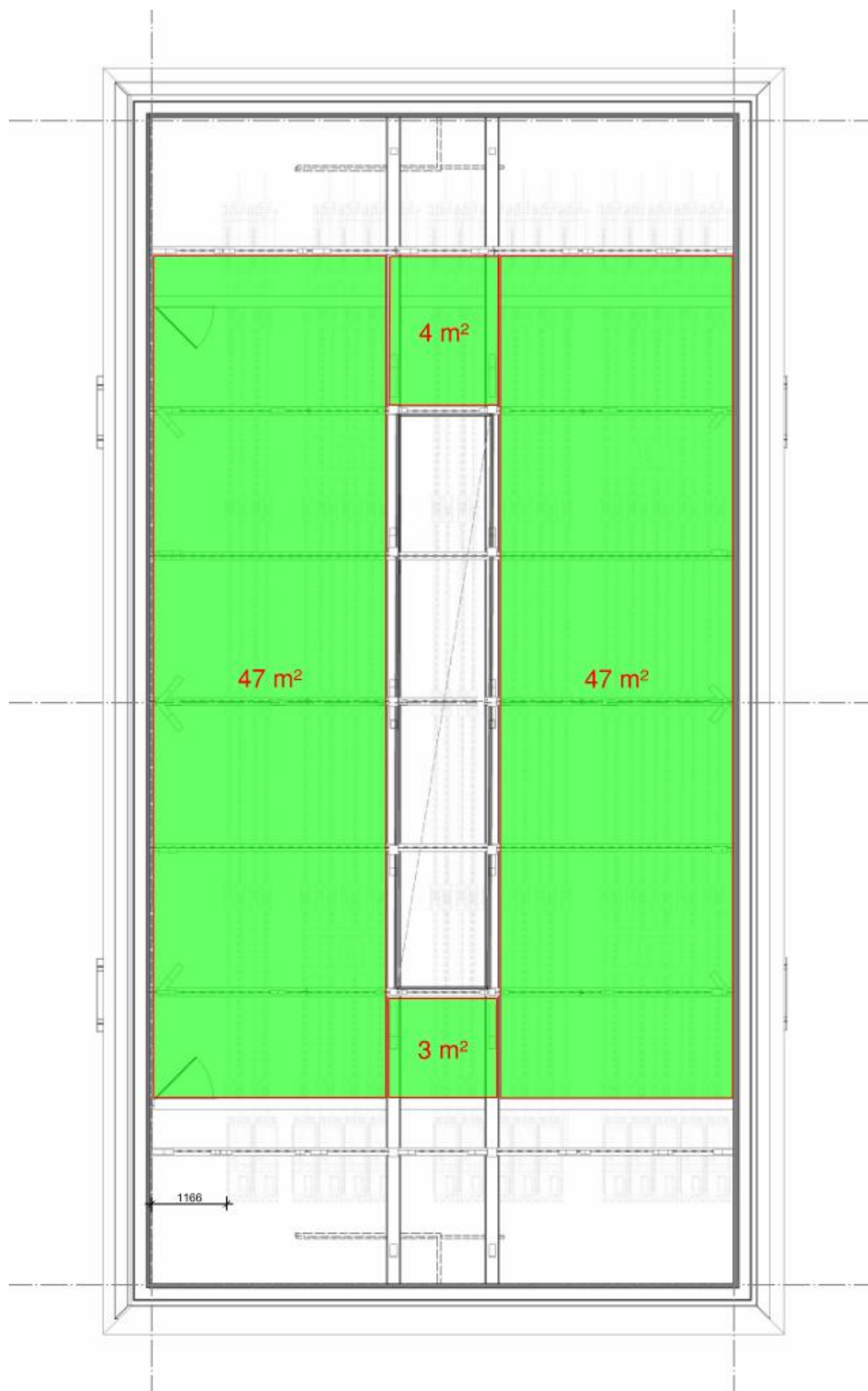
Membranabsorbenter konstrueres med en 150 mm utlekting og 6 mm svarte kryssfinerplater. Platene må kunne svinge fritt, og det kan være aktuelt å konstruere utlektingen slik at lektene treffer randsonene av standard platestørrelse (600x2400 mm). I hulrommet må det legges 75 mm mineralull av vanlig byggkvalitet. Mineralullen må legges nærmest veggen slik at den ikke hindrer finerplaten i å svinge fritt.



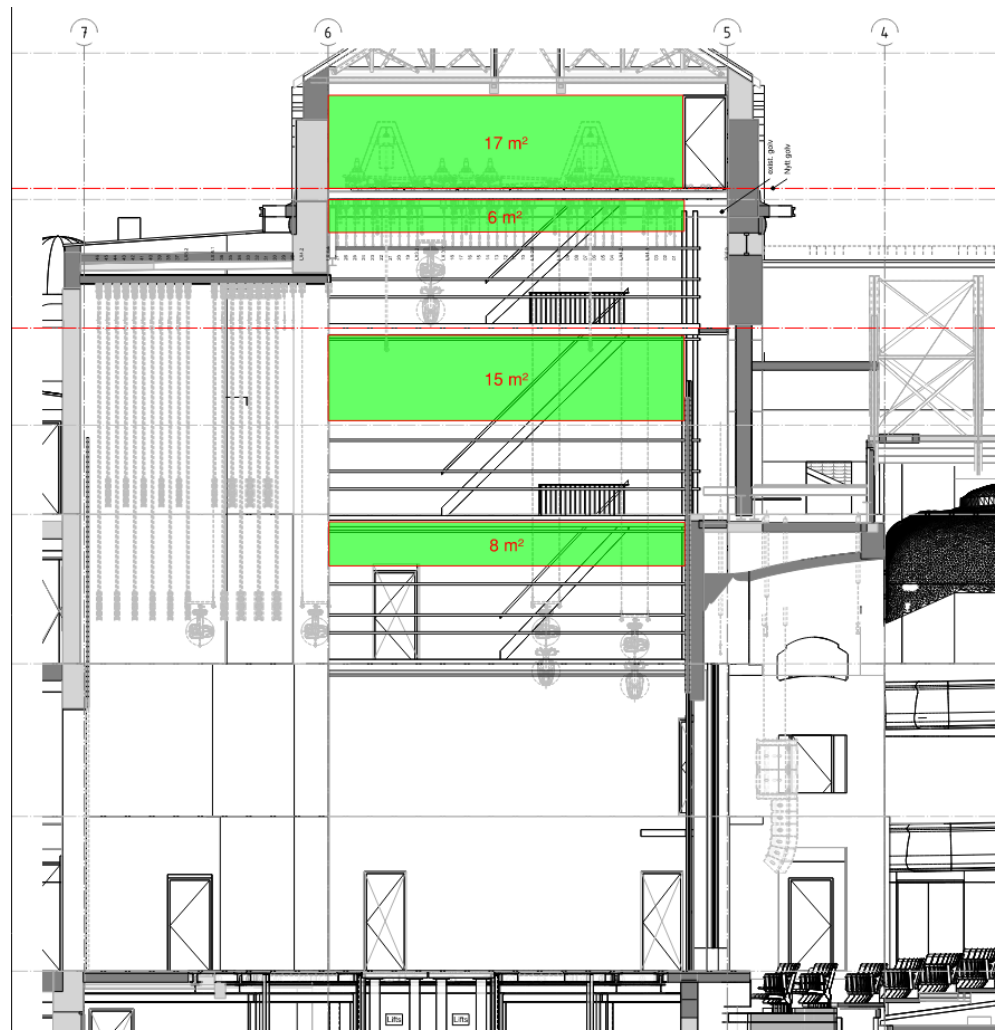
Forslag til plassering av absorbentene er vist i Figur 2 til Figur 5.



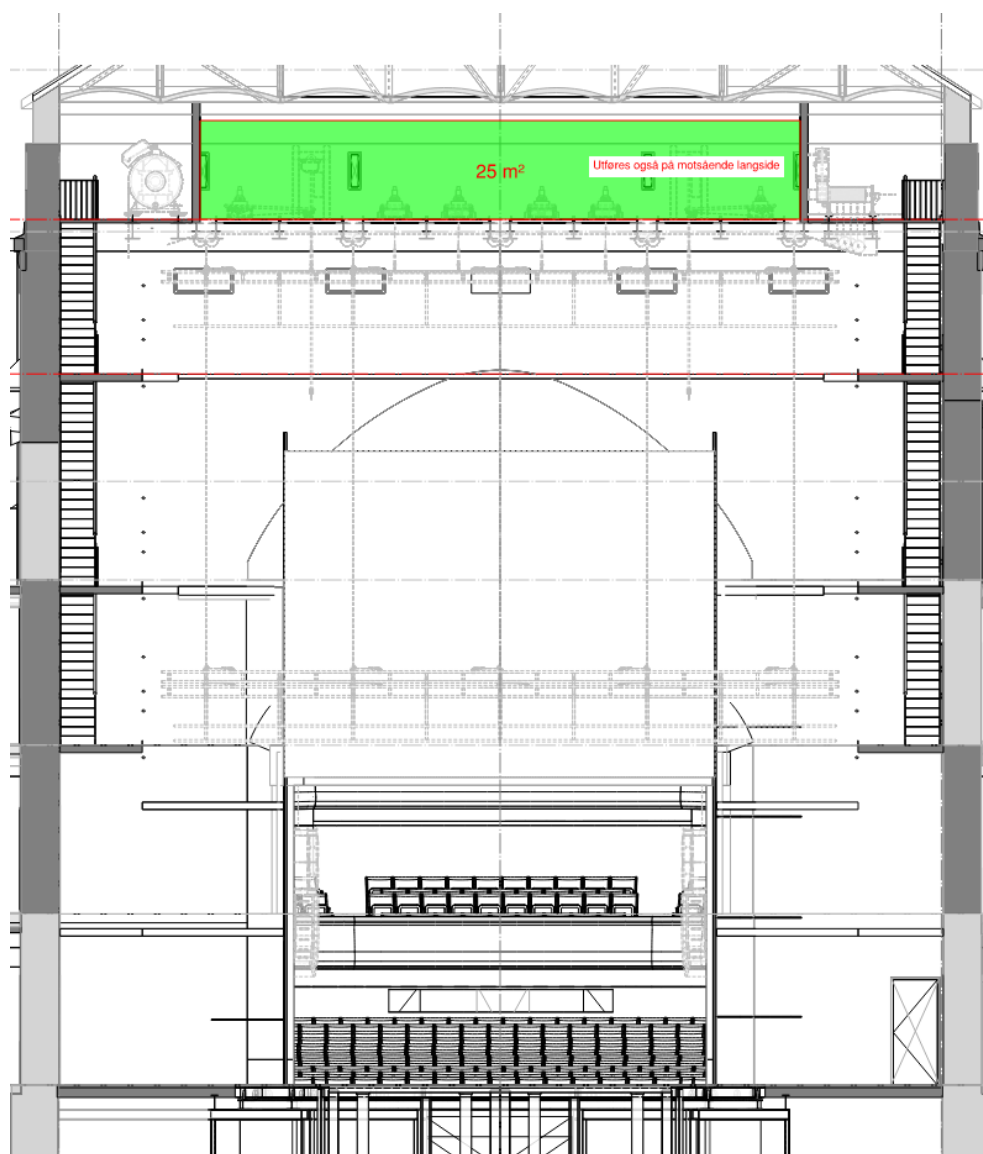
Figur 2 Himling bakscene



Figur 3 Himling snorloft



Figur 4 Sidevegg, utføres likt på begge sidevegger



Figur 5 Langvegg snorloft, utføres likt på begge langvegger

4.2.2 Lille scene

Det er aktuelt å skråstille deler av påforingsveggene som beskrevet i kap. 3.4.3. Dette for å begrense omfanget av parallelle reflekterende overflater. Videre vil eventuelle lydabsorberende tiltak koordineres med planlagt plassering av sceneteknikk og scenetekstiler. Romakustiske tiltak utover skråstilling av lydisolerende påforingsvegger inngår ikke i konkurransegrunnlaget for byggentreprisen.

4.2.3 Teaterkjelleren

Etterklangstiden i eksisterende situasjon er noe ubalansert med for lang etterklangstid i bassfrekvensområdet. Det er også noe svak støtte for lyd fra scenen i bakre del av publikumsområdet. Overordnet vil det være aktuelt med et visst omfang av membranabsorbenter i kombinasjon med noe porøse

absorbenter, samt etablering av reflekterende flater som kan bidra med nyttige tidlige refleksjoner mot den bakre/øvre del av salen. Lydregulerende tiltak må koordineres med planlagt plassering av sceneteknikk og scenetekstiler.

Romakustiske tiltak i Teaterkjelleren inngår ikke i konkurransegrunnlaget for byggentreprisen.

4.3 Romakustikk i publikumsområder

Det er utført kartleggende målinger av romakustiske forhold i utvalgte publikumsområder. En detaljert beskrivelse av måleresultatene er tilgjengelig i:

- > NOT001 Lydmålinger i publikums- og arbeidsarealer

4.3.1 Vestibyle

I eksisterende situasjon er vestibylen et klangfullt rom. Rommet er i hovedsak utført med reflekterende overflater som fliser på gulv, marmor i trapper og gips/puss med ornamenteringer på vegger og tak.



Figur 6

Vestibyle, perspektiv mot billettluke fra hjørne yttervegg. Planlagt tilbakeføring av billettluke vil være i midterste felt av kortvegg.



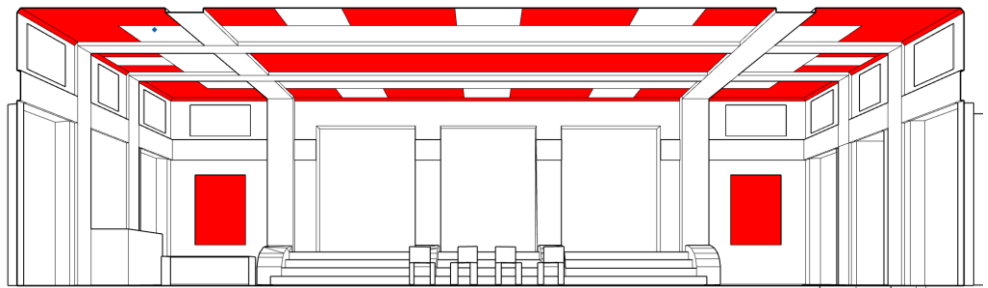
Figur 7 Vestibyle, perspektiv mot yttervegg/dører. I midten på kortsiden vises eksisterende trappeløp mot Teaterkjelleren.

Etterklangstid er målt til $T_{\text{mid}} = 2,1$ s. Rommet er det første møtet med teaterhuset for publikum. Det fungerer som et mingleområde, og det planlegges å reetablere luke til billettkontoret fra vestibylen, slik opprinnelig løsning var. Grunnet de romakustiske forholdene blir det høye lydnivåer i vestibylen når flere oppholder seg der samtidig. For å få bedre lydforhold, bl.a. for minglesituasjoner og ifbm. kommunikasjon i billettluke er rommet gitt høy prioritet for tiltak. Samtidig må vernehensyn ivaretas, noe som legger føringer for hvordan tiltak utføres.

