

Oppdragsgiver
Hent

Rapporttype
Skisseprosjekt Akustikk

Dato
26.10.2021

NORMORIA SKISSEPROSJEKT AKUSTIKK

Oppdragsnr.: 1350046789
Oppdragsnavn: Opera, museum og kulturhus Kristiansund
Dokument nr.: C-rap-002
Filnavn: C-RAP-002 Normoria Akustikk Skisseprosjekt.docx

| | | | | |
|----------------|----------------------------|--|--|--|
| Revisjon | 0 | | | |
| Dato | 26.10.2021 | | | |
| Utarbeidet av | AAF/VESK | | | |
| Kontrollert av | AAF/VESK | | | |
| Godkjent av | AAF | | | |
| Beskrivelse | Skisseprosjekt Akustikk | | | |

Revisjonsoversikt

| Revisjon | Dato | Revisjonen gjelder |
|----------|------|--------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

INNHOOLD

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | SAMMENDRAG | 7 |
| 2. | INNLEDNING | 7 |
| 3. | LYDTEGNINGER | 7 |
| 4. | SKILLEKONSTRUKSJONER..... | 8 |
| 4.1 | Dekkekonstruksjoner/etasjeskillere | 8 |
| 4.1.1 | Nybygg..... | 8 |
| 4.1.2 | Eksisterende bygg – Folkets hus | 9 |
| 4.1.3 | Eksisterende bygg – Skolegata 9..... | 9 |
| 4.2 | Veggskiller | 9 |
| 4.2.1 | Flanketransmisjon generelt | 10 |
| 4.2.2 | Nybygg..... | 11 |
| 4.2.3 | Eksisterende bygg – Folkets hus | 11 |
| 4.2.4 | Eksisterende bygg - Skolegata..... | 12 |
| 4.3 | Store sal..... | 13 |
| 4.3.1 | Scenekjeller | 13 |
| 4.4 | Sal 2..... | 13 |
| 4.5 | Symfonisal | 14 |
| 4.5.1 | Glass i fasade | 15 |
| 4.6 | Øvingsrom for musikk..... | 15 |
| 4.6.1 | Forsterkede øvingsrom..... | 15 |
| 4.6.2 | Lydsterke og lydsvake øvingsrom..... | 15 |
| 5. | UTENDØRS STØY OG KRAV TIL FASADER | 17 |
| 5.1 | Trafikkdata..... | 17 |
| 5.2 | Støysonekart..... | 17 |
| 5.3 | Punktberegninger | 18 |
| 5.4 | Krav til fasader | 19 |
| 6. | AKUSTISK REGULERING/ROMAKUSTISKE FORHOLD | 21 |
| 6.1 | Nybygg..... | 21 |
| 6.1.1 | Store sal..... | 21 |
| 6.1.2 | Sal 2..... | 25 |
| 6.1.3 | Symfonisal | 26 |
| 6.1.4 | Øvingsrom for musikk..... | 26 |
| 6.1.5 | Back-stageområde bak store sal og sal 2..... | 27 |
| 6.1.6 | Kulturtorget m/fellesarealer | 27 |
| 6.1.7 | Garderober..... | 28 |
| 6.1.8 | Greenroom..... | 28 |
| 6.1.9 | Permanent og Temporær utstilling..... | 29 |
| 6.2 | Folkets hus..... | 29 |
| 6.2.1 | Sambruk Bibliotek/Museum..... | 29 |
| 6.2.2 | Bibliotek | 29 |
| 6.2.3 | Verksted | 29 |
| 6.2.4 | Kafé/Butikk/Leseplasser bibliotek | 30 |
| 6.2.5 | Kontorer og møterom..... | 30 |
| 6.2.6 | Kontorlandskap..... | 30 |

| | | |
|-------|---|----|
| 6.2.7 | Kantine..... | 30 |
| 6.3 | Skolebygget | 30 |
| 6.3.1 | Ballettsaler..... | 30 |
| 7. | TEKNI SKE INSTALLASJONER..... | 31 |
| 7.1 | Prosjektspesifikke krav til teknisk støy | 31 |
| 7.2 | Sceneteknisk utstyr i saler | 31 |
| 7.3 | Annet teknisk utstyr i salene | 31 |
| 7.4 | Snorloft | 32 |
| 7.5 | Støy fra tekniske rom til Store sal | 32 |
| 7.6 | Ventilasjon – RIV..... | 32 |
| 7.6.1 | Ventilasjonsaggregater, kjøleaggregater..... | 32 |
| 7.7 | Avløp og sjakter | 33 |
| 7.7.1 | Spesialrom..... | 33 |
| 7.7.2 | Generelt | 33 |
| 7.8 | Heis | 33 |
| 7.9 | Port for varelevering | 34 |
| 7.10 | Støy fra egne tekniske installasjoner til naboer..... | 34 |
| 8. | KRAV OG RETNINGSLI NJER..... | 35 |
| 8.1 | Luftlydisolasjon..... | 36 |
| 8.2 | Trinnlydnivå | 37 |
| 8.3 | Etterklangstid | 38 |
| 8.4 | Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner | 40 |
| 8.5 | Innendørs lydnivå fra utendørs lydtkilder..... | 41 |
| 8.6 | Lydnivå på uteareal – grenseverdi..... | 41 |
| 8.7 | Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442)..... | 41 |
| 8.8 | NS 8178: 2014 Akustiske kriterier for rom og lokaler til | 42 |
| 8.8.1 | NS 8178: 2014 Definisjoner | 42 |
| 8.8.2 | NS 8178: 2014 Kriterier for rom for ulike musikkformer..... | 43 |
| 8.8.3 | NS 8178: 2014 Kriterier for etterklangstid | 46 |

VEDLEGG:

VEDLEGG 1: STØYSONEKART OG FASADENI VÅER.

FIGUROVERSIKT

| | |
|---|----|
| Figur 1 Splitt av gulv på grunn - prinsipløsning..... | 8 |
| Figur 2 Flanketransmisjon – splitt av platelag for lydskiller med $R'_w > 40$ | 11 |
| Figur 3 Prinsippskisse for øvingsrom for lydsvak og lydsterk musikk . | 16 |
| Figur 4 Støysonkart L_{den} for vegtrafikkstøy år 2041. Beregningshøyde | 18 |
| Figur 5 Fasadenivåer sett fra sørvest (øverst) og nordøst (nederst). | 19 |
| Figur 6 Venstre: Illustrasjon av mulig oppdeling av orkesterskall. | 25 |
| Figur 7 Plantegning med markerte himlingsflater i fellesareal og | 28 |
| Figur 8 Gjeldende lovverk, forskrift, veileder og standard..... | 35 |
| Figur 9 Etterklangstid, T , i forhold til netto romvolum, V , | 46 |
| Figur 10 Frekvensavhengige toleransegrenser for faktor T/T_m | 47 |
| Figur 11 Frekvensavhengige toleransegrenser for faktor T/T_m | 47 |
| Figur 12 Frekvensavhengige toleransegrenser for faktor T/T_m | 47 |

TABELLOVERSIKT

| | |
|---|----|
| Tabell 1 Forslag til veggoppbygginger til lydskiller..... | 10 |
| Tabell 2 Vegtrafikkdata benyttet i beregningsgrunnlaget (fra NVDB). | 17 |
| Tabell 3 Beregninger av lydkrav til fasade og vinduer for støyfølsomme | 20 |
| Tabell 4 Store sal – romparametere - Sal med amfi og balkonger | 22 |
| Tabell 5 Sal 2 – romparametere | 25 |
| Tabell 6 Symfonisal – romparametere..... | 26 |
| Tabell 7 Oversikt over ca. mengde absorbenter i Kulturtorget | 28 |
| Tabell 8 Spesialrom, innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner..... | 31 |
| Tabell 9 NS 8175:2012 Lydklasser for bygninger til undervisningsformål. | 36 |
| Tabell 10 NS 8175:2012 Lydklasser for spesialrom i skoler og bygninger | 36 |
| Tabell 11 NS 8175:2012 Lydklasser for kontorer. Luftlydisolasjon..... | 37 |
| Tabell 12 NS 8175:2012 Lydklasser for bygninger til undervisningsformål..... | 37 |
| Tabell 13 NS 8175:2012 Lydklasser for spesialrom i skoler og bygninger | 37 |
| Tabell 14 NS 8175:2012 Lydklasser for kontorer. Trinnlydisolasjon..... | 38 |
| Tabell 15 NS 8175:2012 Lydklasser for bygninger til undervisningsformål..... | 38 |
| Tabell 16 NS 8175:2012 Lydklasser for kontorer. Romakustikk | 38 |
| Tabell 17 NS 8175:2012 Lydklasser for resepsjoner, henvendelsepunkter, ... | 38 |
| Tabell 18 NS 8175:2012 Lydklasser for kommunikasjonsveier. | 39 |
| Tabell 19 NS 8175:2012 Lydklasser for trapperom. Romakustikk | 39 |
| Tabell 20 NS 8175:2012 Lydklasser for museer, biblioteker, | 39 |
| Tabell 21 NS 8175:2012 Lydklasser for bygninger til undervisningsformål..... | 40 |
| Tabell 22 NS 8175:2012 Lydklasser for kontorer i brukstid. Innendørs | 40 |
| Tabell 23 NS 8175:2012 Lydklasser for kommunikasjonsveier. | 40 |
| Tabell 24 NS 8175:2012 Lydklasser for trapperom. Innendørs | 40 |
| Tabell 25 NS 8175:2012 Lydklasser for bygninger til | 41 |
| Tabell 26 NS 8175:2012 Lydklasser for kontorer i brukstid. Innendørs | 41 |
| Tabell 27 NS 8175:2012 Lydklasser for bygninger til undervisningsformål..... | 41 |
| Tabell 28 NS 8175:2012 Lydklasser for kontorer i brukstid. Lydnivå | 41 |
| Tabell 29 Kriterier for soneinndeling. Alle tall i dB, fritt feltsverdier. | 42 |
| Tabell 30 Egenskaper og krav for øvingsrom for forsterket musikk. | 43 |
| Tabell 31 Egenskaper og krav for øvingsrom til akustisk, lydsterk musikk. | 43 |
| Tabell 32 Egenskaper og krav for øvingsrom til akustisk, lydsvak musikk..... | 44 |
| Tabell 33 Egenskaper og krav for framføringsrom. | 45 |

1. SAMMENDRAG

Denne rapporten er utarbeidet i prosjektets skissefase. Rapporten omfatter de fleste viktige tema tilknyttet akustikk i prosjektet, men det er fortsatt flere tema som ikke er behandlet på dette tidspunktet. Dette gjelder spesielt eksisterende bygningsmasse, der det er begrenset informasjon om beskaffenheten til konstruksjoner som ikke skal rives.

Viktige punkter som må jobbes med i neste prosjekteringsfase (forprosjekt):

- Sikre god nok uavhengighet mellom Store sal og omkringliggende arealer.
- Kontrollere sammenhengende betongkonstruksjoner rundt Store sal, og hvordan disse kan frigjøres.
- Detaljere løsninger for rom-i-rom konstruksjoner for Sal 2 og Symfonisal.
- Detaljere konstruksjonsprinsipper rundt Store sal.
- Behandle alle «soner» i Store sal mer detaljert (scenetårn, scenekjeller, orkestergrav, sidsescener).
- Forventningsavklaring til ulike typer musikkøvingsrom med hensyn til romakustiske egenskaper.
- Sikre lydkrav i spesialrom der det er vegger med glass (innervegger og fasader).
- Prosjekttere og sikre at støy fra tekniske anlegg internt i bygget overholder strenge krav til avgitt støy, herunder også sceneteknisk utstyr, lysinstallasjoner etc.
- Beregne utendørs støy fra tekniske installasjoner (kjølemaskiner, avkast, luftinntak mm.) mot eget bygg og mot naboer.