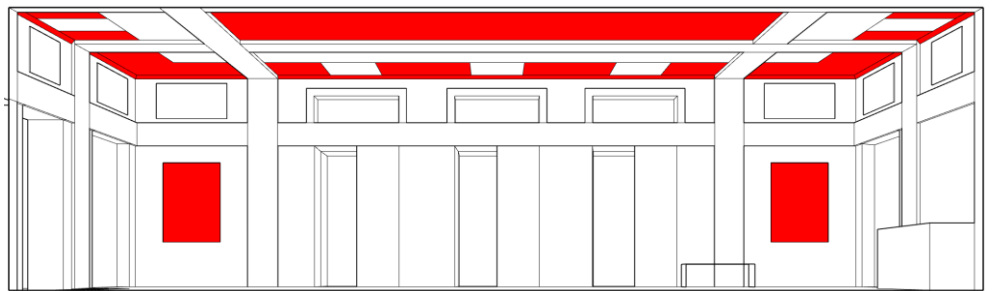
Preakseptert grenseverdi for etterklangstid i arealet er $0,2 \times h$ (himlingshøyde). Grunnet vernehensyn er det utfordrende å finne løsninger som tilfredsstillende grenseverdien fullt ut. Det er utført bygningsundersøkelser og prosjektert tiltak i samarbeid med ARK og vernemyndighet som vil bedre lydforholdene i rommet. Følgende tiltak er aktuelle:

- > Akustikkpuss
 - > Rive flate deler av himling og etablere felt med akustikkpuss.
 - > Løsning må være uten tett bakplate slik at hulrommet over utnyttes til bedre absorpsjonsegenskaper i bassområdet.
 - > Estimert areal cirka 35-40 m².
- > Veggabsorbenter
 - > Det etableres veggabsorbenter på tilgjengelige veggareal med plan overflate i hjørnene på langsidene (totalt 4 felt).

- > Løsning må være robust.
- > Estimert areal cirka 6 m².
- > Nye områder
 - > Trapp til kjeller er planlagt erstattet med heis. Mellom vestibyle og heis er det planlagt en liten gang som er åpen ut mot vestibyle.
 - > Det må etableres heldekkende lydabsorberende himling, samt veggabsorbenter i ny gang utenfor heis



Figur 8 Skisse av vestibyle sett mot inngang til publikumsgarderober. Røde felt indikerer områder der det etableres lydabsorberende tiltak.



Figur 9 Skisse av vestibyle sett mot ytterdører. Røde felt indikerer områder der det etableres lydabsorberende tiltak.

4.3.2 Restaurant

Restauranten i 2. etasje har en bar som er åpen både før forestilling og i pauser. I tillegg brukes rommet også til mindre tilstelninger med musikk eller presentasjoner. I likhet med vestibyle er også dette rommet klangfullt, og det er i dag lite egnet for formidling/musikk og øvrige aktiviteter som typisk foregår i et restaurant- og barområde.



Figur 10 Restaurant



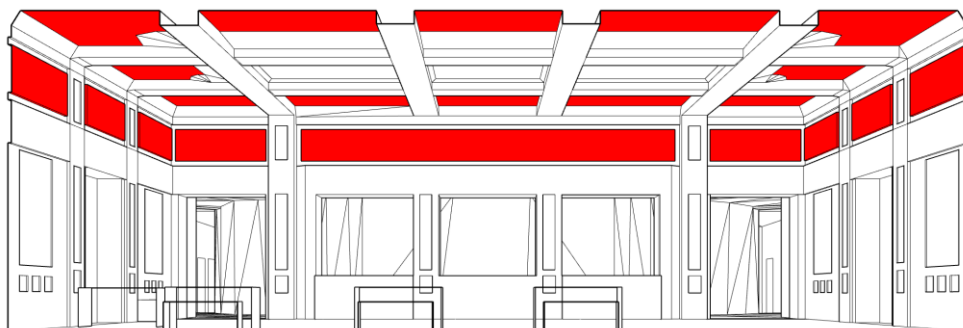
Figur 11 Restaurant

Etterklangstid er målt til $T_{\text{mid}} = 1,5$ s. I likhet med vestibyle fører de romakustiske forholdene til at det blir høye lydnivåer i en typisk minglesituasjon, noe som også vanskeliggjør kommunikasjon i baren. For å få bedre lydforhold i disse situasjonene er rommet gitt høy prioritet for tiltak. Samtidig må vernehensyn ivaretas, noe som legger føringer for hvordan tiltak utføres.

Rommet har ikke dørforbindelse mot garderober/korridorer, og med en enkel dørforbindelse til frontlosje i nærheten, er det i praksis begrensede muligheter for parallell drift av restaurant og Store scene i dagens situasjon. Dette skyldes til dels også at restauranten i liten grad er romakustisk dempet i dagens situasjon.

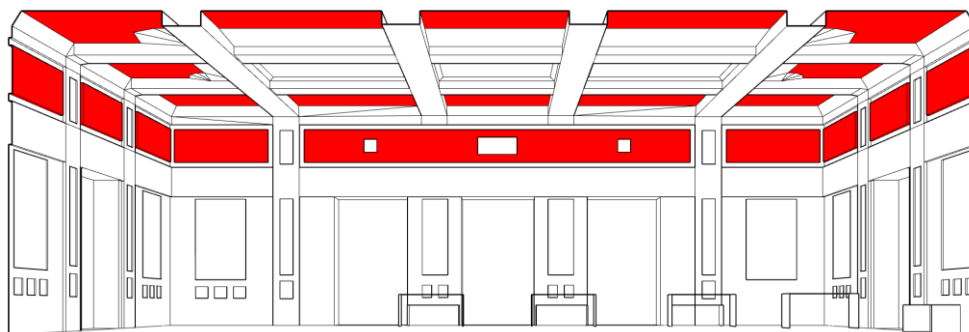
Preakseptert grenseverdi for etterklangstid i restaurant er $0,2 \times h$ (himlingshøyde). For situasjoner med formidling er det også relevant å vurdere anbefalinger i NS 8178 rundt krav til romakustiske forhold. Aktuelle tiltak er akustiske gardiner som kan trekkes foran vegger ved behov. Tilpasninger til denne situasjonen er imidlertid noe som ikke inngår i konkurransegrunnlaget for byggentreprisen. Byggentreprisen omfatter lydabsorbenter som krever bygningsmessige tilpasninger. Grunnet vernehensyn er det utfordrende å finne løsninger som tilfredsstiller grenseverdien fullt ut. Det er utført bygningsundersøkelser og prosjektert tiltak i samarbeid med ARK og vernemyndighet som vil bedre lydforholdene i rommet. Følgende tiltak er aktuelle:

- > Akustikkpuss
 - > Rive flate deler av himling (ikke det sentrale feltet med treverk) og etablere felt med akustikkpuss.
 - > Løsning må være uten tett bakplate slik at hulrommet over utnyttes til bedre absorpsjonsegenskaper i bassområdet.
 - > Estimert areal cirka 25-30 m².
- > Veggabsorbenter
 - > Det etableres veggabsorbenter på tilgjengelige veggareal med plan overflate på øvre del av vegg (over felter med treverk).
 - > Estimert areal cirka 20-25 m².



Figur 12

Skisse av restaurant sett mot bar. Røde felt indikerer områder der det etableres lydabsorberende tiltak.



Figur 13 Skisse av restaurant sett mot balkongdører. Røde felt indikerer områder der det etableres lydabsorberende tiltak.

4.3.3 Ny foajé, Lille Scene

I ny foajé for Lille Scene er breakseptert grenseverdi for etterklangstid relatert til rommets gjennomsnittlige himlingshøyde og ligger på $0,2 \times h$. Romakustiske tiltak må utformes slik at grenseverdien tilfredsstilles. Normalt innebærer dette en heldekkende himling med lydabsorpsjonsklasse A i kombinasjon med veggabsorbenter. Det vil være aktuelt å utnytte isolasjonssjiktet i takkonstruksjonen som en del av det romakustiske tiltaket. Foreslått løsning er et selvbærende stålplatetak med korrugerte stålplater. Stålplater må perforeres, som minimum i stegene, for å utnytte overliggende isolasjonssjikt til absorpsjon. Overliggende isolasjonssjikt må være mineralullbasert for å oppnå tilstrekkelig absorpsjon.

Det er planlagt meshplater i messing som nederste sjikt, samt belysning i overkant av messingplater. Lys kan monteres i hulrom mellom messingplater og stålplatetak. Duk over og under lys må være akustisk transparent med lav strømningsresistans. Eksempel på produkt er Fibertex Fiberacoustic 75 eller tilsvarende.

Også vegg er planlagt oppbygd med meshplater i messing som yttersjikt. Bakenforliggende veggabsorbenter må være 40-50 mm direkte monterte mineralullplater mot tung vegg. Videre kan løsning for belysning være som i himling. Deler av himling vil være takvinduer, noe som øker behovet for veggabsorbenter sammenlignet med en situasjon med heldekkende lydabsorberende himling. Samlet sett kreves at absorbertareal tilsvarende ca. 120 % av gulvarealet for å oppnå tilfredsstillende lydforhold.

4.3.4 Vestibyle og bar, Teaterkjelleren

Breakseptert grenseverdi for etterklangstid i vestibyle og bar er relatert til rommets høyde og ligger på $0,20 \times h$. Et utgangspunkt for løsning som vil ivareta kravet er en heldekkende himling med lydabsorpsjonsklasse A i kombinasjon med veggabsorbenter med et omfang tilsvarende cirka 20 % av gulvarealet.

4.3.5 Garderober

Preakseptert grenseverdi for etterklangstid i garderober er relatert til rommets høyde og ligger på $0,20 \times h$. I publikumsgarderobene varierer målt etterklangstid mellom 0,9 og 1,6 s. I hovedsak ligger de målte verdiene signifikant over grenseverdien. Romakustiske tiltak i eksisterende garderober prioriteres ikke ettersom opphold her i hovedsak er av kortere varighet, og det ikke er rapportert om utfordringer med sjenerende lydnivåer fra garderobe i salene. Det presiseres likevel at det ikke må gjøres tiltak som forverrer dagens lydforhold (fjerning av gulvtepper) uten at det samtidig gjøres kompenserende tiltak i øvrige deler av disse arealene, jmfør kap. 3.5.1.

4.3.6 Trapperom

Preakseptert grenseverdi for etterklangstid i trapperom er 1,0 s. Det er ikke utført målinger av romakustikk i trapperom, men rommene er dominert av harde overflater, og oppleves som relativt klangfulle. De største trapperommene i tilknytning til Store scene har gulvtepper, noe som gunstig for de romakustiske egenskapene. Dersom tepper fjernes må det utføres kompenserende absorberende tiltak i øvrige deler av rommet. Å fjerne tepper påvirker også trinnlydnivåer/strukturlyd og frarådes (se kap. 3.5.1).

I nye trapperom må grenseverdi ivaretas. Generelle romakustiske tiltak i trapperom er som et minimum at det limes lydabsorberende plater med lydabsorpsjonsklasse B eller bedre i tak og under alle reposene. Type plater som kan benyttes er f.eks. 40 - 50 mm mineralullplater eller en nedforet 20 mm tykk systemhimling med gode mineralullabsorbenter (cirka 200 mm hulrom).

4.3.7 Kommunikasjonsveier

Preakseptert grenseverdi for etterklangstid i kommunikasjonsveier er relatert til rommets høyde og ligger på $0,27 \times h$. Romakustiske tiltak i eksisterende kommunikasjonsveier prioriteres ikke ettersom opphold her i hovedsak er av kortere varighet. For nye kommunikasjonsveier må imidlertid kravet ivaretas.

I gang utenfor billettluke må kravet skjerpes ytterligere dersom dagens plassering av luker skal videreføres.

De romakustiske kravene til kommunikasjonsveier gjelder også i heiser. Ansvaret for at heis tilfredsstiller de romakustiske kravene påhviler leverandøren.

4.4 Romakustikk i arbeidsarealer

4.4.1 Lydstudio/kontrollrom

Romakustiske tiltak i lydstudio/kontrollrom inngår ikke i konkurransegrunnlaget for byggentreprise, og omtales derfor ikke nærmere i denne rapporten.

4.4.2 Musikkrom/sangrom

Romakustiske tiltak i musikkrom/sangrom inngår ikke i konkurransegrunnlaget for byggentreprise, og omtales derfor ikke nærmere i denne rapporten.

4.4.3 Verksted

Preakseptert grenseverdi for etterklangstid i verksted er relatert til rommets høyde og ligger på $0,2 \times h$. Det er målt etterklangstid i dagens smie, som i situasjonen er delt opp i tre mindre verksteder. Målt etterklangstid i dagens situasjon er 0,5 s, noe som tilfredsstiller grenseverdien. Det er direkte monterte mineralullbaserte absorbenter i underkant av dekket. I rom med sparsom møblering vil det være behov for veggabsorbenter for å tilfredsstille kravet. I verksteder er det imidlertid ofte utstrakt møblering og utstyr, noe som gjør at veggabsorbenter i mange tilfeller er overflødig, eksempelvis i dagens situasjon der det ikke er montert veggabsorbenter. Dagens absorbenter i himling kan videreføres. Behov for veggabsorbenter kan vurderes når møbleringsplaner foreligger.

4.4.4 Magasin

Det er ingen romakustiske tiltak i magasinet i dagens situasjon. For å redusere lydnivå ved støyende arbeid i arealet, samt forbedre lydisolasjon mellom Store Scene og ny Lille scene må det utføres romakustiske tiltak. Brukere opplyser om at veggabsorbenter kan komme i konflikt med arbeid og lagring av kulisser. Foreslått løsning er en heldekkende absorberende himling med 100 mm direkte monterte mineralullabsorbenter. Eksempel på produkt er Rockfon Industrial Opal eller tilsvarende.

4.4.5 Kantine

Preakseptert grenseverdi for etterklangstid i kantine er relatert til rommets høyde og ligger på $0,20 \times h$. Grenseverdien kan tilfredsstilles med en heldekkende himling med lydabsorpsjonsklasse A i kombinasjon med veggabsorbenter. Arealbehovet for veggabsorbenter vil avhenge av møbleringsløsning, deriblant eventuell bruk av polstrede stoler, men som utgangspunkt kan det legges til grunn et omfang tilsvarende cirka 20 % av gulvarealet.

4.4.6 Kontorer og møterom

I tillegg til rom som får endret planløsning er det generelt lagt til grunn at kontorer med mer enn én arbeidsplass og kontorer/møterom som skal brukes til videomøter med høyttaler og rommikrofon (ikke headset) må vurderes for romakustiske tiltak.

Preakseptert grenseverdi for etterklangstid i kontorer og møterom er relatert til rommets høyde og ligger på $0,20 \times h$. Grenseverdien kan i mange tilfeller tilfredsstilles med en heldekkende himling med lydabsorpsjonsklasse A.

Avhengig av type og mengde møbler i rommene, vil det i tillegg kunne være nødvendig med veggabsorbenter (10-15 % av gulvareal) for å tilfredsstille grenseverdien.

I møterom skal kunne brukes til videomøter vil det være behov for ekstra arealer absorbenter spredt på vegg, ettersom kravet da er skjerpet (0,16 x h). Et utgangspunkt for omfang veggabsorbenter kan være cirka 20 % av gulvarealet.

4.4.7 Billettkontor

Krav til etterklangstid i billettkontor settes tilsvarende som for kontor, 0,2 x h. Grenseverdien kan tilfredsstilles med en heldekkende himling med lydabsorpsjonsklasse A. I tillegg må det være veggabsorbenter på vegg motstående luker. Dette for å sikre gode forhold for kommunikasjon med kunder/besøkende.

4.4.8 Garderober

Det er generelt lagt til grunn at garderober som får endret planløsning må vurderes for romakustiske tiltak.

Krav til etterklangstid i garderober settes tilsvarende som for kontor, 0,2 x h. Grenseverdien kan normalt tilfredsstilles med en heldekkende himling med lydabsorpsjonsklasse A.

Avhengig av type og mengde møbler i rommene, vil det i tillegg kunne være nødvendig med veggabsorbenter (10-15 % av gulvareal) for å tilfredsstille grenseverdien.

4.4.9 Trapperom

Preakseptert grenseverdi for etterklangstid i trapperom er 1,0 s. I nye trapperom må grenseverdi ivaretas. Generelle romakustiske tiltak i trapperom er som et minimum at det limes lydabsorberende plater med lydabsorpsjonsklasse B eller bedre i tak og under alle reposene. Type plater som kan benyttes er f.eks. 40 - 50 mm mineralullplater eller en nedforet 20 mm tykk systemhimling med gode mineralullabsorbenter (cirka 200 mm hulrom). Av de eksisterende trapperommene anbefales det å prioritere tiltak i trapp mellom verksted, magasin, kantine og bakscene/Lille scene ettersom dette vil redusere risiko for lydsmitte via trapperom.

4.4.10 Kommunikasjonsveier

Preakseptert grenseverdi for etterklangstid i kommunikasjonsveier er relatert til rommets høyde og ligger på 0,27 x h. For nye kommunikasjonsveier må kravet ivaretas.

Når det gjelder eksisterende kommunikasjonsveier er det angitt at ganger rundt scenehus gis prioritet. Dette gjelder i alle etasjer og begrunnes med at områdene trafikkeres hyppig, og at risiko for lydsmitte mot scenehus må

reduseres. Der det er romakustiske tiltak i dagens situasjon er disse planlagt fjernet for å eksponere den historiske hvelvede himlingen. Ideelt vil det romakustiske tiltaket være akustisk puss som bevarer det historiske uttrykket. Et budsjettalternativ er mineralullbaserte plater som direkte monteres og tilpasses form og uttrykk. Eksempel på produkt er Ecophon Solo 40 mm plater som kappes til ønsket format. Mulighet for skråskjæring av plater må undersøkes. Alternativt kan det vurderes synlig rettkant og plater som kun dekker plan del av himling. Det er vurdert at veggabsorbenter i gangene rundt scenehuset ikke er aktuelt da de både vil innskrenke bredde og være sårbare for fysisk belastning.

De romakustiske kravene til kommunikasjonsveier gjelder også i heiser. Ansvar for at heis tilfredsstiller de romakustiske kravene påhviler leverandøren.

4.4.11 Tekniske rom

Det foreligger ikke forskriftskrav til etterklangstid i tekniske rom. For å redusere lydnivå i teknisk rom kan man imidlertid med fordel montere absorbenter i himling og/eller på vegger. Med dette tiltaket vil lydkravet til skilleflatene i rommet potensielt kunne reduseres. Tiltak må vurderes når lydeffektdata for støyende utstyr i tekniske rom foreligger.

5 Lydnivå fra tekniske installasjoner

Grenseverdier for lydnivå fra tekniske installasjoner ivaretas i utgangspunktet av RIV og/eller teknisk leverandør. I utgangspunktet vil kravene i kap. 2.4 være aktuelle i alle bruksrom som omfattes av endringer i tekniske anlegg.

Særlig er det viktig å redusere støy fra tekniske installasjoner på scenene, se anbefalte grenseverdier i Tabell 2-6.

Det er utført forenklede støymålinger i eksisterende situasjon, både ved scenene og i utvalgte rom i øvrige publikums- og arbeidsarealer. Generelt ligger støynivåene over relevante grenseverdier i størsteparten av målingene.

Ved Store scene er det målt $L_{Aeq} = 35-36$ dB på parkett og balkong og $L_{Aeq} = 30$ dB på scenen fra ventilasjonsanlegget. Bakgrunnsstøy ved de samme målepunktene var henholdsvis $L_{Aeq} = 24-25$ dB og $L_{Aeq} = 33$ dB. Støy fra ventilasjonsanlegget har rentonekarakter med forhøyede nivåer rundt 400 Hz.

Ved Lille scene er det målt $L_{Aeq} = 29-30$ dB med ventilasjon påslått. Her er det imidlertid høyere bakgrunnsstøy grunnet vegtrafikkstøy ($L_{Aeq} = 28$ dB).

Ved Teaterkjelleren er det målt $L_{Aeq} = 35$ dB med ventilasjon påslått. Det er ikke målt bakgrunnsstøynivå, men det er grunn til å anta at dette ligger relativt lavt ettersom rommet ikke har fasade mot omgivelsene.

5.1 Heis

Heismaskineriet må monteres med vibrasjonsisolatorer for å unngå unødvendige vibrasjoner i trappehuskonstruksjonen.

Ansvarer for at støy fra heis tilfredsstiller kravene påhviler leverandøren. Det gjelder også krav for de romakustiske forholdene i heisen (se avsnitt 4.3.7 og 4.4.10).

5.2 Støy mot nabobygg

For å sikre tilfredsstillende støynivåer fra tekniske installasjoner på Den Nationale Scene mot nabobygg kan det være behov for demping av avkast/inntakskanaler m.m. for aggregater, samt skjerming av kjølemaskiner og lignende. Dette må vurderes i videre prosjektfaser.

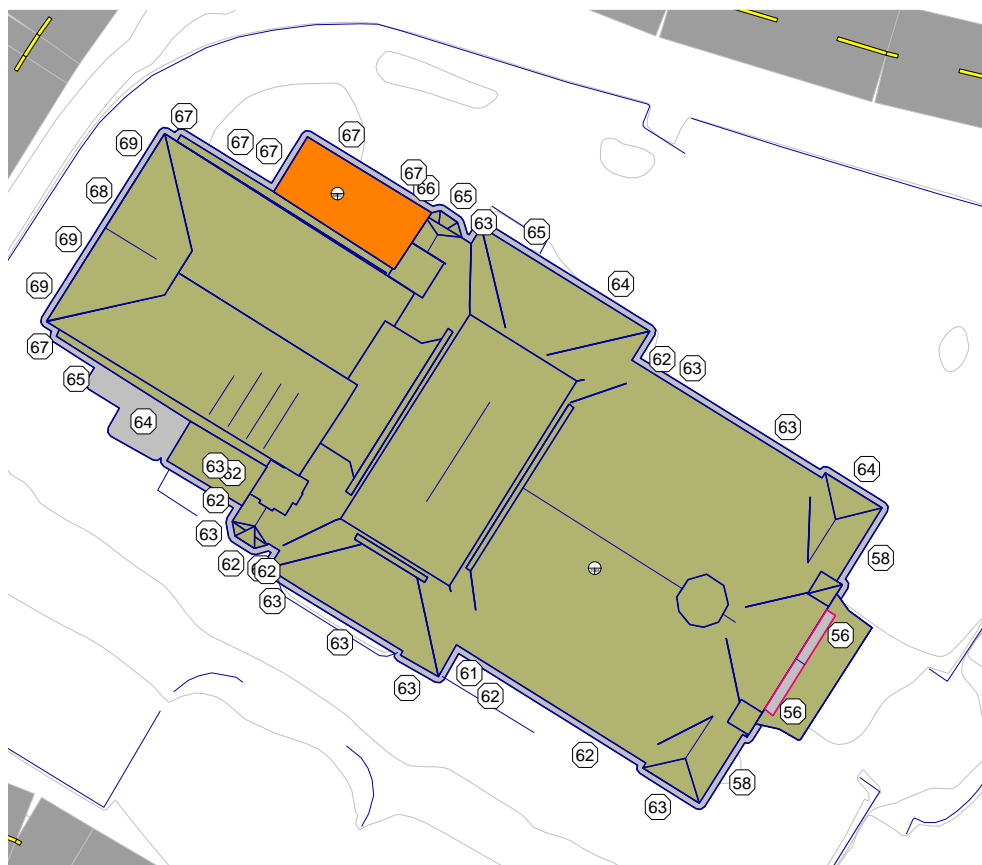
6 Fasadeisolasjon

Det er utført beregninger av støy fra vegtrafikk i programvaren CadnaA versjon 2023, som grunnlag for dimensjonering av fasadetiltak. Trafikktall, tungtrafikkandel og fartsgrenser er hentet fra Nasjonal vegdatabank (NVDB) 05.06.2024. Beregningene er utført med andre ordens refleksjoner. Det er benyttet akustisk myk mark i beregningene, unntatt på veger, der det er benyttet harde overflater. Der det er relevant er det lagt til grunn at veg er utført med brostein. Det er tatt hensyn til veienes helningsgradient i støyberegningene.

Det er alltid knyttet en viss usikkerhet til trafikkdataene og til andelen tunge kjøretøy. Imidlertid forutsetter det relativt store feil i trafikkmengdene for at det slår ut på de beregnede støyverdiene. For eksempel gir en fordobling/halvering av trafikkmengden en endring på +/- 3 dB på ekvivalent støynivå.

For beregning av ekvivalentnivåer for forskjellige perioder av døgnet er det nødvendig med tidsfordeling av trafikken. Det er benyttet typisk tidsfordeling for byveger iht. M-128⁴.

⁴ M-128: veilederen til Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging T-1442/2012



Figur 14 Høyeste fasadenivå (uavhengig av etasje), støy fra vegtrafikk. Nivå er beregnet 2 m fra fasade (inkl. refleksjon). Ekvivalent lydnivå i brukstid, $L_{Aeq,16h}$ (kl. 07-23).

6.1 Endringer eksisterende fasade

Det er planlagt å skifte enkelte vinduer i fasaden. Der dette er aktuelt er innendørs lydnivå fra vegtrafikkstøy vurdert ut fra beregnede fasadenivåer, og det er satt et lydkrav til nye vinduer. Dette er angitt i vedlagte lydplaner.

6.2 Ny Lille Scene

Ny Lille Scene vil ha fasadekonstruksjoner direkte mot scenerommet. Dette gjelder også dagens plassering av Lille Scene som ligger i etasjen under. Planlagt løsning med ny foajé utenfor Lille Scene gjør at dagens yttervegg blir en skillevegg mellom Lille Scene og foajé. Dette medfører at taket i praksis blir dominerende kilde for innendørs nivå fra utendørs støykilder. Sammenlignet med dagens situasjon vil tilbygget med foajéen medføre at taket over Lille Scene er mer skjermet for støy fra vegtrafikk. Overordnede beregninger viser at en kan forvente 4-6 dB lavere støynivå utenfor tak med planlagt løsning. Det vurderes dermed at støy fra vegtrafikk vil være betydelig lavere med planlagt løsning enn det som i dag er situasjonen i malersalen. Samtidig vil en også ha en ny situasjon med strukturlyd fra nedbør mot takoverflate. Det er ikke utført støymålinger i situasjoner med nedbør.

Det er gjort undersøkelser av eksisterende oppbygging av tak. Taket er en lett, uisolert konstruksjon med takpanner, sløyfer/lekter og undertak over 135 mm hulrom med 22 mm sutak og 20 mm puss innvendig. Det er også utført måling av oppbygging av takvinduer. Det er to sjikt med vinduer der øverste del stikker opp fra taket og nederste del ligger i flukt med innvendig del av taket (se Figur 15). Utvendige vinduer er 6 mm enkeltglass. Innvendige vinduer er folierte og lot seg ikke måle med lasermåler. Ut fra tester med banking vurderes det som sannsynlig at vinduene består av tunge, laminerte glass. Det vurderes at vindusfeltene trolig har høyere lydisolasjon enn takkonstruksjonen. Lydisolerende tiltak på takkonstruksjonen vil være komplisert (vernehensyn, bæring, bygningsfysikk) og vil gi dårlig kost/nytte ettersom støynivåene innendørs uansett vil reduseres vesentlig fra dagens situasjon. Det må likevel påregnes at særlig støyende hendelser som utrykninger og maksnivåer fra tyngre kjøretøy og motorsykler vil være hørbare.



Figur 15 Foto av utvendig og innvendig del av takvinduer i Malersalen (ny Lille Scene).

Bilag A 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. |
| $R_w + C_{tr}$ | Laboratoriemålt veid lydreduksjonstall korrigert for standard veitrafikkspektrum. |
| $L_{n,w}$ | 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. |
| T | Etterklangstid er den tiden det tar for lydtrykknivået å avta 60 dB etter at lydkilden er stoppet. |
| T_h | Etterklangstid relatert til rommets gjennomsnittlige høyde h . |
| α | Lydabsorpsjonsfaktor er en faktor som beskriver i hvilken grad et materiale er lydabsorberende, og som angis som et ubenevnt tall mellom 0 (reflekterende) og 1 (absorberende). |
| $\bar{\alpha}$ | Midlere lydabsorpsjonsfaktor , middelerverdi over alle rommets flater |
| $L_{p,AT}$ | A-veid ekvivalent støynivå $L_{p,AT}$ er et mål på det gjennomsnittlige (energimidlede) nivået for varierende støy over en bestemt tidsperiode T . Ekvivalentnivå gjelder for en viss tidsperiode T , f.eks. 1/2 time, 8 timer, 24 timer. |
| $L_{p,AF,max}$ | A-veid maksimalt lydnivå er det maksimale lydnivå som (kan) registreres for eksempel i forbindelse med en maskin eller et anlegg. Størrelsen er en øyeblikksverdi. For anlegg som avgir jevn kontinuerlig støy (for eksempel ventilasjonsanlegg) er det ikke uvanlig at ekvivalentnivå og maksimalnivå er tilnærmet likt. |
| L_{den} | A-veid ekvivalente støynivå for dag-kveld-natt (day-evening-night) med 10 dB og 5 dB ekstra tillegg på henholdsvis natt og kveld. Tidspunktene for de ulike periodene er dag: 07-19, kveld: 19-23 og natt: 23-07. |

L_{SAF} **A-veide nivå** målt med tidskonstant "Fast" på 125 ms som overskrides av 5 % av hendelsene i løpet av en nærmere angitt periode, dvs. et statistisk maksimalnivå i forhold til antall hendelser.

Lydklasse for dører

Lydklassifisering for dører har tidligere fulgt standarden NS 3150 der dører klassifiseres med lydklasse 25 dB, 30 dB, 35 dB og 40 dB. I NS 8175:2012 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.