2. INNLEDNING

Rambøll har fått ansvar for lydteknisk prosjektering av Opera, museum og kulturhus i Kristiansund. Prosjektet har fått navnet Normoria. Denne rapporten er utarbeidet i skisseprosjektet, og legger premisser og føringer for påfølgende prosjekteringsperioder.

Leveransen i uke 43 2021 er skisseprosjektrapport, og danner underlag for forprosjektet. Det vil derfor være punkter i rapporten som ikke er ferdig behandlet innenfor skissefasen.

Rapporten tar for seg både ny og eksisterende bygningsmasse. Men det presiseres at informasjonen vi har fått tilgang til tilknyttet eksisterende konstruksjoner er begrenset. Det vil derfor være viktig å få mer informasjon om beskaffenheten til eksisterende Folkets hus og Skolegata 9 ved videre prosjektering.

3. LYDTEGNINGER

Det er utarbeidet lydtegninger i prosjektet. Disse angir krav til luftlydisolasjon og etterklangstid i rom med funksjonskrav. Lydtegnene finnes som eget dokument: *002-05-C-200-20-001 – Normoria Lydtegninger Skisseprosjekt.*

4. SKILLEKONSTRUKSJONER

Nybygget skal føres opp som et stål- og betongbygg. Bærekonstruksjonen vil bestå av betong i form av bærevegger, søyler og dragere. Tung bærekonstruksjon er fordelaktig i bygg med høye lydkrav, men samtidig er betongmaterialer sårbare for overføring av strukturlyd. Det må derfor settes fokus på splitt av konstruksjoner mellom rom med svært høye krav til luftlydisolasjon.

Eksisterende bygg skal rehabiliteres. Løsningene vil være avhengig av type bæresystem og konstruksjoner som ikke skal rives. Beskrivelsen av eksisterende bygg er basert på kjent informasjon om beskaffenheten til byggene, og vil kunne endre seg ettersom kjennskapet til eksisterende konstruksjoner utvikler seg.

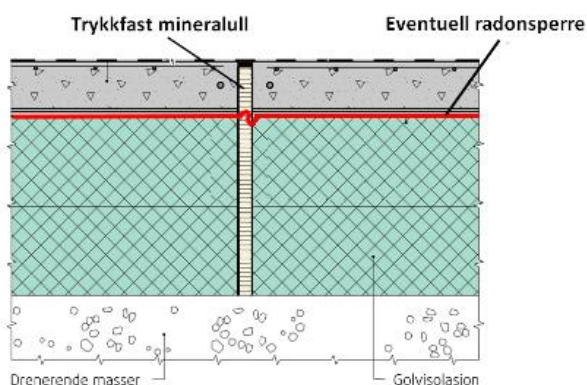
4.1 Dekkekonstruksjoner/etasjeskillere

4.1.1 Nybygg

Dekker utføres hovedsakelig i betong (plattendekker, hulldekker). Der det er dekker med høye lydkrav må det inn tilleggskonstruksjoner enten på overside og underside, eller kun på oversiden. Spesialrommene er nærmere beskrevet under i egne punkt i rapporten (se punkt 4.3, 4.4, 4.5 og 4.6).

De fleste rom og arealer har krav til trinnlydnivå mellom tilgrensende arealer, vertikalt og horisontalt. Det betyr at det må benyttes overgulv med trinnlyddempende egenskaper. Dersom det skal benyttes overflater som eksempelvis slipt betong, fliser, industriparkett eller tilsvarende, kreves det tungt flytende gulv med mineralull trinnlydplate og påstøp. I arealer der det eventuelt skal benyttes banebelegg, teppegulv eller tilsvarende må det sikres at interndemping til produktet ivaretar tilstrekkelig trinnlyddemping.

Mot bakkenivå kan det benyttes gulv på grunn ifølge RIB. Det betyr at det er mulig å splitte betongplata rundt rom der det er fare for at det oppstår høye støypåtrykk, strukturlydkilder eller vibrasjoner. Prinsipp for splitt av gulv på grunn er vist i figuren under. Det er viktig at søyler og fundament ikke har kontakt med gulv på grunn i tilfeller der det splittes for å unngå overføring av støy og vibrasjoner oppover i byggets bæresystem.



Figur 1 Splitt av gulv på grunn - prinsippløsning

Trapper og reposer

Trappeløp og reposer må opplagres elastisk mot byggets bærende konstruksjoner for å ivareta krav til trinnlydnivå mot resten av byggets funksjoner. Dette gjelder både åpne og lukkede trappeløp i prosjektet.

Det er viktig å begrense støy fra trappeløp mot støyfølsomme rom i samme bygning. Det er også viktig at trappeløp utformes slik at de ikke avgir unødvendig mye støy i rommet de står i. Dette er spesielt viktig for trapper i de store fellesarealene tilknyttet Kulturtoget. Det er en fordel med massive trappeelementer i betong eller tilsvarende, ståltrapper bør unngås.

4.1.2 Eksisterende bygg – Folkets hus

Det er ikke vurdert detaljert eksisterende dekkekonstruksjoner i Folkets hus. Dette må utføres når det foreligger tilstrekkelig informasjon om eksisterende konstruksjoner, og hvilke konstruksjoner som skal rives og hvilke som skal bestå.

Bygget er sannsynligvis oppført i mur og betong som hovedkonstruksjoner. Dette er et godt utgangspunkt for luftlydisolasjon mellom ulike funksjoner. Det må påregnes oppbygging av nye overgulv med trinnlyddemping i de aller fleste arealer. Type oppbygging vi avhenge av valg av toppsjikt. Myke overgulv krever mindre tilleggskonstruksjoner, mens harde overgulv kan kreve lett- eller tungt flytende gulv.

Løsning for å begrense trinnlydnivå fra eksisterende trapper må detaljeres.

4.1.3 Eksisterende bygg – Skolegata 9

Det er ikke vurdert detaljert eksisterende dekkekonstruksjoner i Skolegata 9. Dette må utføres når det er tilstrekkelig informasjon om eksisterende konstruksjoner, og hvilke konstruksjoner som skal rives og hvilke som skal bestå.

I dette bygget skal det inn funksjoner som ballettsaler og øvingsrom for forsterket musikk. Det må avklares hvordan man skal løse trinnlyddemping og flanketransmisjon via eksisterende dekker i ballettsalene. Disse er følsomme for overføring av de aktiviteter dekkene blir utsatt for ved typisk bruk til dans. Det bør etableres tunge flytende gulv som er separate i alle 3 ballettsaler. Dette må avklares i forprosjektet. Alternativt må det vurderes lette flytende gulv, tilfarergulv eller tilsvarende. Det skal også tas hensyn til type overgulv med riktig svikt for bruk til dans/ballett.

Det er bestemt at forsterkede øvingsrom for musikk skal flyttes til Skolegata 9 i etasje 2 mot øst. I øvingsrom for forsterket musikk må det etableres tunge flytende gulv. Dette danner basen for rom-i-rom konstruksjonen som skal bygges innenfor eksisterende tunge vegger. Dersom det kun skal inn støtterom/garderobes i etasjen under øvingsrommene, vil det ikke være nødvendig med ekstra tiltak i himling i Etasje 01.

Løsning for å begrense trinnlydnivå fra eksisterende trapper må detaljeres.

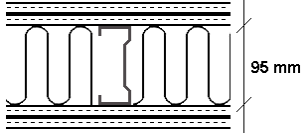
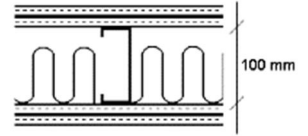
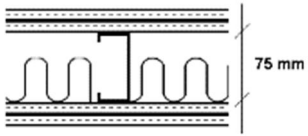
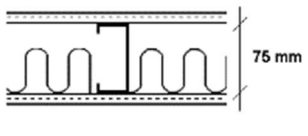
4.2 Veggskiller

Krav til luftlydisolasjon for innervegger er angitt i lydtegninger vedlagt denne rapporten. Kravene er våre vurderinger ut fra slik vi forstår arealene skal benyttes. Eventuelle endringer av dette vil kunne medføre andre krav.

Der det skal være vinduer eller dører i veggen, gjelder kravet for samlet luftlydisolasjon til konstruksjonen som helhet. Dersom deler av vegg skal bestå av glass og dører, må leverandør kunne dokumentere at dører, vinduer og lignende har tilstrekkelig gode luftlydisolerende egenskaper. Det gjøres oppmerksom på at utstrakt bruk av glass kan gjøre det vanskelig å oppnå høye lydisolasjonsverdier.

For veggskiller med krav R'_w 52 eller lavere kan oppbygginger vist i Tabell 1 benyttes. Skiller med høyere krav enn dette er mer krevende og må detaljeres med hensyn på flanketransmisjon. Mer omfattende veggkonstruksjoner beskrives i egne kapitler.

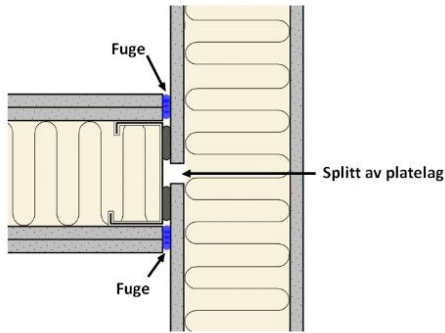
Tabell 1 Forslag til veggoppbygginger til lydskiller

| | | |
|---|---|---|
| <p>Vegger med krav R'_w 52 dB</p> | <p>2 lag 13 mm gips montert med omlegg. 1 x 95 mm lydstender med 100 mm isolasjon. 2 lag 13 mm gips montert med omlegg. Denne løsningen er marginal. Det kan ikke slås gjennom vegggen med tekniske føringer, da dette vil forringe lydskillet.</p> |  |
| <p>Vegger med krav R'_w 48 dB</p> | <p>2 lag 13 mm gips montert med omlegg 95 mm stålstender med 100 mm isolasjon i hulrom 2 lag 13 mm gips montert med omlegg Vegggen holder $R'_w = 48$ dB. Ved tekniske føringer eller innfelte veggkontakter bør det benyttes $R'_w = 52$ dB vegg.</p> |  |
| <p>Vegger med krav R'_w 44 dB</p> | <p>2 lag 13 mm gips montert med omlegg. 70 mm stålstender med 70 mm isolasjon i hulrom. 2 lag 13 mm gips montert med omlegg. Vegggen holder $R'_w = 44-46$ dB. Bør velges dersom tekniske installasjoner, føringer eller innfelte veggkontakter skal benyttes.</p> |  |
| <p>Vegger med krav R'_w 37 dB</p> | <p>1 lag 13 mm tett gips. 70 mm stålstender med 50 mm isolasjon i hulrom. 1 lag 13 mm tett gips. Vegggen holder $R'_w = 40$ dB. Bør velges dersom tekniske installasjoner, føringer eller innfelte veggkontakter skal benyttes.</p> |  |
| <p>Vegger med krav R'_w 34/35 dB</p> | <p>Som 44/48 dB vegg, med dør og evt. glass.</p> | |
| <p>Vegger med krav R'_w 24 dB</p> | <p>Som 37 dB vegg, med dør og evt. glass.</p> | |

4.2.1 Flanketransmisjon generelt

Følgende forutsettes for veggskiller med lydkrav:

- Vegger med lydkrav føres fra OK dekke til UK dekke, med tettetdetaljer i henhold til leverandørs anvisninger for ulike veggtyper.
- Vegger med $R'_w \leq 40$ dB kan avsluttes mot flankerende (tilstøtende) lette konstruksjoner, uten at flankerende konstruksjon splittes.
- Vegger med $R'_w > 40$ dB må avsluttes mot flankerende (tilstøtende) lette konstruksjoner, med splitting av platelag i flankerende konstruksjon. Se figuren under for illustrasjon av prinsipp.