Feltemålte 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 feltemålt verdi. I tillegg kan feltemålt verdi være en "sum" for en flate der forskjellige elementer inngår. Krav til vegger settes til feltemålt 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 vil si en tilleggisolering av dekkekonstruksjonen for å øke luftlydisolasjonen i skilledekket, for eksempel i form av 2 lag gipsplater opphengt elastisk i lydbøyler, nedforet minimum 70 mm fra dekket, elastisk fuget mot omkringliggende vegger og hulrom fylt med mineralull.

En lydabsorberende himling vil si en himling bestående 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.

Bilag B Støy ifbm tekniske installasjoner

Elektro

Elektroinstallasjoner er vanligvis ikke problematisk for de akustiske forholdene i bygget. Noen momenter er likevel viktige å poengtere.

Skjult installasjon i vegger med høye krav til lydisolasjon ($R'_w > 45$ dB) må gjøres med omhu. Koblings- og kontaktbokser må ikke plasseres direkte ovenfor hverandre på hver side av veggen, men plasseres forskjøvet og trekkør må tettes med fugemasse etter at ledningene er lagt. Viser også til kapittel 4 i Byggforsks byggdetaljblad 421.431 "Lydisolering av gjennomføringer".

Heis

For å unngå støy fra heiser er det en betydelig fordel om heissjakter bygges mest mulig frittstående. I tillegg må heismaskineriet monteres med vibrasjonsisolatorer, med krav om minimum 95 % isolasjonsgrad ved rotasjonsfrekvens.

I oppholds- og soverom mot heissjakten må det bygges en utforet lettvegg utenfor selve heissjakten for å unngå forplantning av støy fra heis og maskineri inn i rommene. Innvendig i oppholds- og soverom anbefales montert 70 mm separat stender med ett lag gips og hulrom fylt med mineralull.

Selv om heisleverandøren har dokumentasjon på at støynivået skal bli lavere enn kravet, så viser det seg likevel at dette ofte ikke er realiteten, enten på grunn av feil installering, eller rett og slett fordi støynivået øker over tid på grunn av slitasje. Heisskinner boltes normalt direkte i betongvegg, noe som også kan gi strukturlyd.

VVS

VVS, da spesielt ventilasjonsinstallasjoner, er vanligvis de mest problematiske i bygg.

Aggregatene må utstyres med tilstrekkelig dimensjonert lyddempere slik at støyen ikke forplanter seg fra disse ut til bruksrommene. I tillegg må det påses at lufthastigheten i ventiler er lav nok til at ventilenes egenstøy ikke blir for høy. Det anbefales at lufthastigheten i ventilasjonskanaler ikke overskrider verdiene som vist i Tabell 6-1:

Tabell 6-1 Anbefalt maksimal lufthastighet i ventilasjonskanaler

| Lufthastighet (ms) i | $L_{p,AT} \leq 25 \text{ dB}$ | $L_{p,AT} \leq 30 \text{ dB}$ |
|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Hovedkanaler | 4,5 | 5,0 |
| Avgreningskanaler | 3,5 | 4,5 |
| Endekanal | 2,0 | 2,5 |

I teknisk rom anbefales det en minimumsavstand fra aggregater til vegger for å unngå lavfrekvent akustisk kobling. For lette platevegger bør minimumsavstanden være så høy som 500 mm, for tunge konstruksjoner er 200 mm tilstrekkelig. I tillegg må alt vibrerende utstyr monteres elastisk mot bærende konstruksjoner, for å hindre utbredelse av vibrasjoner mot omliggende rom. Vibrerende/roterende utstyr må monteres med vibrasjonsisolatorer, med krav om minimum 95 % isolasjonsgrad ved rotasjonsfrekvens.

Leverandør av støyende og vibrerende utstyr må dokumentere lyd-/vibrasjonsegenskapene til utstyret.

Ventilasjonsrør må ikke perforere vegger med krav til lydisolasjon uten at det monteres tilstrekkelig med lyddempere. Gjennom vegger med høye krav til lydisolasjon ($R'_w > 50 \text{ dB}$) bør det ikke plasseres rør, for å sikre at veggens lydisolasjonsevne opprettholdes.

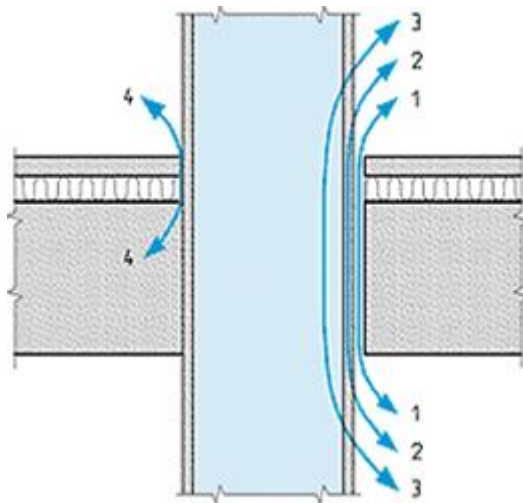
Kanaler/rør som føres gjennom lydvegger må vibrasjonsisoleres med fleksible mansjetter/gummikompensatorer.

For å unngå støy fra aggregatene til uteområder/utenfor byggets egne vinduer eller nabobyggs vinduer, må luftinntak og -avkast utstyres med lyddempere som demper aggregatstøyen. Kjølemaskiner eller andre støyende enheter som eventuelt plasseres frittstående på tak må enten skjermes inn eller en **må** spesifisere lave nok støykrav til maskinen i anbudsbeskrivelsen.

Det kan være en fordel å sette et prosjektkrav, eller en målsetning, om maksimalt ekvivalent A-veid lydtryknivå i teknisk rom for ventilasjonsinstallasjoner på $L_{pA} \leq 75 \text{ dBA}$. Dette for å redusere behovet for lydisolasjon rundt tekniske rom og dermed unngå eventuelle nedførede himlinger og påstøp på dekker.

Viser også til Byggforsks byggdetaljblad 552.306 "Støy i rom fra ventilasjonsanlegg", 553.181 "Støy fra vanntilførselsnett" og 553.182 "Støy fra avløpsinstallasjoner", samt 421.431 "Lydisolering av gjennomføringer".

Bilag C Lydtetting i gjennomføringer



Figuren over er hentet fra Byggforsks byggdetaljblad 421.431 "Lydisolering av gjennomføringer", og gir en oversikt over ulike lydoverføringsveier ved gjennomføringer i en dekkekonstruksjon. Man har som vist i hovedsak fire ulike lydoverføringsveier:

1. Gjennom utettheter (lekkasjetap).
2. Gjennom kanalvegger o.l. (flankettransmisjon).
3. Gjennom hulrom i kanaler og rør til ev. åpninger mot rom.
4. Gjennomføringen fører til "kortslutning" av flytende gulv eller dobbeltvegg.

Generelt kan det sies at for å oppnå gode lydisolerende egenskaper må konstruksjonene være lufttette. Det er viktig å unngå at man får sprekker, som kan oppstå i utette overganger mellom bygningsdeler, og hull i forbindelse med gjennomføringer av ulike tekniske installasjoner. Hull til gjennomføringer bør ikke være større enn nødvendig.

Kanalvegger har ofte lav flatemasse og settes dermed lett i svingninger. Dersom kanalveggen i ett rom settes i svingninger kan det dermed avstråles lyd til neste rom via kanalvegg. Kanalvegger i vann- og avløpsrør har ofte små flater og vil vanligvis ikke påvirke lydoverføringen mellom ulike rom i særlig grad for lydisolasjon $R_w \leq 50$ dB.

Overføring gjennom hulrom i kanaler og rør kan skje for eksempel via felles elrør eller ventilasjonskanaler mellom to rom. For ventilasjonskanaler må det benyttes tilpassede lydfeller.

Gjennomføringer i doble konstruksjoner kan kortslutte sidene og dermed gi en mekanisk kobling mellom to uavhengige bygningskomponenter. Det er derfor meget viktig at man unngår stiv kontakt mellom to slike uavhengige bygningskomponenter via gjennomføringer. Dette innebærer blant annet bruk av vibrasjonsisolerte klammer, fleksible hylser, mansjetter o.l.

I tilfeller hvor man har lydisolerende himling er det viktig at man unngår bruk av innfelte lysarmaturer o.l. da dette reduserer himlingens lydisolerende egenskaper. Det anbefales at man unngår bruk av innfelte lysarmaturer, alternativt må lysarmaturen kasses inn.

Bilag D Tettemetoder

Tabell 6-2 Tettemetoder for radiatorrør. For skillevegger med lydkrav høyere enn R'_w 44 dB må man være spesielt oppmerksom på at man må unngå stiv kobling mellom de to veggsideene.

| Radiatorrør | |
|----------------|--|
| Lydkrav | Utførelse |
| $R'_w = 37$ dB | Radiatorrør føres gjennom skillevegg. Det fugetettes rundt rørene. |
| $R'_w = 44$ dB | Gjennomføring utføres som for 37 dB. I tillegg monteres klammer på rørene nært skilleveggen for å dempe rørvibrasjonene. Klammer skal være stramme med foring. |
| $R'_w = 48$ dB | Gjennomføring i vegg utføres med elastisk neoprenkappe e.l. som monteres rundt rør i veggen og fugetettes på utsiden. Rørene festes med klammer som for 44 dB. Dersom radiatorrøret føres over himling eller i tett brystningskasse kan rørføringen utføres som for 37 dB. |
| $R'_w = 55$ dB | Gjennomføringer i skillevegg unngås om mulig. Ellers utføres gjennomføringen som for 48 dB. Eventuelt kan spesialforinger benyttes. |
| $R'_w = 60$ dB | Gjennomføringer i skillevegg unngås om mulig. Ellers legges gjennomføringen over tett lydisolerende himling. |

Tabell 6-3 Tettemetoder for sprinklerrør og EL-rør. For skillevegger med lydkrav høyere enn R'_w 44 dB må man være spesielt oppmerksom på at man må unngå stiv kobling mellom de to veggsideene.

| Sprinklerrør og EL-rør | |
|------------------------|--|
| Lydkrav | Utførelse |
| $R'_w = 37$ dB | Rør føres gjennom skillevegg. Det fugetettes rundt rørene. |
| $R'_w = 44$ dB | Gjennomføring utføres som for 37 dB. I tillegg monteres klammer på rørene nært skilleveggen for å dempe rørvibrasjonene. Klammer skal være stramme med foring. |
| $R'_w = 48$ dB | Gjennomføring over himling eller inn fra korridor. Utføres som for 37 dB. Alternativt kan gjennomføring i vegg utføres elastisk i veggen og fugetettes på utsiden. Rørene festes med klammer som for 44 dB. |
| $R'_w = 55$ dB | Gjennomføringer i skillevegg unngås om mulig. Gjennomføringer over tett lydisolerende himling eller inn fra korridor. Utføres som for 37 dB. Alternativt kan gjennomføring i vegg utføres elastisk i veggen og fugetettes på utsiden. Rørene festes med klammer som for 44 dB. |
| $R'_w = 60$ dB | Gjennomføringer i skillevegg bør unngås om mulig. Ellers utføres gjennomføringen som for 55 dB med spesiell tilpasning. |

Tabell 6-4 Tettemetoder for brystningskanaler. For skillevegger med lydkrav høyere enn R'_w 44 dB må man være spesielt oppmerksom på at man må unngå stiv kobling mellom de to veggsideene.

| Brystningskanaler | |
|-------------------|--|
| Lydkrav | Utførelse |
| $R'_w = 37$ dB | Kanal føres gjennom skillevegg. Det fuges rundt kanal. Lydstaver med lengde 250 mm monteres i kanal på en side av skilleveggen. |
| $R'_w = 44$ dB | Kanalen deles inne i skilleveggen. Det monteres 250 mm lydstaver på begge sider. Ellers som for lydklasse 37 dB. |
| $R'_w = 48$ dB | Kanal avsluttes mot skilleveggen. Gjennomføringer i rør som monteres i veggen fugetettes etter at kabel er montert (fuges rundt kabel i rør). |
| $R'_w = 55$ dB | Gjennomføringer i skillevegg bør unngås. Dersom gjennomføringer er uunngåelig utføres denne som for 48 dB. I tillegg monteres lydstaver med lengde 250 mm mot vegg på begge sider. |

Tabell 6-5 Tettemetoder for EL-bokser og skjult anlegg. For skillevegger med lydkrav høyere enn R'_w 44 dB må man være spesielt oppmerksom på at man må unngå stiv kobling mellom de to veggsideene.



| Bokser og skap for skjult anlegg | |
|----------------------------------|---|
| Lydkrav | Utførelse |
| $R'_w = 37$ dB | Dersom bokser eller skap monteres rett overfor hverandre i skilleveggen må det fugetettes mellom boks/skap og veggplate. Innfelte skap skal ha avstand på min 30 mm fra motsatt veggplate. Hulrommet mellom skap og veggplate fylles med mineralull. Gjennomføringer av el-rør utføres som for sprinklerrør. |
| $R'_w = 44$ dB | Som for 37 dB, men med omhyggelig fugging. |
| $R'_w = 48$ dB | Som for 37 dB. Innfelte bokser og 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 (men dette kan fravikes i spesielle tilfeller). Dersom el-bokser må monteres rett overfor hverandre i samme skillevegg skal det monteres en ekstra gipsplate med dimensjon 600 x 800 mm inne i veggen mellom boksene. Gipsplaten settes mellom stendere. |
| $R'_w = 55$ dB | Innfelling i skillevegg bør unngås. Eventuell montasje utføres som for 48 dB. Veggplater montert på separate stendere må ikke kortsluttes med rør, kabler eller skap. |
| $R'_w = 60$ dB | Innfelt montasje i skillevegg unngås. |

Tabell 6-6 Tettemetoder for VVS-anlegg. For skillevegger med lydkrav høyere enn R'_w 44 dB må man være spesielt oppmerksom på at man må unngå stiv kobling mellom de to veggsideene.

| Kanaler for VVS-anlegg | |
|------------------------|--|
| Lydkrav | Utførelse |
| $R'_w = 37$ dB | Kanal kan føres gjennom skillevegg. Det skal fugetettes rundt kanal. Ventiler skal ha akustisk demping. |
| $R'_w = 44$ dB | Som for 37 dB. Lyd via kanal - overhøring - må kontrolleres med hensyn til ventil og kanalnett. |
| $R'_w = 48$ dB | Kanal føres gjennom skillevegg over systemhimling og brytes inne i skilleveggen ved bruk av skjøtenippel med gummipakning. Det må kontrollberegnes med hensyn til behov for lydfelle. Det skal fugetettes rundt kanal. |
| $R'_w = 55$ dB | Gjennomføringer føres fra horisontal sjakt, eventuelt fra korridor. Ventiler skal være dempet og i tillegg utført med tilpasset lyddemper. Lengden av lyddemper avhenger av rørdimensjon og bør kontrollberegnes mot ønsket dempingsverdi. |

Bilag E Lydplan Lille scene

Lydkrav vegg









| | |
|---|-----------------|
|  | Påforing 200 mm |
|  | R'w ≥ 37 dB |

Lydkrav dører Rw [dB]

| | |
|---|---|
|  |  |
|---|---|

Lydkrav gitt i lydplanene må sees i sammenheng med detaljer i akustikkrapport.