Figur 2 Flanketransmisjon – splitt av platelag for lydkiller med $R'_w > 40$ dB

Flanketransmisjon for veggskiller med lydkrav $R'_w > 52$ dB må vurderes spesielt med hensyn på flanketransmisjon. Detaljer tegnes ut av ARK og kontrolleres av RIAku i videre prosjekteringsfaser.

4.2.2 Nybygg

Back-stage

Back-stageområdet bak Store sal og Sal 2 kan være en kilde til forstyrrende lyd inn til salene ved sambruk eller rigging av en sal samtidig med en forestilling i en annen sal. Avhengig av oppnådd luftlydisolasjon til portene som skal settes inn må det vurderes å dele back-stageområdet i to med en skillevegg, da sannsynligvis med enda en port i denne nye veggen (markert i lydtegnene, etasje 00, med kommentar «D»).

Dersom det skal settes inn flere porter eller dører i skillet mellom store sal og back-stage vil nødvendigheten til å dele opp Back-stage øke, da dører og porter vil svekke lyds skillet.

Garderobes

Solistgarderobes må ha god lydisolasjon for å tillate stemmeprøver og oppvarmingsøvelser. Dette kan oppnås med vegger med lydstendere eller forskutte stendere, 100 mm isolasjon og to lag gips på hver side. Det må benyttes gode lydisolerte dører for begrenning av lyd fra Back-stage til garderobes.

4.2.3 Eksisterende bygg – Folkets hus

Kontorlokaler/bibliotek/utstilling

I kontorlokalene, biblioteket og utstillingslokalene kan veggoppbyggingene vist i Tabell 1 benyttes.

Sambruk bibliotek/museum auditorium

Det planlegges et flerbruksrom/auditorium mellom bibliotekets barneavdeling og museets temporære utstilling. Dette rommet kan bli brukt til ulike aktiviteter som kan medføre uønsket støy til både biblioteket og utstillingen. Derfor settes det et strengt lydkrav til disse skillene. Lydkravene vil ikke kunne ivaretas uten lydsluser. Dersom sluser ikke er ønsket må det avklares med brukerne at det kan tolereres noe lydsmitte fra dette rommet.

4.2.4 Eksisterende bygg - Skolegata

Ballettsaler

OBS: for å ivareta lydkrav mellom ballettsaler i etasje 01 og kulturtorget kreves doble dører/lydsluse. Dette er i skisseprosjektet ikke tegnet inn og må avklares nærmere i forprosjektet opp mot krav til sambruk.

Gulvoppbygning må sees nærmere på sammen med eksisterende konstruksjoner. Det vil være behov for trinnlyddemping i form av tungt flytene gulv eller gulv på spesialklosser.

Mellom ballettsalene er det krav til luftlydisolasjon $R'_w \geq 60$ dB. Dette skillet kan bygges opp på følgende måte:

- 3 platelag gips.
- 100 mm stender, isolert, frittstående.
- 20 mm luftspalte.
- 100 mm stender, isolert, frittstående.
- 3 platelag gips.

Det er ikke avklart hvilke konstruksjoner som er nye og hvilke som er eksisterende i Skolegata på nåværende tidspunkt. Dersom det er eksisterende murkonstruksjoner, kan disse utbedres med en frittstående tilleggskonstruksjon:

- Eksisterende murvegg pusses/tettes (dersom utettheter).
- Minimum 150 mm eksisterende murvegg.
- 20 mm luftspalte.
- 100 mm stender, isolert, frittstående.
- 3 platelag gips.

Mellom ballettsaler og kulturtorget kan veggen bygges på samme måte som mellom salene, men med dører i tillegg. Det burde settes inn to dører som slår hver sin vei, montert i separate karmen i hvert sitt vegg-liv.

Ballettsalen på plan 2 trenger ikke lydsluse ved dør da trapperommet vil fungere som lydsluse. Det vil derfor holde med kun én enkelt dør.

Vinduene rundt ballettsalene (gjelder både fasade og innvendig skiller) skal beholdes, men må forsterkes med bruk av for eksempel varevindu på innsiden i ballettsalene. Dette er for å ivareta lydkrav mot kulturtorget samt krav til innendørs støynivå fra vegtrafikkstøy utenfor, se kap 5.4 for detaljer.

Himling/tak kan bygges opp som følger:

- Eksisterende takkonstruksjon må avklares.
- Tette nedhengt lydhimling (lydbøyler/spesialbøyler 100 mm, 70 mm isolasjon, 2 platelag gips).
- Hulrom for tekniske føringer. Eventuelt plass til akustisk regulering.
- Synlig absorberende himling.

4.3 Store sal

Store sal ligger i midten av nybygget, og er omgitt av fellesarealer, korridorsoner, tekniske sjakter og lydsluser. På noen steder i de ulike plan er det kun vegg mellom Store sal og fellesarealer, mens det i andre plan ligger underordnede rom mellom Store sal og fellesareal. Veggoppbyggingen vil derfor kunne variere ettersom hvilke rom/buffersone som ligger inntil salen.

Typisk veggoppbygging rundt Store sal (der det ikke er buffersoner/støtterom mellom):

- Utvendig kledning mot fellesareal (evt. perforert). Ca. 150 mm.
- Utlekking og isolasjon (50 mm).
- 250-300 mm plasstøpt betong.
- 150 mm lydstender, fullisolert.
- 2-3 platelag gips.
- Ca. 150-200 mm innvendig kledning, med variasjonsdybde, diffusjon, absorpsjon, regulerbar akustikk etc.

Det generelle kravet til luftlydisolasjon ligger på R'_w 70 dB. Endelig prosjektert løsning vil ikke gi dette nivået for alle lydskiller rundt Store sal. Eksempelvis mot Back-stage vil oppnåelig luftlydisolasjon være styrt av kvalitet på dører og port. I slike tilfeller vurderes Back-stage som en buffersone/sluse mot andre tilgrensende støyfølsomme rom.

Mellom salene er det særdeles viktig at lydkrav overholdes, og prosjekterte løsninger skal gi opp til R'_w 75 dB mellom eksempelvis Store sal og Symfonisal, og mellom Store sal og Sal 2. Krav gjelder med lukkede dører og porter.

NB! Det vil kunne være nødvendig å innføre en ekstra port i Back-stage-korridoren mellom Store sal og Sal 2 for å oppnå ønsket uavhengighet mellom de to salene. Dette er også markert i gjeldende lydtegninger.

4.3.1 Scenekjeller

Scenekjeller er en del av Store sal. Det er også her svært viktig å opprettholde gode lydisolerende egenskaper mot andre rom og funksjoner. Scenekjeller består av underscenerom, orkestergrav, stoldepot, lager og andre støttefunksjoner. Lydskillet mellom scenekjeller og teknisk rom er kritisk. Det må her etableres sluser med 2 stk. dører for å sikre lave nok støynivåer fra installasjoner i teknisk rom, inn til Scenekjeller. Endelige krav til vegger og sluse bestemmes av type utstyr i teknisk rom.

4.4 Sal 2

Sal 2 etableres på bakkenivå, med gulv på grunn som splittes rundt rommet. Betongplata danner underlag for indre sjikt av rom-i-rom konstruksjon. Hovedskillevegger rundt Sal 2 oppføres som plasstøpte betongvegger. Disse føres opp til tak. Takkonstruksjon utføres i betong (sannsynligvis hulldekker). Dette er viktig for å skjerme salen fra utvendig støy.

Innenfor betongkonstruksjonen skal det bygges et indre skall som er frikoblet fra byggets bæresystem. Det kan benyttes vibrasjonsisolerte bindere ved oppføring av indre vegger av rom-i-rom konstruksjonen.

Veggoppbygging mellom Sal 2 og omkringliggende arealer kan bygges opp som følger (fra fellesareal til Sal 2):

- Utvendig kledning mot fellesareal (evt. perforert). Ca. 150 mm.
- Utlekting og isolasjon (ca. 50 mm).
- 250-300 mm plasstøpt betong.
- 20 mm luftspalte.
- Ca. 150 mm stender, isolert. Vibrasjonsisolerte bindere (spesialbindere).
- 2-3 platalag gips.
- Ca. 150-200 mm innvendig kledning, med variasjonsdybde, diffusjon, absorpsjon, regulerbar akustikk etc.

Himling/tak kan bygges opp som følger:

- Utvendig isolasjon og tekking.
- Hulldekke.
- Tette nedhengt lydhimling (lydbøyler/spesialbøyler 100 mm, 70 mm isolasjon, 2 platalag gips).
- Hulrom for tekniske føringer. Eventuelt plass til akustisk regulering.
- Synlig himling i Sal 2 (variasjonsdybde i størrelsesorden 200-300 mm).

Felles trekk som i Store sal er dørsille og portåpning mot Back-stage. Avhengig av kvalitet (oppnåelig luftlydisolasjon) på port, og grad av krav til sambruk, vil det være nødvendig med en ekstra port i Back-stage-korridoren.

4.5 Symfonisal

Symfonisal ligger over Museum, Permanent utstilling, som er et kritisk lydskille i prosjektet. Ifølge RIB er det ønskelig å benytte hulldekke som hovedkonstruksjon. Over hulldekke må det etableres et tungt flytende gulv på spesialklosser (sylodyn/sylomer) og isolasjon. Påstøpen må ta opp tyngdekrav til totalt dekke, og vil måtte ha en tykkelse i størrelsesorden ca. 150 mm.

Hovedskillevegger rundt Symfonisalen oppføres som plasstøpte betongvegger. Disse føres opp til tak. Takkonstruksjon utføres i betong (sannsynligvis hulldekker). Dette er viktig for å skjerme salen fra utvendig støy. Innenfor betongkonstruksjonen skal det bygges et indre skall som er frikoblet fra byggets bæresystem.

Veggoppbygging mellom Symfonisal og omkringliggende arealer kan bygges opp som følger (fra fellesareal til Symfonisal):

- Utvendig kledning mot fellesareal (evt. perforert). Ca. 150 mm.
- Utlekting og isolasjon (ca. 50 mm).
- 250-300 mm plasstøpt betong.
- 20 mm luftspalte.
- Ca. 150 mm stender, isolert. Vibrasjonsisolerte bindere (spesialbindere).
- 2-3 platalag gips.
- Ca. 150-200 mm innvendig kledning, med variasjonsdybde, diffusjon, absorpsjon, regulerbar akustikk etc.