- 1** Krav til etterklangstid er typisk 0,2 x h (gj.snittlig romhøyde). Heldekkende himlingsabsorbent (unntatt overlys) og absorbentfelt på vegger.

-  Musiker
-  Publikumsareal
-  Publikumstrapp
-  Scene og scenefunksjoner
-  Skuespillere
-  Teknisk/drift
-  WC ansatte
-  WC publikum

Av hensyn til enkel dør inn til scenehus og støysensitive rom/studio i gang anbefales det å etablere sluse her for å skille publikumsområdet fra scene-/arbeidsområdet

Tverrsnitt AA

Tverrsnitt CC

mellom 0 - 3 etasje

mulig plassering vareheis 1-3 etasje

Snitt 1-1

Tverrsnitt AA

Tverrsnitt BB

Tverrsnitt CC

Tverrsnitt DD

Bilag F Lydplaner øvrige arealer

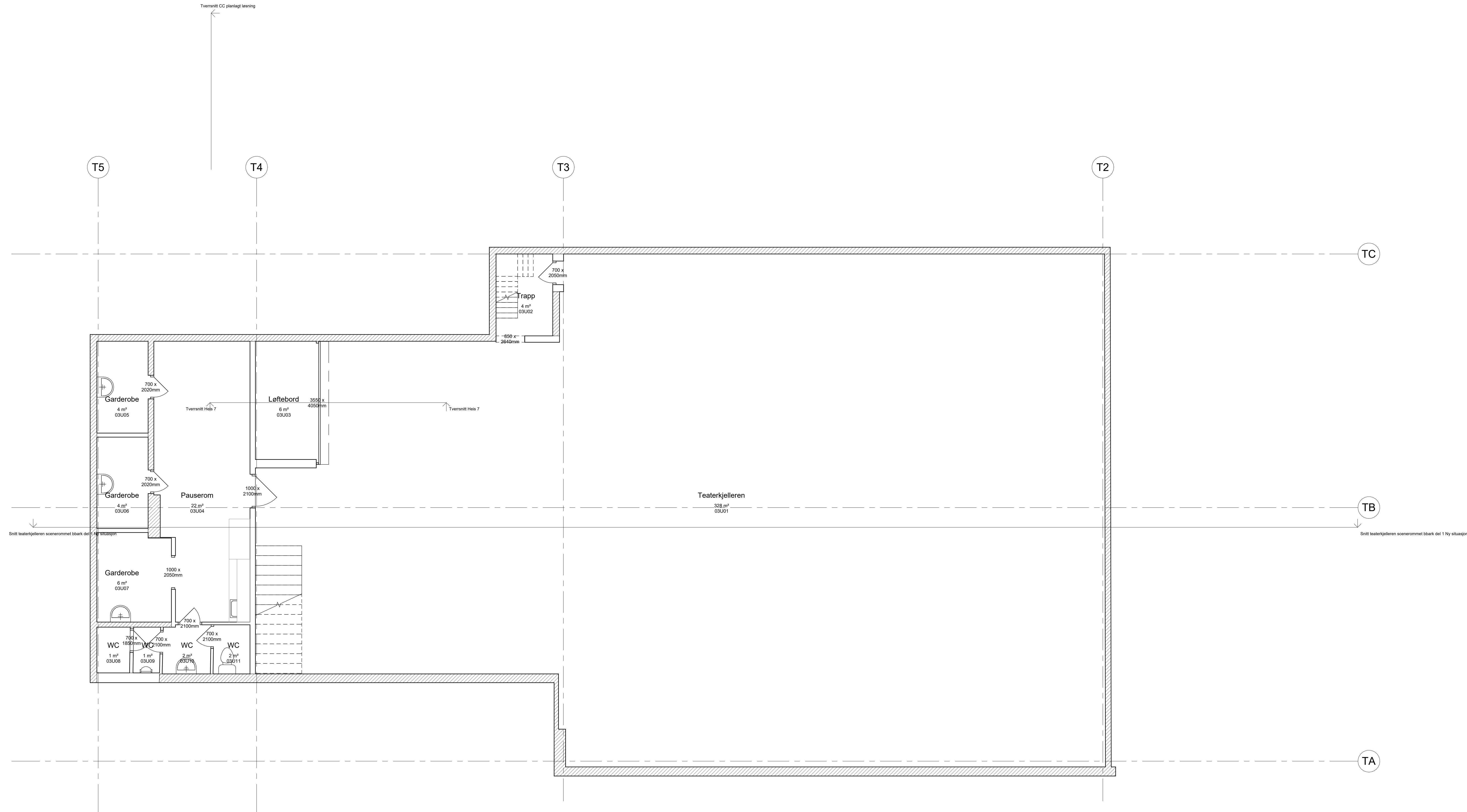
Lydkrav til vegger og glassfelt. Feltmålt verdi.

| | | |
|--|----------------|----------|
| | R _w | 24 dB |
| | R _w | 34 dB |
| | R _w | 37 dB |
| | R _w | 44 dB |
| | R _w | 48 dB |
| | R _w | 52 dB |
| | R _w | 55 dB |
| | R _w | 60 dB |
| | | Uavklart |

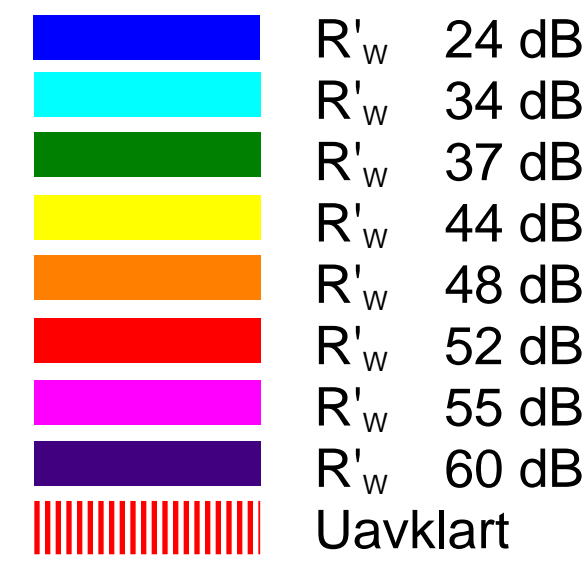
Lydkrav til dører, løbmålt verdi: R_w

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| 28 | 33 | 38 | 43 | 48 |
|----|----|----|----|----|

Lydkrav gitt i lydplanene må sees i sammenheng med detaljer i akustikkrapport.



Lydkrav til vegger og glassfelt. Feltmålt verdi.



Lydkrav til dører, labmålt verdi: R_w



Lydkrav gitt i lydplanene må sees i sammenheng med detaljer i akustikkrapport.

Tverrsnitt BB planlagte løsning

Tverrsnitt CC planlagte løsning

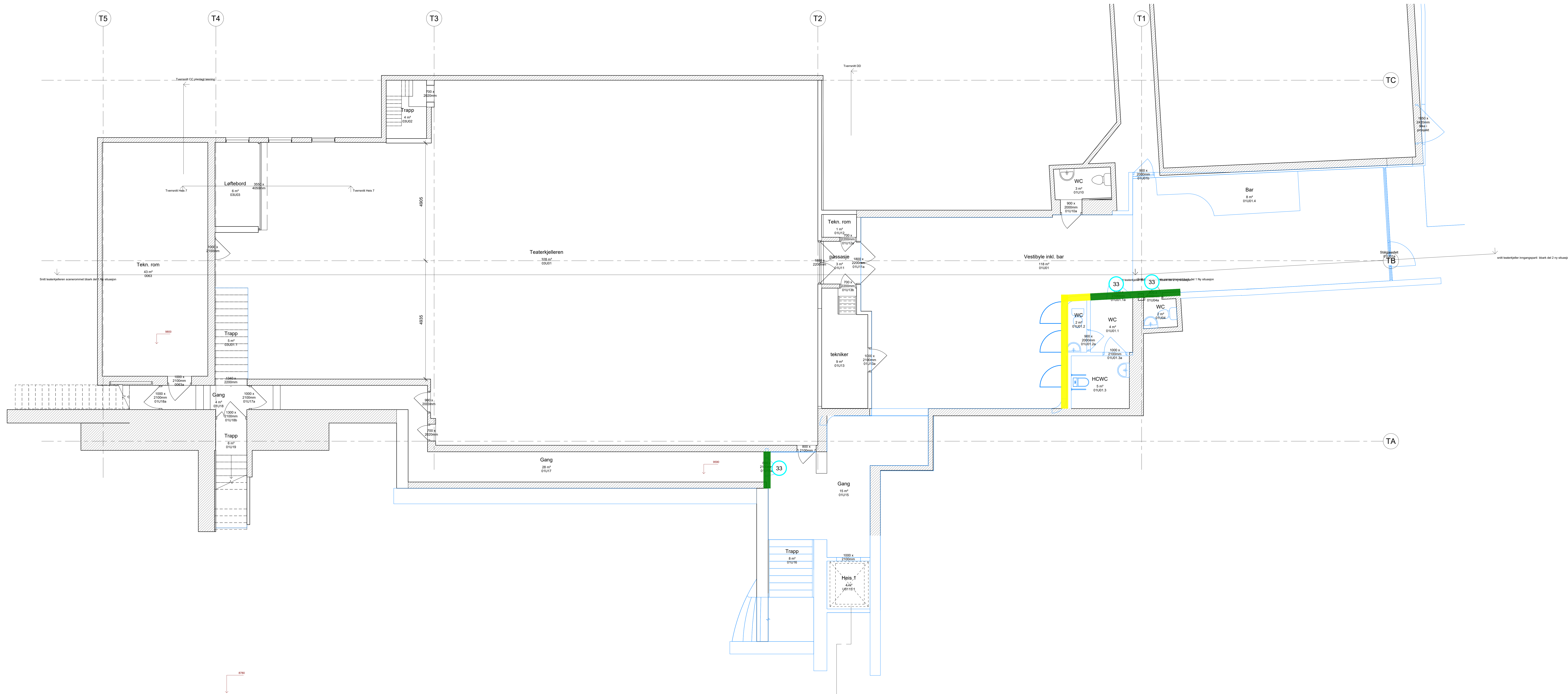
Lydkrav til vegger og
glassfelt. Feltmålt verdi.

| | | |
|--|----------------|----------|
| | R _w | 24 dB |
| | R _w | 34 dB |
| | R _w | 37 dB |
| | R _w | 44 dB |
| | R _w | 48 dB |
| | R _w | 52 dB |
| | R _w | 55 dB |
| | R _w | 60 dB |
| | | Uavklart |










Lydkrav til dører,
løbmålt verdi: R_w

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| 28 | 33 | 38 | 43 | 48 |
|----|----|----|----|----|

Lydkrav gitt i lydplanene må sees i
sammenheng med detaljer i
akustikkrapport.



Lydkrav til vegger og glassfelt. Feltnått verdi.

| | | |
|---|-----------------|----------|
|  | R' _w | 24 dB |
|  | R' _w | 34 dB |
|  | R' _w | 37 dB |
|  | R' _w | 44 dB |
|  | R' _w | 48 dB |
|  | R' _w | 52 dB |
|  | R' _w | 55 dB |
|  | R' _w | 60 dB |
|  | | Uavklart |

Lydkrav til dører, laubmått verdi R_w

28 33 38 43 48

Lydkrav gitt i lydplanene må sees i sammenheng med detaljer i akustikkrapport.

Normale energiglass med R_w + C_{tr} = 29 dB vil ivareta krav til støy fra vegtrafikk innendørs

Lydkrav settes når lydeffektdata for heis foreligger

Lydkrav settes når lydeffektdata for støyende utstyr i vaskeri foreligger

Hva planlegges her?
Åpent/vegg/dør?










Lydkrav må settes når lydeffektdata for heis foreligger

COWI

DNS
Lydplaner

dato: 18.06.2024
tegnet av: ERBO
kontrollert av: BST

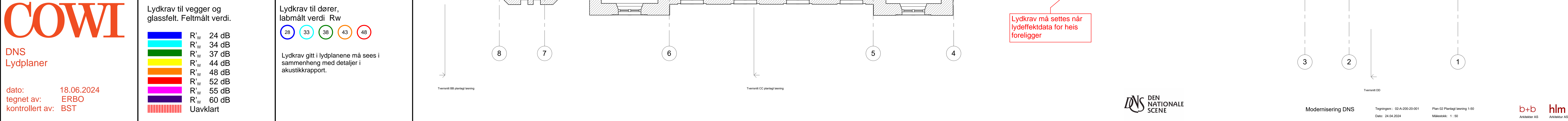
Lydkrav til vegger og
glassfelt. Feltmålt verdi.

| | | |
|---|----------------|-------|
|  | R _w | 24 dB |
|  | R _w | 34 dB |
|  | R _w | 37 dB |
|  | R _w | 44 dB |
|  | R _w | 48 dB |
|  | R _w | 52 dB |
|  | R _w | 55 dB |
|  | R _w | 60 dB |
|  | Uavklart | |










Lydkrav til dører,
labmålt verdi R_w

28 33 38 43 48

Lydkrav gitt i lydplanene må sees i
sammenheng med detaljer i
akustikkrapport.



Lydkrav til vegger og glassfelt. Feltmålt verdi.

| | |
|---|----------------------|
|  | R _w 24 dB |
|  | R _w 34 dB |
|  | R _w 37 dB |
|  | R _w 44 dB |
|  | R _w 48 dB |
|  | R _w 52 dB |
|  | R _w 55 dB |
|  | R _w 60 dB |
|  | Uavklart |

Lydkrav til dører, labmålt verdi R_w

28 33 38 43 48










Lydkrav gitt i lydplanene må sees i sammenheng med detaljer i akustikkrapport.