Himling/tak kan bygges opp som følger:

- Utvendig isolasjon og tekking.
- Hulldekke.
- Tette nedhengt lydhimling (lydbøyler/spesialbøyler 100 mm, 70 mm isolasjon, 2 platalag gips).
- Hulrom for tekniske føringer. Eventuelt plass til akustisk regulering.
- Synlig himling i Symfonisal (variasjonsdybde i størrelsesorden 200-300 mm).

4.5.1 Glass i fasade

Det er tegnet inn glass i fasade mellom Symfonisal og takhage. I utgangspunktet vil det være utfordrende å ha større glassareal i fasaden og samtidig sikre gode nok lydforhold i Symfonisalen. Dersom det skal benyttes glass her må det enten etableres en dobbel glasskonstruksjon, eller det må benyttes meget gode enkeltglass (spesialglass) med svært høye krav til luftlydisolasjon. Uavhengig av valgt løsning må bruker og byggherre godkjenne løsningen, da det må forventes føringer for sambruk av takhage og Symfonisal. Endelig målsetning for glass i fasade her må avklares i neste prosjekteringsfase.

4.6 Øvingsrom for musikk

Det skal etableres 10 øverom for musikk på etasje 2. To av disse er forsterkede øvingsrom med krav til luftlydisolasjon R'_w 70/55 (veggskille uten dør/veggskille med dør). 8 av rommene skal benyttes til lydsterke og lydsvake instrumenter og har derfor krav til luftlydisolasjon R'_w 60/50 (veggskille uten dør/veggskille med dør).

4.6.1 Forsterkede øvingsrom

Det er besluttet at de forsterkede øvingsrommene skal etableres i eksisterende bygg i Skolegata 9. RIAku har gjennomført en overordnet analyse av egnetheten med å flytte de forsterkede øvingsrommene til Skolegata 9. Her er de viktigste punktene:

- Tilgjengelig tegningsunderlag viser at vegger (både yttervegg og innervegger) består av murte vegger med tykkelser 350-500 mm.
- Dekke over og under øvingsrommene består sannsynligvis av ca. 210 mm plasstøpt betong. Dette er et bra utgangspunkt for etablering av forsterkede øvingsrom.
- Det må etableres tungt flytende gulv i hvert rom. Tilført tyngde må avklares mot RIB ift. bæring. Ved behov må eventuell forsterkning av bærekonstruksjon legges inn.
- Det må etableres en tett isolert gipsplatehimling under dekke (dekke mot etasje 03) i lydbøyer. Videre må det etableres en systemhimling el. tilsvarende for romakustisk demping (og for tekniske føringer).
- Tungt flytende gulv (ca. 15 cm), tett gipshimling (ca. 15 cm) og Systemhimling (ca. 30 cm) bygger totalt ca. 60 cm. Dersom det er fri høyde mellom dekker i dag på 3,59 meter (fra modell), vil netto himlingshøyde bli ca. 3 meter. Dette er forutsatt at tekniske føringer kan legges i lavtbyggende systemhimling.
- Dører løses enten med doble dører i veggskillet, eller med lydsluse. Det er tegnet inn felles lydsluse for de to øvingsrommene.

4.6.2 Lydsterke og lydsvake øvingsrom

I tillegg til de 8 øvingsrommene for lydsterke og lydsvake instrumenter skal det bygges et undervisningsrom for musikk (Undervisningsrom Kunst) og en ballettsal (Ballettsal 4) på samme «rekke» som øvingsrommene. Disse to rom vil ha samme krav til luftlydisolasjon som øvingsrommene, og behandles derfor sammen.

Øvingsrommene bygges som individuelle rom-i-rom bestående av følgende:

- 3 platelag gips.
- 100 mm stender, isolert, frittstående.
- 40 mm luftspalte.
- 100 mm stender, isolert, frittstående.
- 3 platelag gips.

Veggoppbygging mellom musikkøvingsrom og korridor kan bygges slik (fra øvingsrom til korridor):

- 2 platelag gips.
- 70 mm stender, isolert, frittstående.
- 20 mm luftspalte.
- 70 mm stender, isolert, frittstående.
- 2 platelag gips.

Det må settes inn to dører som slår hver sin vei, montert i separate karmmer (se figuren under for prinsipp).

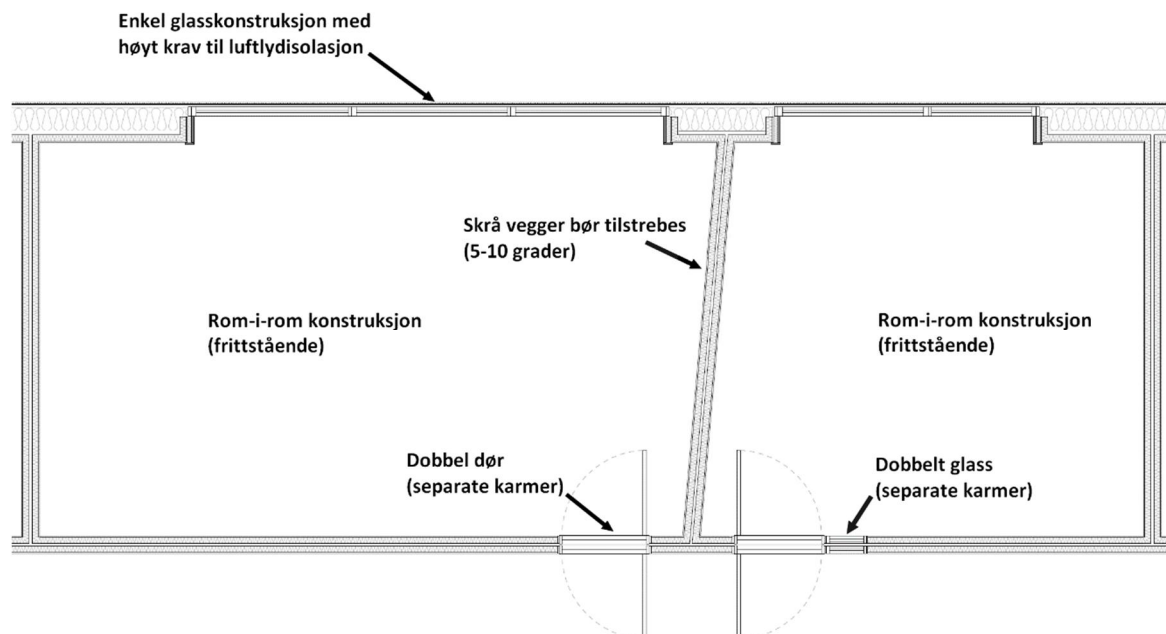
Himling/tak kan bygges opp som følger:

- Utvendig isolasjon og tekking.
- Hulldekke.
- Tett nedhengt lydhimling (lydbøyler/spesialbøyler 100 mm, 70 mm isolasjon, 2 platelag gips).
- Hulrom for tekniske føringer.
- Synlig absorberende og reflekterende himling.

Dekke under øvingsrom kan bygges opp som følger:

- Overgulv.
- Påstøp, ca. 100 mm.
- Trinnlydplate i mineralull, 50 mm.
- Hoveddekke i plasstøpt betong.

For å unngå svekkelser av lydskillet på grunn av flanketransmisjon må rom-i-rom vegger mellom øvingsrom gå helt ut til flankerende vegger slik at det blir en T-konstruksjon som vist i figuren under. Det må benyttes glass i fasade med svært høye krav til luftlydisolasjon. Endelig krav vil spesifiseres når areal glass og plassering detaljeres. Glass i dørskiller må utføres som dobbel konstruksjon med karmglass i separate veggdiv.



Figur 3 Prinsippskisse for øvingsrom for lydsvak og lydsterk musikk (R'_w 60/50 dB).

5. UTENDØRS STØY OG KRAV TIL FASADER

Det er utført støyutredning i forprosjekt i 2013, som ble oppdatert ifm. detaljreguleringsplan i 2020. Siden den gang er nybygget rotert 90 grader og romplasseringer er endret. Det er utført nye støyberegninger og vurderinger av krav til fasadeisolasjon slik prosjektet foreligger oktober 2021. Resultater i form av støysonekart med gul og rød støysone 1,5 m over terreng, samt punktberegninger på fasader er vedlagt rapporten i fullsides versjoner for bedre lesbarhet:

- Vedlegg 1 - Støysonekart og fasadenivåer.

5.1 Trafikkdata

Vegtrafikk tallene som er brukt i beregningene er gjengitt i Tabell 2. Tallene er hentet fra Nasjonal vegdatabank hos Statens vegvesen¹. Trafikkmengden (ÅDT) har blitt fremskrevet til gjeldende år (2021) etter landsdekkende prognoser gitt i Prosam 215 (Statens vegvesen Region øst, 2015) der hvor tallene var utdaterte. I henhold til retningslinjene skal det beregnes støy for en prognosesituasjon 10-20 år frem i tid. Det er valgt å legge til grunn 20 år. De samme prognosene har blitt brukt til å fremskrive trafikken til prognoseåret.

Tabell 2 Vegtrafikkdata benyttet i beregningsgrunnlaget (fra NVDB).

| Veglinje | ÅDT 2021 | Andel tunge kjøretøy 2021 | ÅDT 2041 | Andel tunge kjøretøy 2041 | Fartsgrense |
|------------------------------|----------|---------------------------|----------|---------------------------|-------------|
| Kaibakken | 6 455 | 7,1 % | 7 501 | 8,8 % | 40 km/t |
| Langveien nord for kaibakken | 12 627 | 7,1 % | 14 673 | 8,8 % | 40 km/t |
| Langveien sør for kaibakken | 2 370 | 5 % | 2 739 | 6,3 % | 40 km/t |

Det er i tillegg lagt inn varetransport til varemottaket på østsiden av bygget inn mot Kongens plass. Det er lagt inn varetransport først og fremst i dagtimene, men det er tatt høyde for noe levering av eksempelvis sceneteknisk utstyr hele døgnet. I beregningene fra detaljreguleringsplan i 2013 og 2020 er det lagt til grunn 2 stk./1 stk./1 stk. tunge kjøretøy og 8 stk./2 stk./2 stk. lette kjøretøy i henholdsvis dag- / kvelds- / nattperioden. Disse tallene er videreført i de nye beregningene. Det er ikke gjort nye avklaringer hvorvidt disse tallene fortsatt stemmer, slik at det er mulig at dette justeres i videre faser. Effekten dette vil ha er relativt liten da det gjelder et lite område og det største støybidraget er fra Langveien og Kaibakken. Dersom tallene økes eller reduseres vil gul støysone kunne flytte seg noen få meter lenger inn eller bort fra Kongens plass. Da varetransporten er en del av driften av bygget og det er relativt få hendelser, er ikke disse tatt med i beregningene for maksimalverdier for dimensjonering av fasader.

5.2 Støysonekart

Støysonekartet i Figur 4 viser gul og rød støysone 1,5 m over terreng, som er vanlig høyde å bruke for uteoppholdsarealer. I tillegg vises det punktberegninger på takterrassen og på generasjonstorget 1,5 m over disse.

¹ Inneholder data under norsk lisens for offentlige data (NLOD) tilgjengeliggjort av Statens vegvesen.