COWI

DNS
Lydplaner

dato: 18.06.2024
tegnet av: ERBO
kontrollert av: BST

Lydkrav til vegger og glassfelt. Feltmålt verdi.

| | |
|---|----------------------|
|  | R _w 24 dB |
|  | R _w 34 dB |
|  | R _w 37 dB |
|  | R _w 44 dB |
|  | R _w 48 dB |
|  | R _w 52 dB |
|  | R _w 55 dB |
|  | R _w 60 dB |
|  | Uavklart |

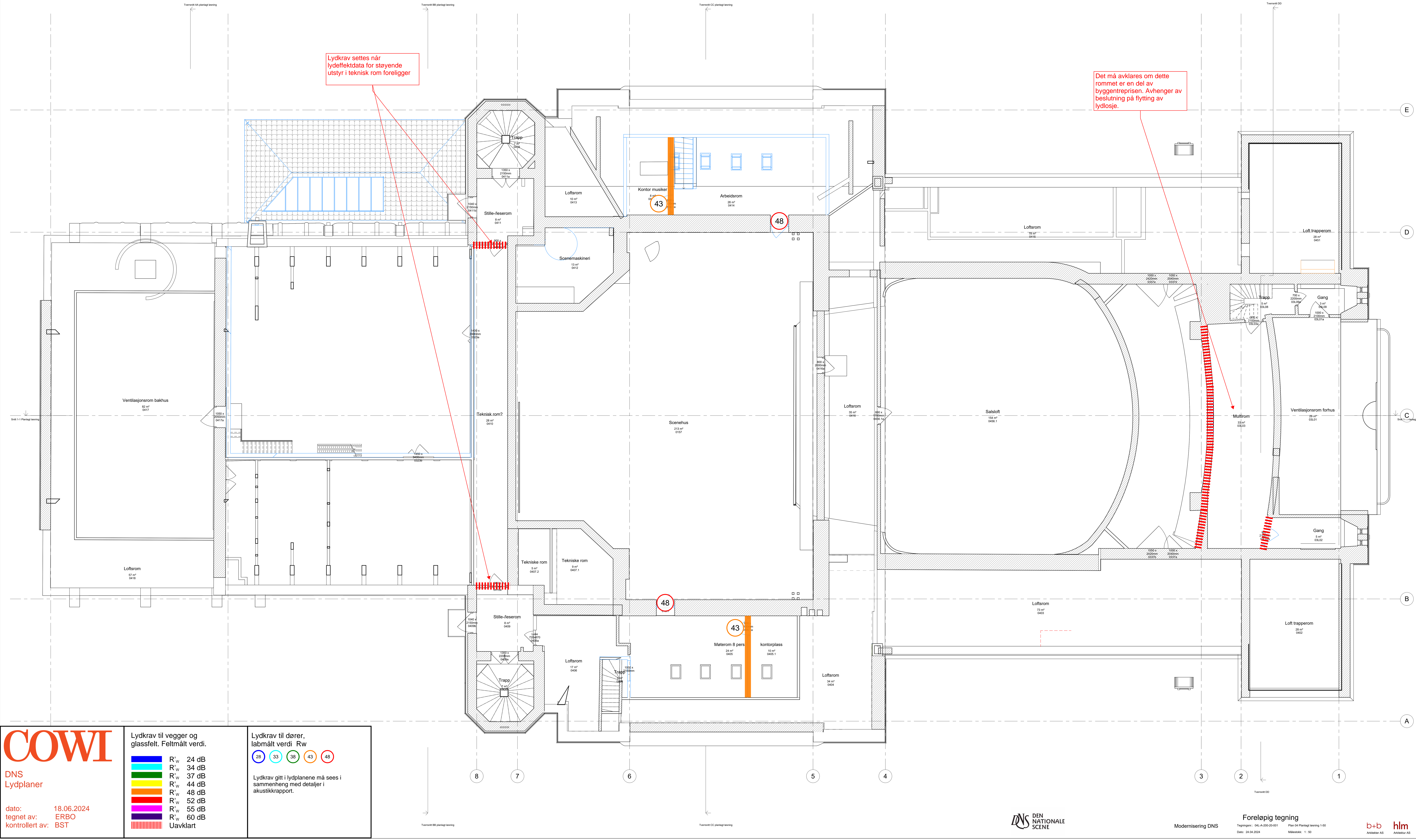
Lydkrav til dører, labmålt verdi R_w

28 33 38 43 48

Lydkrav gitt i lydplanene må sees i sammenheng med detaljer i akustikkrapport.

Det må avklares om dette rommet er en del av byggentreprisen. Avhenger av beslutning på flytting av lydlosje.

Lydkrav settes når lydeffektdata for støvende utstyr i teknisk rom foreligger



DNS
DEN NATIONALE
SCENE

Modernisering DNS

Foreløpig tegning

Tegningens: 04L-A-200-20-001 Plan 04 Planlagt løsning 1:50
Dato: 24.04.2024 Målestokk: 1:50

b+b

hlm

Arkitekt AS

Arkitekt AS

Lydkrav til vegger og glassfelt. Feltmålt verdi.

| | | |
|--|----------------|-------|
| | R _w | 24 dB |
| | R _w | 34 dB |
| | R _w | 37 dB |
| | R _w | 44 dB |
| | R _w | 48 dB |
| | R _w | 52 dB |
| | R _w | 55 dB |
| | R _w | 60 dB |
| | Uavklart | |

Lydkrav til dører, labmålt verdi R_w

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| 28 | 33 | 38 | 43 | 48 |
|----|----|----|----|----|

Lydkrav gitt i lydplanene må sees i sammenheng med detaljer i akustikkrapport.

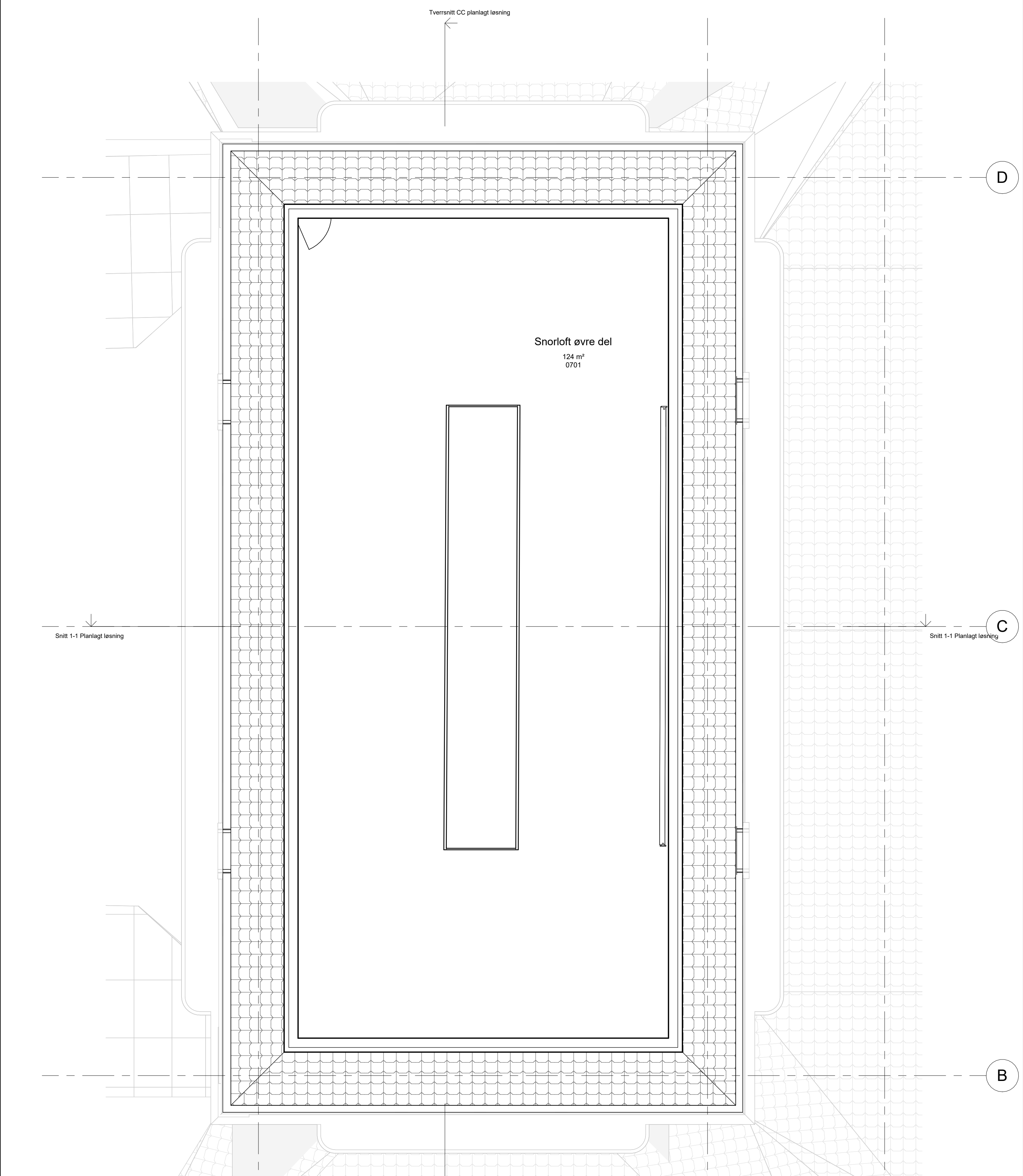
Lydkrav til vegger og glassfelt. Feltmålt verdi.

| | | |
|-------------|-----------------|-------|
| <div></div> | R' _w | 24 dB |
| <div></div> | R' _w | 34 dB |
| <div></div> | R' _w | 37 dB |
| <div></div> | R' _w | 44 dB |
| <div></div> | R' _w | 48 dB |
| <div></div> | R' _w | 52 dB |
| <div></div> | R' _w | 55 dB |
| <div></div> | R' _w | 60 dB |
| <div></div> | Uavklart | |

Lydkrav til dører, labmålt verdi R_w

- 28
- 33
- 38
- 43
- 48

Lydkrav gitt i lydplanene må sees i sammenheng med detaljer i akustikkrapport.



COWI

DNS
Lydplaner

dato: 18.06.2024
tegnet av: ERBO
kontrollert av: BST

Lydkrav til vegger og glassfelt. Feltmålt verdi.

| | | |
|--|-----|----------|
| | R'w | 24 dB |
| | R'w | 34 dB |
| | R'w | 37 dB |
| | R'w | 44 dB |
| | R'w | 48 dB |
| | R'w | 52 dB |
| | R'w | 55 dB |
| | R'w | 60 dB |
| | | Uavklart |

Lydkrav til dører, labmålt verdi Rw

28

33

38

43

48

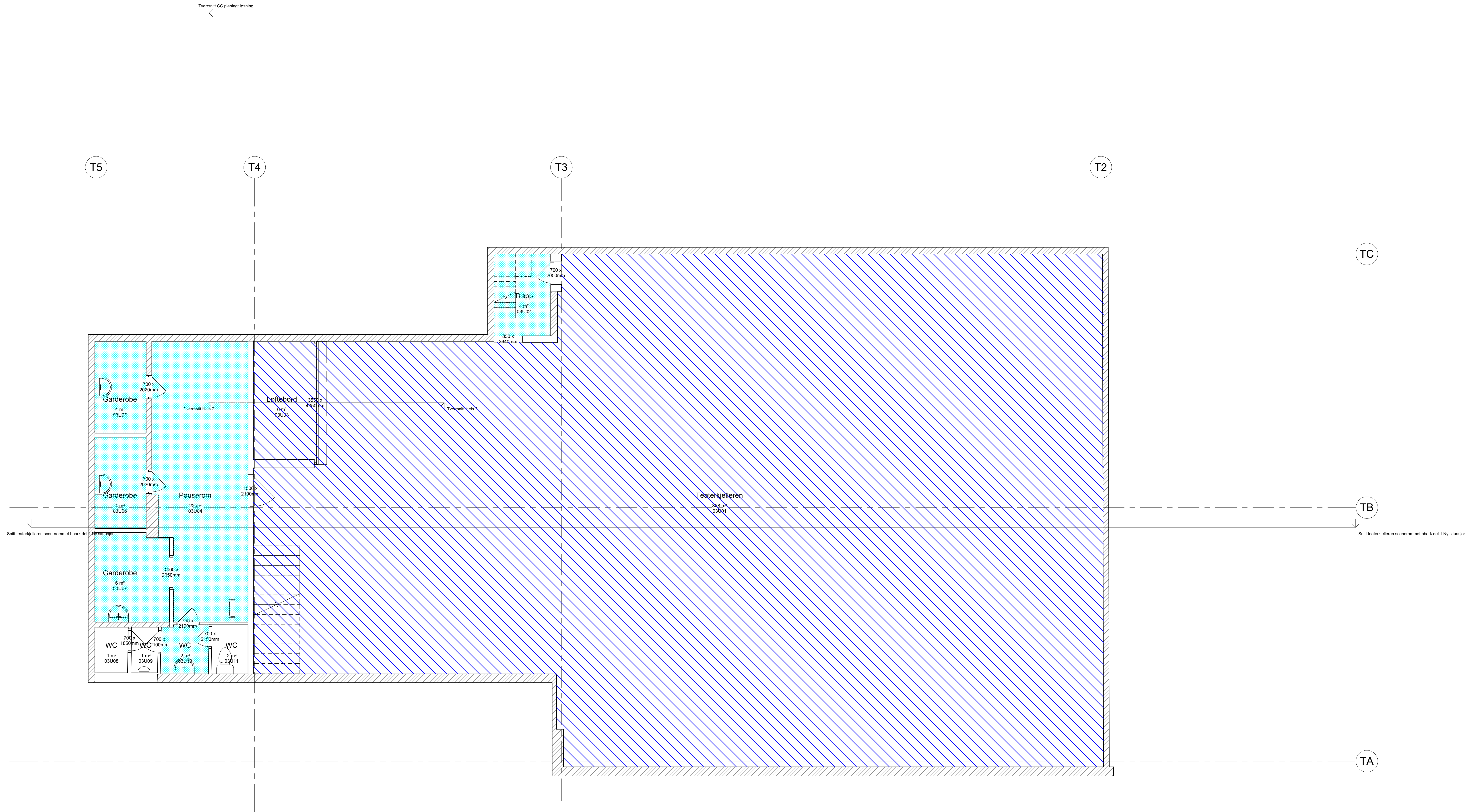
Lydkrav gitt i lydplanene må sees i sammenheng med detaljer i akustikkrapport.