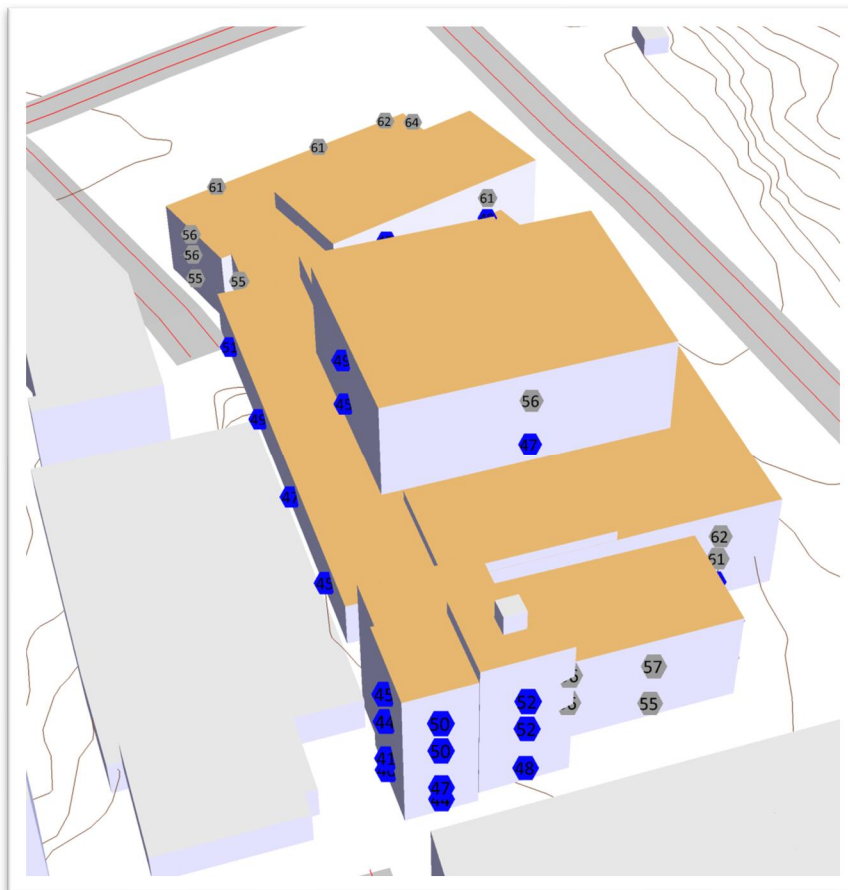
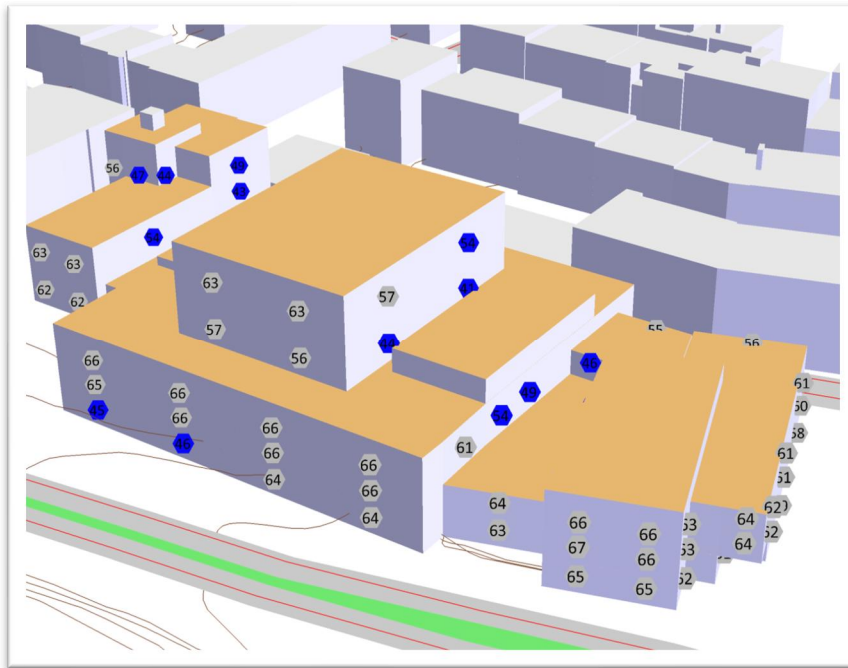


Figur 4 Støysonekart L_{den} for vegtrafikkstøy år 2041. Beregningshøyde 1,5 m over terreng

Området foran fasade mot vest ligger støyutsatt til i rød sone og området sør for Folkets Hus er i gul sone. Takterrassen er støyutsatt nærmest vegen, men resterende takterrasse samt Generasjonstorget har støynivå under L_{den} 55 dB.

5.3 Punktberegninger

Det er utført punktberegninger på fasader slik at krav til fasadeisolasjon og vinduer kan beregnes. Punktberegningene i Figur 5 viser et ekvivalent støynivå på dagtid, $L_{pA,12T}$, i timene 07-19. Punkter markert i blått har ikke direkte siktlinje til noen støykilder (veg) og er kun utsatt for reflektert lyd. Beregningene viser fasadenivåer for dagtid opp til $L_{pA,12T}$ 67 dB. Punktberegninger som også viser maksimalnivåer, $L_{pA,max}$, er vedlagt rapporten.



Figur 5 Fasadenivåer sett fra sørvest (øverst) og nordøst (nederst). Verdier for dagtid, $L_{pA,12T}$.

5.4 Krav til fasader

I Tabell 3 er det gitt en oversikt over beregninger av krav til fasadeisolasjon og fasadeglass for de ulike støyfølsomme rommene i prosjektet. For rom som vender ut mot Langveien er maksimalnivåer dimensjonerende, da bygget ligger nært veglinjen slik at utslaget for maksimalnivåer er vesentlig mye høyere enn ekvivalentnivåer over en toltimers periode. For de

eksisterende byggene er det ikke tatt høyde for etterisolering, slik at i videre faser kan fasadeisolasjonen øke, og som en følge av dette kan noen glasskrav bli redusert. Dette detaljeres i senere faser. Punktregninger er angitt som frittfelt verdier. Vurderingen i tabellen under er utført med bakgrunn i arealfordeling av glass og fast vegg i fasade i gjeldende ARK underlag. Endringer i størrelser mm. vil føre til endrede krav.

Tabell 3 Beregninger av lydkrav til fasade og vinduer for støyfølsomme rom i prosjektet

| Rom | Støynivå fra vegtrafikk | Krav | Kravstiller | Vegg $R_w + C_{TR}$ | Vindu $R_w + C_{TR}$ |
|---------------------------|--|--|--|---|---|
| Kulturtorget | $L_{pA,12T}$ 66 dB $L_{pA,max}$ 78 dB | $L_{pA,12T}$ 28 dB $L_{pA,max}$ 30 dB | Prosjektkrav | Ingen | 48 (glassfasade) 55 (dersom dimensjonert for $L_{pA,max}$)* |
| Ballettsaler | $L_{pA,12T}$ 63 dB $L_{pA,max}$ 75 dB | $L_{pA,12T}$ 30 dB $L_{pA,max}$ 32 dB | Prosjektkrav | 44 | 42 (inkl. dør) |
| Kafe | $L_{pA,12T}$ 66 dB $L_{pA,max}$ 80 dB | $L_{pA,12T}$ 37 dB $L_{pA,max}$ 39 dB | Prosjektkrav | Ingen | 35 (glassfasade) 50 (dersom dimensjonert for $L_{pA,max}$)* |
| Symfonisal | $L_{pA,12T}$ 54 dB $L_{pA,max}$ 70 dB | $L_{pA,12T}$ 25 dB $L_{pA,max}$ 27 dB | Prosjektkrav | 50 | 42 (forutsatt 45 m ² glass) |
| Bibliotek barneavdeling | $L_{pA,12T}$ 59 dB $L_{pA,max}$ 81 dB | $L_{pA,12T}$ 35 dB $L_{pA,max}$ 37 dB | Prosjektkrav | 44 | 38 |
| Bibliotek voksenavdeling | $L_{pA,12T}$ 64 dB $L_{pA,max}$ 81 dB | $L_{pA,12T}$ 35 dB $L_{pA,max}$ 37 dB | Prosjektkrav | 41 (rundt vinduer) 44 (betong) | 36 |
| Bibliotek ungdomsavdeling | $L_{pA,12T}$ 67 dB $L_{pA,max}$ 81 dB | $L_{pA,12T}$ 35 dB $L_{pA,max}$ 37 dB | Prosjektkrav | 48 | 43 |
| Kontorlandskap | $L_{pA,12T}$ 61 dB $L_{pA,max}$ 76 dB | $L_{pA,12T}$ 35 dB $L_{pA,max}$ 45 dB | NS 8175 ($L_{pA,12T}$) Prosjektkrav ($L_{pA,max}$) | 44 | 30 |
| Kontorer mot takterasse | $L_{pA,12T}$ 61 dB $L_{pA,max}$ 76 dB | $L_{pA,12T}$ 35 dB $L_{pA,max}$ 45 dB | NS 8175 ($L_{pA,12T}$) Prosjektkrav ($L_{pA,max}$) | 44 | 32 |
| Kontorer Folkets hus Vest | $L_{pA,12T}$ 66 dB $L_{pA,max}$ 80 dB | $L_{pA,12T}$ 35 dB $L_{pA,max}$ 45 dB | NS 8175 ($L_{pA,12T}$) Prosjektkrav ($L_{pA,max}$) | 48 | 37 |
| Kontorer Folkets hus Sør | $L_{pA,12T}$ 64 dB $L_{pA,max}$ 77 dB | $L_{pA,12T}$ 35 dB $L_{pA,max}$ 45 dB | NS 8175 ($L_{pA,12T}$) Prosjektkrav ($L_{pA,max}$) | 41 (rundt vinduer) 44 (betong) | 33 |
| Kontorer Folkets hus Øst | $L_{pA,12T}$ 56 dB $L_{pA,max}$ 71 dB | $L_{pA,12T}$ 35 dB $L_{pA,max}$ 45 dB | NS 8175 ($L_{pA,12T}$) Prosjektkrav ($L_{pA,max}$) | 44 | 28 |
| Kontorer nybygg Øst | $L_{pA,12T}$ 55 dB $L_{pA,max}$ 71 dB | $L_{pA,12T}$ 35 dB $L_{pA,max}$ 45 dB | NS 8175 ($L_{pA,12T}$) Prosjektkrav ($L_{pA,max}$) | 32 (glassfasade) | |

*Krav til glass over ca. $R_w + C_{tr}$ 45-50 dB vil være utfordrende. Endelig krav til maksimalt tolerert innendørs støy for kulturtorget og Kafe må avklare med bruker/byggherre.

6. AKUSTISK REGULERING/ROMAKUSTISKE FORHOLD

6.1 Nybygg

6.1.1 Store sal

Store sal kan deles inn i Sal med amfi og balkonger, orkestergrav, scene, scenetårn, snorloft, og scenekjeller. I neste fase vil alle delområder beskrives nærmere. Det er i dette utkastet fokusert på utforming av selve salen (fra proscenium til salen bakre vegg).

Det er viktig at romakustikken i salen er balansert mellom parametere som blant annet etterklang og klarhet (clarity). Det er diskutert med byggherre om målsetningen for etterklangtid i Store sal bør heves noe med det som lå til grunn i forprosjektet fra 2013/2014. I denne fasen velger vi derfor å angi revidert målsetning i intervallet $T = 1,2-2,0$ sekunder.