p+b
Arkitekter AS

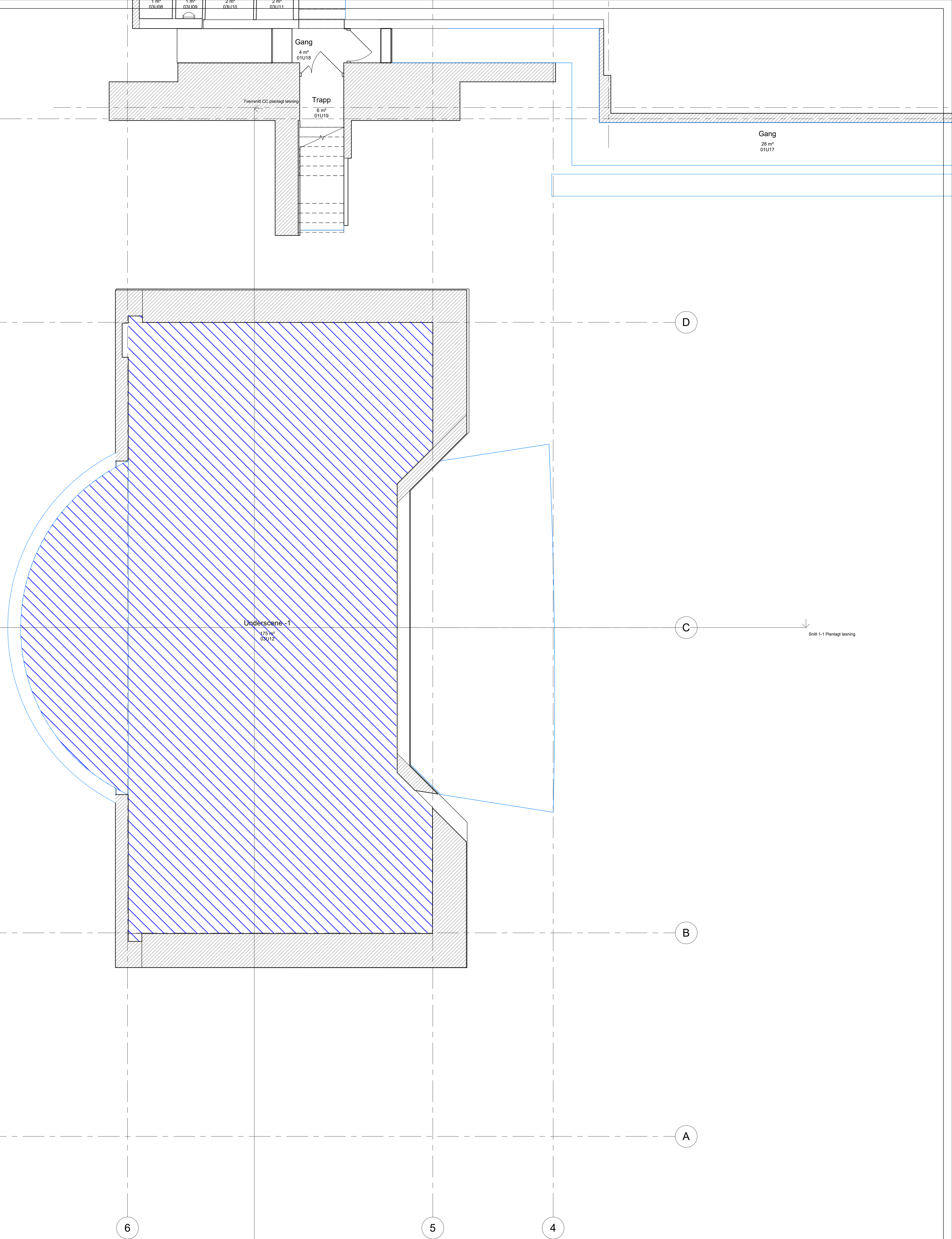
hlm
Arkitektur AS

Bilag G Planer romakustisk behandling

| Status romakustiske tiltak | |
|----------------------------|---|
| <div></div> | Tiltak skal utføres |
| <div></div> | Tiltak bør utføres, men prioriteres ikke |
| <div></div> | Rom vil normalt ha krav til romakustikk. Evt. tiltak må avklares |
| <div></div> | Romfunksjon må avklares |
| <div></div> | Scene/salong, tiltak vurderes spesielt |
| <div></div> | Behov for tiltak vil avhenge av støynivå fra teknisk utstyr i rommet. Må vurderes når støydata foreligger |



| Status romakustiske tiltak | | |
|----------------------------|--|---|
| <div></div> | Tiltak skal utføres | <div></div> Scene/salong, tiltak vurderes spesielt |
| <div></div> | Tiltak bør utføres, men prioriteres ikke | <div></div> Behov for tiltak vil avhenge av støynivå fra teknisk utstyr i rommet. Må vurderes når støydata foreligger |
| <div></div> | Rom vil normalt ha krav til romakustikk. Evt. tiltak må avklares | |
| <div></div> | Romfunksjon må avklares | |



Status romakustiske tiltak

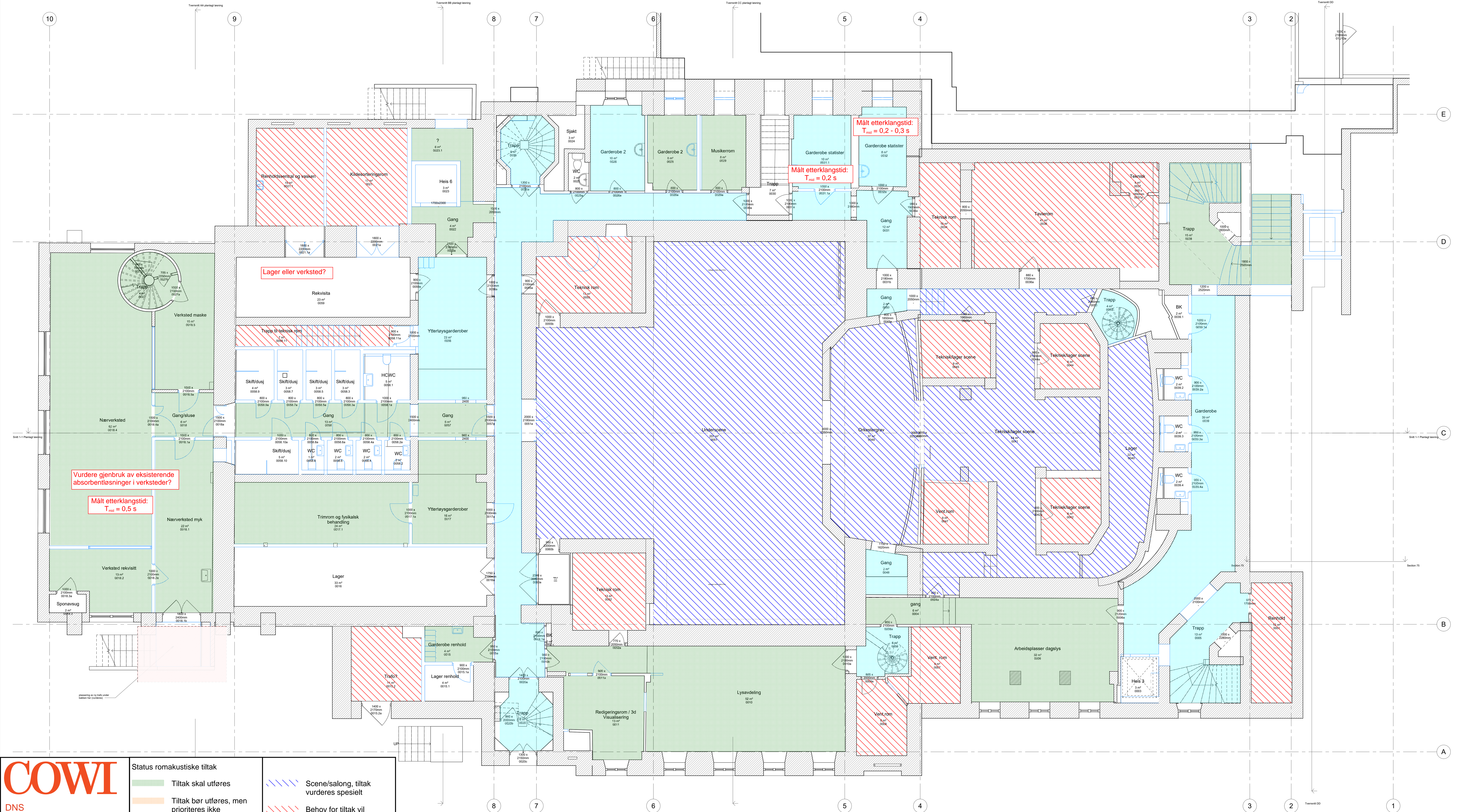
- Tiltak skal utføres
- Tiltak bør utføres, men prioriteres ikke
- Rom vil normalt ha krav til romakustikk. Evt. tiltak må avklares
- Romfunksjon må avklares

- Scene/salong, tiltak vurderes spesielt
- Behov for tiltak vil avhenge av støynivå fra teknisk utstyr i rommet. Må vurderes når støydata foreligger

Status romakustiske tiltak

- Tiltak skal utføres
- Tiltak bør utføres, men prioriteres ikke
- Rom vil normalt ha krav til romakustikk. Evt. tiltak må avklares
- Romfunksjon må avklares

- Scene/salong, tiltak vurderes spesielt
- Behov for tiltak vil avhenge av støynivå fra teknisk utstyr i rommet. Må vurderes når støydata foreligger



Status romakustiske tiltak

- Tiltak skal utføres
- Tiltak bør utføres, men prioriteres ikke
- Rom vil normalt ha krav til romakustikk. Evt. tiltak må avklares
- Romfunksjon må avklares

- Scene/salong, tiltak vurderes spesielt
- Behov for tiltak vil avhenge av støynivå fra teknisk utstyr i rommet. Må vurderes når støydata foreligger

Vurdering av romakustiske tiltak er avhengig av om luker mellom gang og billettkontor skal videreføres

Status romakustiske tiltak

- Tiltak skal utføres
- Tiltak bør utføres, men prioriteres ikke
- Rom vil normalt ha krav til romakustikk. Evt. tiltak må avklares
- Romfunksjon må avklares

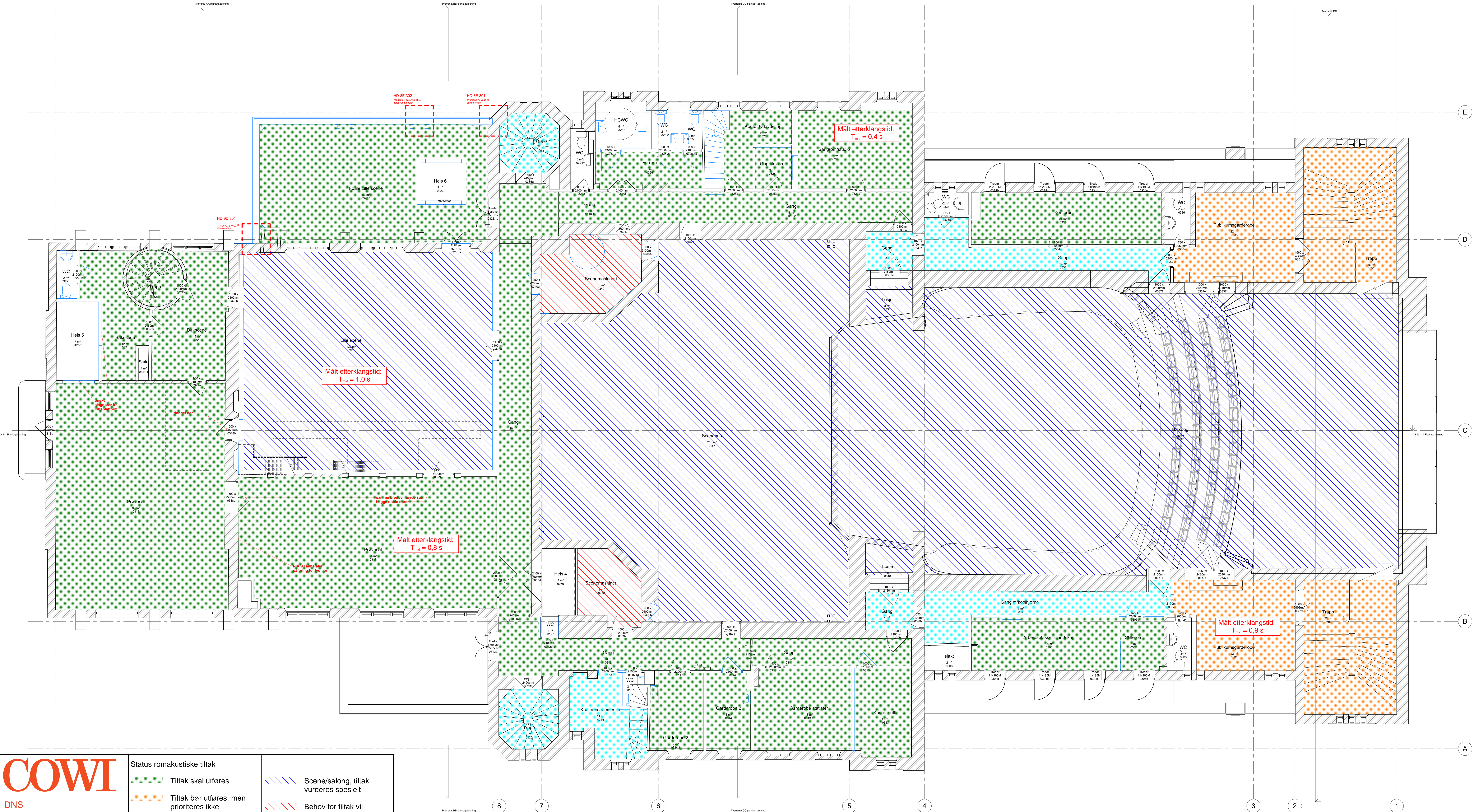
- Scene/salong, tiltak vurderes spesielt
- Behov for tiltak vil avhenge av støynivå fra teknisk utstyr i rommet. Må vurderes når støydata foreligger



No color scheme assigned to view



Status romakustiske tiltak

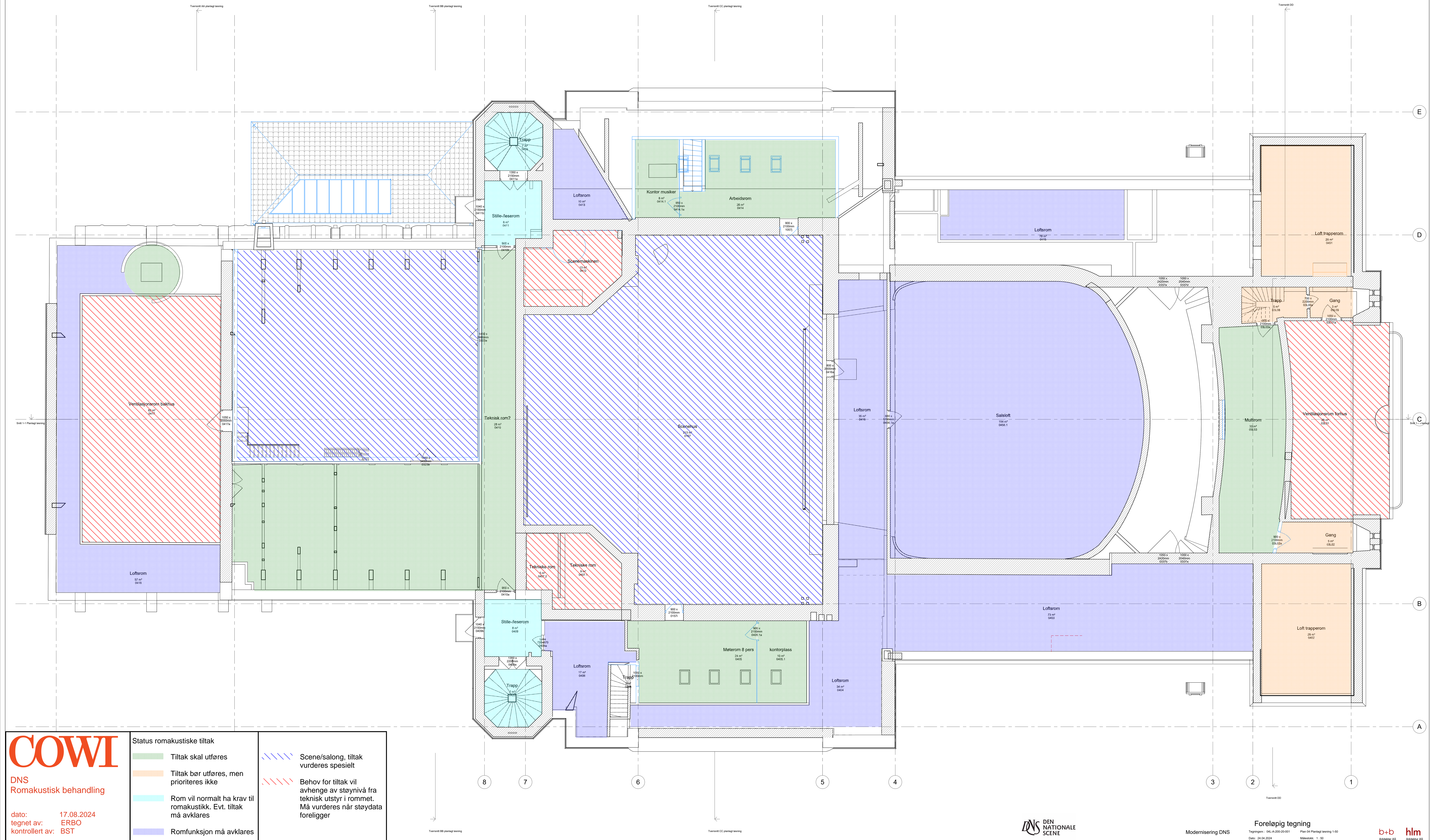
- Tiltak skal utføres
- Tiltak bør utføres, men prioriteres ikke
- Rom vil normalt ha krav til romakustikk. Evt. tiltak må avklares
- Romfunksjon må avklares