Etterklangtid for udempet sal skal derfor ligge på 2,0 sekunder i mellomfrekvenser. Når størrelsen på publikum og artister/musikere er definert, er oppnåelig etterklangtid proporsjonal med volumet i rommet. Det anbefales å oppnå et romvolum som tilsvarer 12 m^3 pr. person. Det er gjort endringer av romform og fri høyde i salen som har skaffet tilstrekkelig volum. Store sal har nå et totalt volum på ca. 6.100 m^3 , noe som anses å være tilstrekkelig nær anbefalingen. Tabellen under viser noen sentrale romparametere som har betydning for romakustikk, med anbefalte verdier fra blant annet NS 8178:2014.

Tabell 4 Store sal – romparametere - Sal med amfi og balkonger

| Sal med amfi og galleri Egenskaper | Anbefaling | Normoria – Store sal | Oppnådd anbefalt parameter |
|---|---------------------------|---|-------------------------------|
| Antall seter | - | 450 | - |
| Antall musikere (dim.) | - | 75 | - |
| Romhøyde max. | - | 19,3 m | - |
| Romhøyde min. | - | 5 m | |
| Netto midlere romhøyde | 6 m – 12 m | > 19 m | Ja. |
| Nettovolum, NTV | 6.300 m ³ | Ca. 6.100 m ³ | Marginal. |
| Nettoareal, NTA | - | Ca. 270 m ² | - |
| Maksimal avstand fra bakerste sete til scene | 30 m | 30 m | Marginal. |
| Volum pr. sete + orkester | 12 m ³ | 11,5 m ³ | Marginal. |
| Maksimalt forholdstall for balkongdybde mot åpen høyde. Mellom hovedamfi og 1. balkong. | Musikk: 1:1 Opera: 2:1 | < 1:1 | Ja. |
| Maksimalt forholdstall for balkongdybde mot åpen høyde. Mellom 1. balkong og 2. balkong. | Musikk: 1:1 Opera: 2:1 | 1,2:1 | Ja. |
| Sceneareal (netto riggareal) | > 100 m ² | Ca. 150 m ² ekskl. sidescener | Ja. |
| Sidescener (netto riggareal) | - | 100 m ² | - |
| Etterklangstid | 1,5 – 1,9 sek. (Opera) | 1,2 - 2,0 sek. | Ja. |
| Akustisk behandling | D, HA, BA, VA | D, HA, BA, VA | Ja. |

D = Diffusorer, HA = Himlingsabsorbenter, BA = Bassabsorbenter, VA = Veggabsorbenter.

Utforming, geometri og refleksjonsforhold

Store sal er hovedsakelig firkantet med tilnærmet skoeskeform, med skrå vegger på sidene fra scenekant og et lite stykke ut i salen. Arealet fra scenekant og ca. 4-5 meter ut i salen har flatt gulv. I dette arealet er det plass til stolrader, eller orkester i nedsenkbar orkestergrav. Videre strekker hovedamfiet seg til bakveggen som skiller salen og Lys/Lydlosje/Kontrollplass (Etasje 1).

Over bakre del av hovedamfi skal det bygges balkonger i to plan. Det er viktig at forholdet mellom fri høyde ved bakerste rad i hovedamfi til underkant balkong, og dybden av balkongforkant til bakvegg under balkong, har riktig verdi (se tabellen over jmf. maksimale forholdstall). Det samme

gjelder for situasjonen mellom 1. balkong og 2. balkong. Det skal også etableres sidebalkonger i to plan.

Utforming av amfistoler (polstringsgrad mm.), balkongdekker og balkongfronter blir avgjørende for refleksjonsforholdene mellom scene og sal. I videre prosjektfaser skal slike detaljer modelleres og detaljutformes for å sikre gode refleksjonsforhold og lydspredning. Det må påregnes endringer av geometri og utforming på alle konstruksjoner nær scenen, og på balkonger.

Alle overflater i Store sal må vurderes nøye med hensyn på egenskaper for absorpsjon, diffusjon (lydspredning), refleksjon og refleksjonsvinkler. Synlig kledning på vegger må ha en flatevekt på minimum 50 kg/m² for å unngå ukontrollert bassdemping.

Proscenieåpningen må kunne justeres i høyde, for å sikre god nok kobling mellom scene og sal ved akustiske konserter. Endelige målsetninger for høyde på proscenieåpning må modelleres og detaljberegnes. Samspillet mellom orkesterskall, proscenieåpning og hovedreflektor i salen er viktig.

Reflektorer

Det skal benyttes en hovedreflektor plassert foran scenekant, over orkestergrav. Denne er vesentlig for å sikre gode refleksjonsforhold fra scene til sal, samt fra orkestergrav til scene og sal. Den er også svært viktig for samspillet mellom dirigent og orkester i orkestergrav og mot artister/sangere på scenen. Reflektorens dimensjoner og utforming må prosjekteres nærmere. Den skal være justerbar i høyde og vinkel (mulighet for tilt).

Sentralt i rommet skal det bygges en fast (ikke regulerbar) reflektor som sørger for refleksjoner ned mot publikumsflatene. Reflektoren er sirkulær, med buede kanter, som en toroide. Detaljert utforming og plassering vil bli viktig å detaljberegne og justere. Reflektoren skal også skjule lysrigger plassert sentralt i rommet.

Variabel akustikk

Det skal etableres tiltak for variabel romakustikk i Store sal, slik at etterklangstiden kan reduseres ned mot ca. 1,2 sekunder. For å kunne oppnå denne målsetningen må det påregnes omfattende bygningstekniske tiltak. Det skal videre vurderes hvordan man skal oppnå dette, og mulige tiltak som er diskutert er:

1. Egenskapene til veggflater på sidevegger primært, og bakvegg, kan endres fra reflekterende til absorberende. Dette kan oppnås med motoriserte tepper. Det må benyttes spesielle produkter som er utviklet for dette formålet. Tiltaket har mest effekt ved mellom- og høye frekvenser.
2. Variable bassabsorbenter på undersiden av takkonstruksjon. Prinsippet baserer seg på oppblåsbare luftkanaler og kontrolleres via motoriserte installasjoner.
3. Orkesterskall vil være et vesentlig bidrag ved oppsetning av klassiske konserter på scenen.
4. Punkt 1 og 2 kan oppnås med en integrerte løsninger i veggkledning. Prinsippet baserer seg på spalter i kledning som enten åpnes eller lukkes, og er motorisert. Løsningen må sees i sammenheng med visuell utforming og karakter til rommet.

Orkestergrav

Under er det listet opp noen viktige punkter som må prosjekteres i neste fase:

- Dimensjonerende størrelse på orkester i grav er ca. 60 musikere. Det vil da være behov for ca. 90 m² gulvflate i orkestergrav. Størrelse på løftebord i orkestergrav er 62 m². Det er da behov for ca. 30 m² gulvareal under scenegulv, til orkester.
- Det må benyttes fleksible, flyttbare vegger rundt åpen side av orkestergrav.
- Flyttbare vegger kan enten gå på hjul, eller festes i skinnesystem på undersiden av scenedekket. Hjulgående vegger er mest fleksible. Dersom det velges skinnegående, må skinnesystemet være fleksibelt og gi nok muligheter for ulike posisjoner.
- Det er behov for å begrense størrelsen på orkestergrav med fleksible vegger ut fra størrelse på orkester eller band i graven.
- De fleksible veggene skal ha ulik overflatebehandling på hver side; en absorberende side, og en reflekterende/diffuserende side.
- Årsak til tosidige veggelementer er for å kunne justere lokalt etterklangstid og romforsterkning i orkestergrav. Dette både av hensyn til bedre refleksjonsforhold, redusert risiko for flutterekko, og for å kunne senke støynivået for å redusere risiko for hørselsskader.

Scenetårn

Scenetårn skal dempes i form av veggabsorbenter på 2-3 veggflater. Årsak til demping av scenetårn er å unngå romresonanser i scenetårnet og for å unngå sene refleksjoner fra scenetårn tilbake til scenen. Endelig omfang og plassering må beregnes i detalj i senere fase av prosjektet.

Lydforsterkningsanlegg

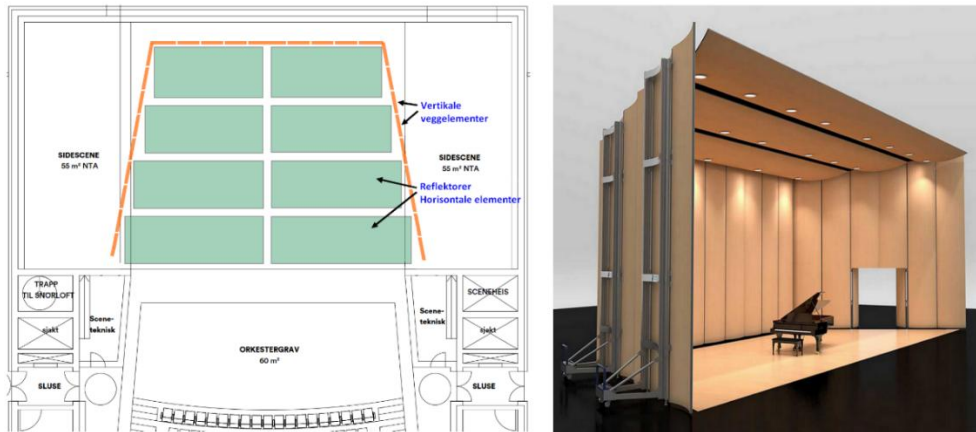
Permanent lydforsterkningsanlegg skal inn i Store sal for å understøtte artister og framføring som har behov for dette for å nå ut til publikum. Det er viktig at dimensjonering og prosjektering av anlegg gjøres i tett samarbeid med akustiker, og må tilpasses rommets romakustiske premisser og tiltak for variabel etterklangstid.

Orkesterskall

Det skal settes inn et orkesterskall ved konserter med klassisk musikk. Skallet skal kunne benyttes når det er fullt orkester, samt ved større og mindre ensembler der det benyttes klassiske instrumenter. Også ved soloopptredener på scene er det aktuelt å benytte orkesterskall. Formålet med orkesterskall er å reflektere lyden fra instrumenter og sangere ut i salen, og begrense at lyden fra sceneområdet forsvinner til sidescener og oppover i scenetårnet. Skallet har også funksjon som bedrer samspillet mellom musikerne på scenen.

Orkesterskallets vertikale vegger skal være flyttbare (på hjul), og det vil være mulig å endre orientering og antall sceneelementer avhengig av hvilket instrumentoppsett som er ønskelig innenfor skallet. Det må vurderes videre hvor mye skallets størrelse skal kunne varieres, eksempelvis ved mindre ensembler, der det kan være ønskelig å begrense gulvarealet på scenen. Høyden på vertikale elementer ligger foreløpig på ca. 7 meter. Det skal utføres detaljert modellering av orkesterskall for å avdekke behov for høyde, behov for eventuell skrå avslutning i topp, og krav til materialer med hensyn på refleksjoner og absorberende/diffuserende egenskaper.

De horisontale reflektorene skal kunne lagres (heises opp) i scenetårnet i vertikal tilstand, og senkes ned til ønsket høyde når orkesterskallet skal benyttes. Antall reflektorer, og oppdeling i mindre elementer må vurderes nærmere. Det må da også vurderes i sammenheng med muligheter for ulike størrelser på skallet. Illustrasjonene i figuren under er til inspirasjon og forståelse for ca. omfang av elementer. Det kreves normalt integrert belysning i horisontale reflektorer over scenen.



Figur 6 Venstre: Illustrasjon av mulig oppdeling av orkesterskall. Høyre: Bilde av et typisk orkesterskall.

6.1.2 Sal 2

Sal 2 skal benyttes som prøvesal og øving for orkester og Opera. Videre skal den også huse konserter med et moderat antall publikum. Det legges vekt på fleksibel bruk, som da også krever et mer dempet rom for noen aktiviteter.

Salen er tidligere også blitt omtalt som Blackbox, og skal i utgangspunktet ha mørke overflater. Himlingshøyden i salen er meget god, noe som legger til rette for gode akustiske egenskaper. Målsetning for etterklangstid i Sal 2 er satt til $T = 0,6 - 1,1$ sekunder (hentet fra forprosjekt 2013/2014). Salen har samme dimensjon som scenearealet i Store sal, samt skal ha port som ivaretar flytting av dekor og andre sceneelementer mellom Sal 2 og Store sal. Noe lenger spenn i etterklangstidsintervallet må vurderes.

Materialer i Sal 2 vil være en kombinasjon av absorberer og diffuserende klednings-elementer. Salen skal ha variabel akustikk. Det vurderes bruk av elektroakustisk klanganlegg. Dersom det skal etableres klanganlegg må grunnakustikken (etterklangstid) prosjekteres ned mot 0,6 sekunder. Dersom det skal benyttes andre former for akustisk regulering, kan det utføres med motoriserte teppeløsninger i kombinasjon med variable bassabsorberer.

Tabellen under viser noen sentrale romparametere som har betydning for romakustikk, med anbefalte verdier fra blant annet NS 8178:2014 (Stort ensemblerom for lydsterk musikk).

Tabell 5 Sal 2 – romparametere

| Sal med amfi og galleri Egenskaper | Anbefaling | Sal 2 | Oppnådd anbefalt parameter |
|---------------------------------------|----------------------------|---|----------------------------|
| Antall seter | - | Ca. 70 stk. | - |
| Antall musikere | - | Opptil ca. 25 stk. + publikum. Opptil 60 musikere. | - |
| Netto midlere romhøyde | > 5 m | 13 m | Ja. |
| Nettovolum, NTV | 30 m ³ / utøver | Ca. 1.800 m ³ | Ja. |
| Nettoareal, NTA | - | Ca. 140 m ² | - |
| Etterklangstid | 1,0 - 1,4 sek. | 0,6 - 1,1 sek. | Ja. |
| Akustisk behandling | D, HA, BA, VA | D, HA, BA, VA | Ja. |

D = Diffusorer, HA = Himlingsabsorberer, BA = Bassabsorberer, VA = Veggabsorberer.

6.1.3 Symfonisal

Primært skal Symfonisal benyttes som prøvesal for orkester og kor. Salen skal romme ca. 60-70 musikere (orkester) og ca. 40 sangere. Romakustikken skal tilpasses øvinger som har som formål å simulere forholdene i Store sal. Målsetning for etterklangstid i Symfonisalen er $T = 0,9-1,2$ sekunder. Materialer vil være en kombinasjon av absorberter og diffuserende kledningselementer. Salen skal ha høyt omfang av diffusorer som bryter opp lyden og forhindrer uønskede refleksjoner og ekkoeffekter. Salen skal ha variabel akustikk, som kan løses med motoriserte spesialtepper eller som en integrert løsning i synlig kledning i rommet.

Tabellen under viser noen sentrale romparametere som har betydning for romakustikk, med anbefalte verdier fra blant annet NS 8178:2014 (Stort ensemblerom for lydsvak musikk).

Tabell 6 Symfonisal – romparametere

| Sal med amfi og galleri Egenskaper | Anbefaling | Symfonisal | Oppnådd anbefalt parameter |
|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------|
| Antall musikere (dim.) | - | Opptil ca. 70 stk. | - |
| Netto midlere romhøyde | ➤ 5 m | 8 m | Ja. |
| Nettovolum, NTV | > 700 m ³ | Ca. 1.570 m ³ | Ja. |
| Nettoareal, NTA | - | Ca. 197 m ² | - |
| Volum pr. person | > 12 m ³ | >> 12 m ³ | Ja. |
| Etterklangstid | 1,5-1,7 sek. | 0,9-1,2 sek. | - |
| Akustisk behandling | D, HA, BA, VA | D, HA, BA, VA | Ja. |

D = Diffusorer, HA = Himlingsabsorbenter, BA = Bassabsorbenter, VA = Veggabsorbenter.

6.1.4 Øvingsrom for musikk

Det skal bygges totalt 10 øvings- og undervisningsrom for musikk. Bruken av øverommene strekker seg fra rom for slagverk, forsterket musikk, lydsterke- og lydsvake instrumenter. Spennet er stort fra slagverk til klassisk gitar, og de ulike musikkgrupper og sammensetninger krever ulik romakustisk behandling.

Øvingsrom for lydsvake instrumenter

I øvingsrom for akustisk lydsvake er det ønskelig å beholde en del romklang slik at denne typen rom vil bli svakt dempet. Det må etableres et relativt stort omfang diffuserende veggelementer i disse rommene. For at det skal være praktisk mulig å oppnå en god romakustikk og etterklangstid for øving med akustiske instrumenter kreves det en netto himlingshøyde på 3,5 – 4 m i disse rommene.

Øvingsrom for lydsterke instrumenter

Akustisk lydsterke musikkøvingsrom vil bli moderat dempet, for å beholde noe ønsket klang, men samtidig begrense romforsterkningen. Begrensning av romforsterkning er viktig for å ivareta hørselen til de som øver. En kombinasjon av dempet himling og absorberter og diffusorer på vegger legges til grunn. Netto himlingshøyde i disse rommene burde være minimum 3,5 m.

Øvingsrom for forsterket musikk

I eksisterende bygg i skolegata 9 skal to rom brukes som øvingsrom for forsterket musikk tiltenkt band og slagverk. Disse rommene har behov for himlingshøyde på minimum 2,4 m etter NS 8178. Disse rommene krever stor grad av akustisk demping både for å redusere etterklangstiden og

lydnivået i rommet. Det er nødvendig med utstrakt bruk av absorberer i himling og på veggflater, samt bassabsorberer.

Undervisningsrom kunst

Felles for mange av øvingsrommene er at de har behov for god netto himlingshøyde. Spesielt gjelder dette ensemblerom for lydsterk og lydsvak musikk der høyden bør være opp mot 4,5-5 meter. Undervisningsrommet er ment for større grupper og kan derfor ansees som et ensemblerom slik at denne himlingshøyden vil være ønskelig. Da dette rommet vil brukes til både lydsvak og lydsterk musikk vil det være naturlig å sikte på en moderat dempingsgrad slik at romforsterkingen og lydnivået begrenses noe. Det må påregnes en kombinasjon av himlingsabsorberer, noe veggabsorberer, bassabsorberer, samt relativt stort omfang av diffuserende veggelementer i dette rommet.

Ved videre prosjektering av øvingsrom for musikk, vil de ulike musikkformer som er prioritert fra brukers side legges til grunn for utforming av akustiske tiltak.

6.1.5 Back-stageområde bak store sal og sal 2

Dette arealet vil fungere som back-stage både for Store sal og for sal 2. Begrensning av mulighet for lydsmitte mellom disse to saler er kritisk. Det må jobbes videre med portløsninger og eventuelt sluse i Back-stageområde for å oppnå dette. Det vil uansett være viktig med meget god akustisk demping for å begrense lyd fra aktiviteter i dette arealet. Rommet knytter også sammen salene med garderobes og solistgarderobes.

Etterklangstiden må prosjekteres spesielt i Back-stage. Det legges til grunn heldempet himling, og videre må det jobbes med å innføre relativt store felter med veggabsorberer for å dempe lyden i lengderetning av rommet. Det må påregnes ca 80 m² veggabsorberer klasse C i dette området.

6.1.6 Kulturtorget m/fellesarealer

Kulturtorget med tilgrensende fellesarealer vil fungere som hovedkommunikasjonssone i bygget. Himlingshøyden er ca. 8 meter (på det høyeste) og totalt romvolum er relativt stort. Det er tidligere lagt vekt på at disse arealene tåler en del klang, som harmonerer med størrelsen på rommet. Det må allikevel også tas hensyn til aktiviteter som krever et mer dempet rom og egnethet for muntlig kommunikasjon. Området blir også en minglingsone ved arrangementer i Store sal og i Sal 2. Romakustikken blir således et kompromiss mellom ulike typer bruk. Det skal også kunne arrangeres konserter i Kulturtorget, ved å bygge opp scene med flyttbare sceneelementer. Plassering av typisk konsertarrangement må avklares nærmere, slik at romakustiske tiltak tilrettelegger for best mulig musikkopplevelse i rommet.

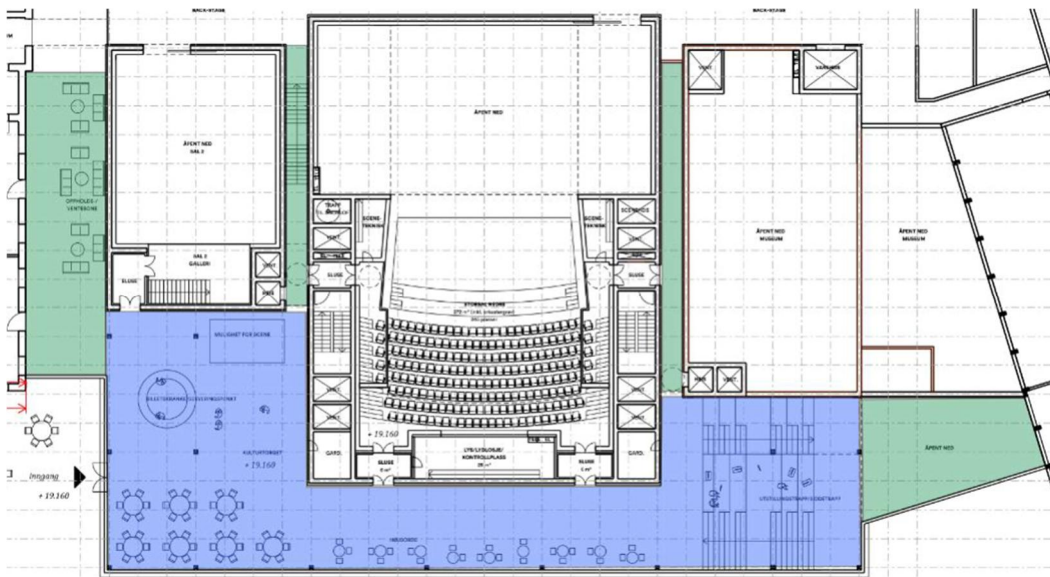
Det vil være store reflekterende glassarealer i fellesarealene og i Kulturtorget, samt et hardt gulv. Det er derfor viktig å jobbe med himlingsflatene og utsiden av Store sal og Sal 2, slik at vi får tilført tilstrekkelig mengde absorpsjon og diffusjon. Utforming av himlingskassetter må vurderes med hensyn på virkningsgrad for absorpsjon, eksempelvis perforert materiale fylt med isolasjon. Utvendig kledning på Store sal og Sal 2 kan utføres med perforerte plater som er lektet ut med duk og isolasjon.