- Scene/salong, tiltak vurderes spesielt
- Behov for tiltak vil avhenge av støynivå fra teknisk utstyr i rommet. Må vurderes når støydata foreligger

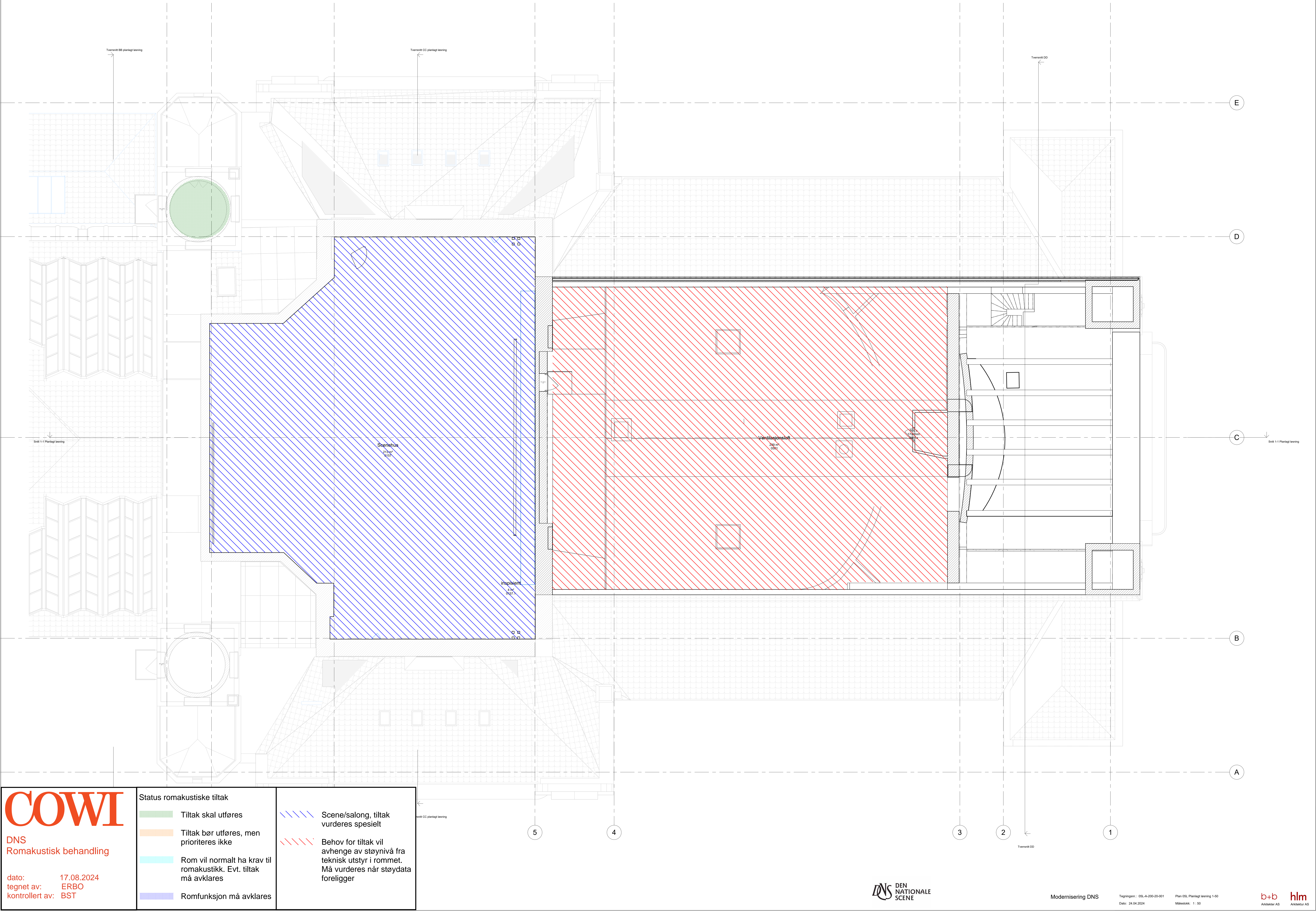


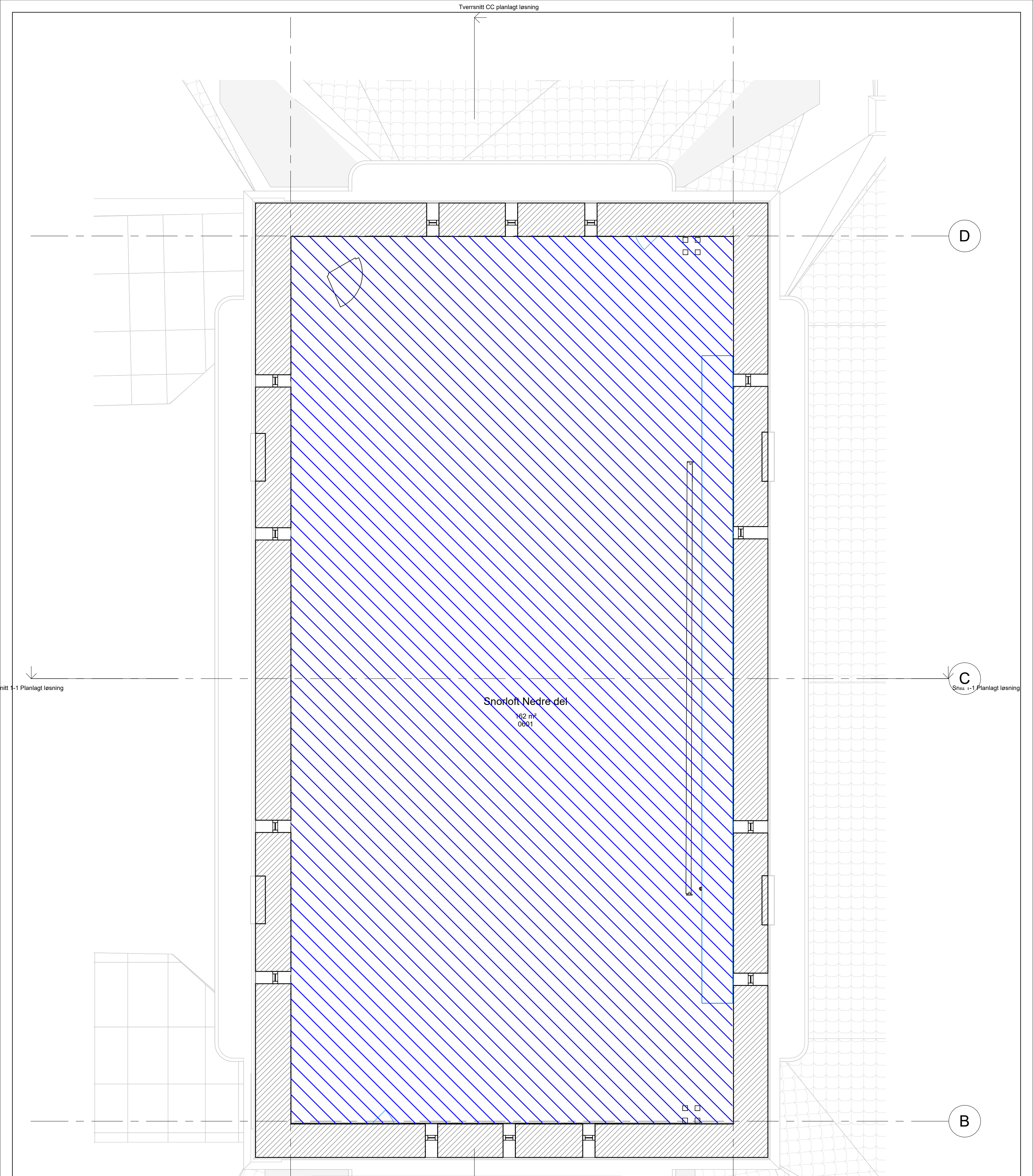
| | |
|---|--|
|  | Tiltak skal utføres |
|  | Tiltak bør utføres, men prioriteres ikke |
|  | Rom vil normalt ha krav til romakustikk. Evt. tiltak må avklares |
|  | Romfunksjon må avklares |

| | |
|---|--|
|  | Scene/salong, tiltak vurderes spesielt |
|  | Behov for tiltak vil avhenge av støynivå fra teknisk utstyr i rommet. Må vurderes når støyndata foreligger |



| Status romakustiske tiltak | |
|---|---|
|  | Tiltak skal utføres |
|  | Tiltak bør utføres, men prioriteres ikke |
|  | Rom vil normalt ha krav til romakustikk. Evt. tiltak må avklares |
|  | Romfunksjon må avklares |
|  | Scene/salong, tiltak vurderes spesielt |
|  | Behov for tiltak vil avhenge av støynivå fra teknisk utstyr i rommet. Må vurderes når støydata foreligger |





COWI

DNS

Romakustisk behandling

dato: 17.08.2024

tegnet av: ERBO

kontrollert av: BST

Status romakustiske tiltak

Tiltak skal utføres

Tiltak bør utføres, men prioriteres ikke

Rom vil normalt ha krav til romakustikk. Evt. tiltak må avklares

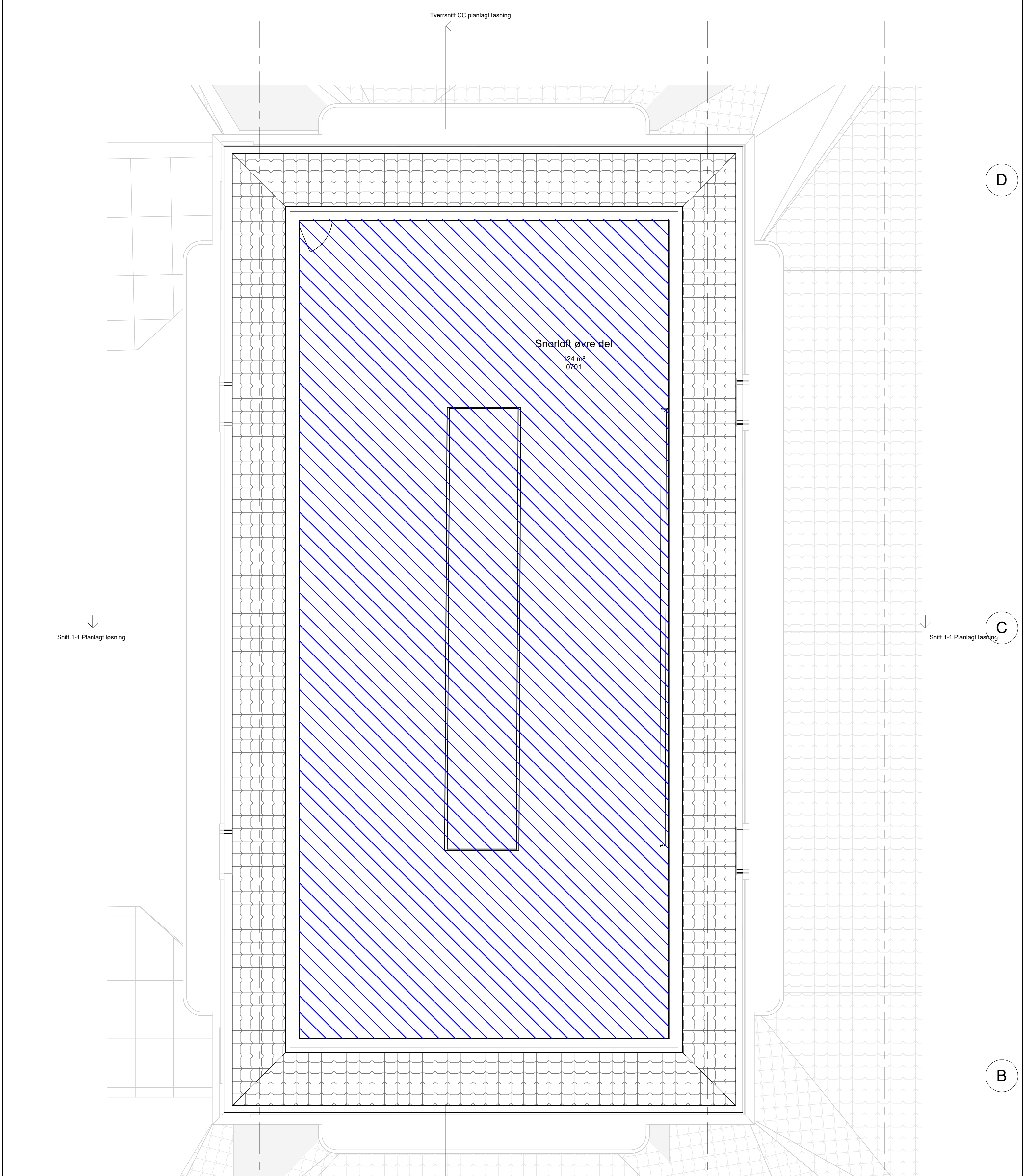
Romfunksjon må avklares

Scene/salong, tiltak vurderes spesielt

Behov for tiltak vil avhenge av støynivå fra teknisk utstyr i rommet. Må vurderes når støydata foreligger

hlm

Arkitektur AS



COWI

DNS

Romakustisk behandling

dato: 17.08.2024

tegnet av: ERBO

kontrollert av: BST

Status romakustiske tiltak

Tiltak skal utføres

Tiltak bør utføres, men prioriteres ikke

Rom vil normalt ha krav til romakustikk. Evt. tiltak må avklares

Romfunksjon må avklares

Scene/salong, tiltak vurderes spesielt

Behov for tiltak vil avhenge av støy nivå fra teknisk utstyr i rommet. Må vurderes når støydata foreligger

hlm

Arkitektur AS