Fellesområder og Kulturtorget vil ved videre prosjektering av romakustikk deles opp i soner, der hver sone vil ha ulike behov for demping.

Det er i skisseprosjektet utført en enkel modellering av kulturtorget for å kunne gjøre en overordnet vurdering av mengde absorberer på vegger som kreves for å oppnå en målsetning til etterklangstid på $T = 1,0-1,2$ sekund.

Det er lagt til grunn følgende for horisontale flater:

- Himlinger markert med grønn farge i figuren under: Systemhimling i absorpsjonsklasse A.
- Himlinger markert med blå farge i figuren under: Kassetthimling med varierende absorpsjonsklasse (det er et uavklart kvalitetsnivå på denne, se oppsett i tabellen under).



Figur 7 Plantegning med markerte himlingsflater i fellesareal og Kulturtorg.

Overordnede krav til absorberenter i Kulturtorget er vist i tabellen under. Det er uthevet at sannsynlig nivå oppnåelig på kassetthimling vil være absorpsjonsklasse B. Det er satt av ca. 20 % av kassetter som ikke-absorberende for paneler med lysinnslipp, tekniske installasjoner mm.

Tabell 7 Oversikt over ca. mengde absorberenter i Kulturtorget

| Kvalitet – kassetthimling | Veggabsorbent absorpsjonsklasse C | Kommentar |
|---------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Absorpsjonsklasse A | 270 m ² | - |
| Absorpsjonsklasse B | 350 m ² | - |
| Absorpsjonsklasse C | 450 m ² | For lite bassabsorpsjon |

6.1.7 Garderober

Normalt har ikke garderober krav til etterklangstid. Men siden det her er snakk om artist- og solistgarderober, vil det forkomme stemmeprøver o.l. i disse rommene. Det er foreløpig satt et krav til $T = 0,2 \times h$ for garderoberne. Endelig målsetning avklares med byggherre og bruker. Det er da spesielt viktig å avdekke eksempelvis hvilke forhold en Operasanger foretrekker. Behov for veggabsorbenter avstemmes i forhold til møbleringsgrad.

6.1.8 Greenroom

Krav til etterklangstid i Greenroom er satt til $T = 0,2 \times h$. Greenroom må dempes med heldekkende absorberende himling, samt et omfang med veggabsorbenter. Det skal tilstrebes en rolig atmosfære i Greenroom. I tillegg kan det forekomme oppvarming (med og uten instrumenter), som krever demping av rom og begrensning av refleksjoner. Endelig prosjektmål for Greenroom må avklares med byggherre og bruker.

6.1.9 Permanent og Temporær utstilling

Krav til etterklangstid i utstillingsrommene er $T = 0,2 \times h$ som med en romhøyde på 6,4 m gir krav 1,3 sekunder. Det vil være nødvendig med heldekkende absorberende himling klasse A. Det vil være nødvendig med veggabsorbenter for å ivareta krav til etterklangstid og for å unngå flutterekko. Mengde og plassering av disse vil være avhengig av inventar og møblering slik at dette må detaljeres videre i prosjektet. Det må i denne fasen likevel påregnes ca. 60 m² veggabsorbenter klasse C i rom for permanent utstilling.

I rom for Temporær utstilling burde det påregnes ca. 40 m² veggabsorbenter. Det vil naturligvis være stor utskifting og variasjon av utstillingsobjekter i dette rommet. Dette fører til at veggabsorbenter i større grad burde benyttes for å kontrollere etterklangstiden, da det er lite fast inventar som kan fungere som absorbenter. Det må avklares videre i hvor stor grad veggabsorbenter kan benyttes i dette rommet, da det ofte i gallerier og utstillinger kreves frie vegger for fleksibilitet til utstillingene, og mulighet til å tilpasse utstillingene ved å male veggene. Dersom vegger ikke kan benyttes til akustiske tiltak vil ikke kravet kunne ivaretas med himlingsabsorbenter alene. I tillegg til å kontrollere etterklangstid, gjør veggabsorbenter også en viktig jobb med å redusere ubehagelig flutterekko som oppstår mellom parallelle reflekterende flater. I dette tilfellet bidrar en skrånstilt vegg positivt til å redusere flutterekko slik at det i utgangspunktet er kun etterklangstid som må kontrolleres med veggabsorbenter.

6.2 Folkets hus

6.2.1 Sambruk Bibliotek/Museum

Dette rommet vil kunne brukes som undervisnings-/formidlingsrom, og vil derfor ha krav til etterklangstid 0,5 sekunder. Det vil være behov for heldekkende himling i absorpsjonsklasse A. Det er ikke avklart om det vil være en naturlig fast taleposisjon i en formidlingssituasjon. Tegningene i skisseprosjektet viser en situasjon med publikum vendt i retning lageret, med kaféen bak seg. Det vil være behov for absorbenter på bakveggen (mot billettsalg/kafé) og en av sideveggene. Det må påregnes ca. 15 m² med veggabsorbenter klasse C. Det kan også bli behov for noen diffuserende elementer i dette rommet.

6.2.2 Bibliotek

I områdene til biblioteket vil det være viktig med et kontrollert og lavt støynivå, noe som oppnås med utstrakt bruk av lydabsorpsjon. Heldekkende himling i absorpsjonsklasse A sammen med veggabsorbenter vil være nødvendig. Plassering av veggabsorbenter må sees på i sammenheng med innredning og soneinndeling når dette foreligger. Veggflater rundt leseplasser vil være naturlige steder å plassere veggabsorbenter. Eventuell polstret møblering vil også bidra positivt til lydabsorpsjon.

Det må påregnes følgende mengder veggabsorbenter klasse C i bibliotekarealene:

- Barneavdeling: Ca. 25 m²
- Voksenavdeling: Ca. 60 m²
- Ungdomsavdeling: Ca. 25 m²

6.2.3 Verksted

Verksted ligger i tilknytning til Mottak/utpakking og Back-stage. Endelig bruk av verksted med hensyn på avgitte støynivå, type aktiviteter mm. må avklares før krav settes til rommet. Begrensning av støy mot tilgrensende arealer krever et dempet rom, spesielt når dør til Verksted står åpen. Det må påregnes heldekkende absorberende himling i absorpsjonsklasse A. Videre burde 1-2 vegger ha absorpsjon, men mengder og plassering av dette må avklares ift. bruken av rommet og behov for utstyr/materialer på eller inntil vegger.

6.2.4 Kafé/Butikk/Lese plasser bibliotek

Dette er det første rommet etter hovedinngangen og vil ha flere funksjoner, som kafé, butikk, billettsalg, lese plasser, og vrangleareal. En naturlig del av denne flerbruken vil være noe høye lyd nivåer som en naturlig del av den totale romopplevelsen. En heldekkende absorberende himling klasse A vil holde dette på akseptable nivåer. Det kan med fordel i tillegg plasseres veggabsorbenter rundt lese plassene slik at disse plassene til en viss grad oppleves separert fra inngangspartiet. Det må påregnes ca. 20 m² veggabsorbent i absorpsjonsklasse C i dette området.

6.2.5 Kontorer og møterom

Det må benyttes heldekkende absorberende himling i absorpsjonsklasse A i disse rommene. I møterom må det i tillegg påregnes veggabsorbenter som utgjør ca. 15 % av gulvareal

6.2.6 Kontorlandskap

Det må påregnes heldekkende absorberende himling absorpsjonsklasse A og ca. 30 m² veggabsorbenter.

6.2.7 Kantine

Det må påregnes heldekkende absorberende himling absorpsjonsklasse A og ca. 20 m² veggabsorbenter. Møblering i kantine er viktig for lokal absorpsjon, og for å skape gode kommunikasjonsområder. Endelig plassering av absorbenter må sees i sammenheng med fast møblering og soneinndeling i kantine.

6.3 Skolebygget

6.3.1 Ballettsaler

Endelig krav til etterklangstid i ballettsalene må avklares med bruker. Det er avhengig av om det skal brukes akustisk akkompagnement eller kun forsterket. Med akustisk akkompagnement vil det være ønskelig med noe lengre etterklang enn kun bruk av forsterket musikk. Foreløpig beregnes det med utgangspunkt i bruk av PA og dermed et strengere krav til demping av etterklngen i rommene.

Det finnes ingen standardiserte krav denne typen saler, men anbefalinger fra NS 8178 for musikkøvingsrom for forsterket musikk kan brukes som et utgangspunkt, gitt at det er i hovedsak PA som brukes. NS 8178 angir øvre og nedre grense, men disse salene er ikke bandrom slik at det med fordel kan være noe mindre dempet enn et musikkøvingsrom. Derfor kan øvre grense være en god målsetning.

I alle ballettsalene forutsettes det heldekkende absorberende himling og det må påregnes følgende mengder veggabsorbenter klasse C:

| Ballettsal | Areal | Krav til etterklangstid | Mengde veggabsorbenter |
|----------------------------|--------------------|-------------------------|------------------------|
| Skolegata plan 01 (2 stk.) | 85 m ² | 0,7 s | Ca. 40 m ² |
| Skolegata plan 02 | 150 m ² | 0,8 s | Ca. 60 m ² |
| Ballettsal 4 (nybygget) | 55 m ² | 0,5 s | Ca. 20 m ² |

Veggabsorbenter bør fordeles over minimum én langvegg og én kortvegg for å unngå ubehagelig flutterekko som oppstår mellom parallelle reflekterende/harde flater. Ved bruk av speilvegger blir det spesielt viktig med absorbenter på motsatt vegg på grunn av dette. Dersom ballettsalene ikke skal dempes så mye som lagt til grunn her, må deler av absorberende flater byttes ut til diffuserende paneler/spilepanel uten absorpsjon eller tilsvarende.

7. TEKNISKE INSTALLASJONER

7.1 Prosjektspesifikke krav til teknisk støy

Tabellen under angir prosjektspesifikke krav. Kravene vil kunne justeres i kommende prosjekteringsfaser.

Tabell 8 Spesialrom, innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

| Rom | Målestørrelse | Klasse C / prosjektkrav | NR |
|----------------------------|---------------------|----------------------------|----|
| Store sal | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 20 | 15 |
| Scene | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 20 | 15 |
| Orkestergrav | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 20 | 15 |
| Sidescene | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 25 | 20 |
| Scenekjeller | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 25 | 20 |
| Sal 2 | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 25 | 20 |
| Symfonisal | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 25 | 20 |
| Øvingsrom for musikk | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 25 | 20 |
| Lys/Lydlosje/Kontrollplass | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 25 | 20 |

Tabellen viser krav til maksimalverdier som som oftest er dimensjonerende. Det stilles også krav til ekvivalente støynivå. Det er også krav til NR (Noise Rating), frekvensfordelt krav til teknisk støy.

7.2 Sceneteknisk utstyr i saler

Krav til teknisk støy i salene er svært viktig at overholdes. Eksempler på sceneteknisk utstyr er scenebelysning og lyskastere, PA-anlegg, teppetrekk, scenevinsjer, punkttrekk, taljer og trosser osv. I samme kategori kommer også løftebord til orkestergrav.

Sceneteknisk utstyr må velges ut fra kriterier for salen med hensyn på teknisk støy. Det vil allikevel være noen scenetekniske installasjoner som kan overstige angitte grenseverdier, men disse må da være vurdert opp mot praktisk bruk, og om de skal kjøres under forstilling eller ikke. Det er AIX som prosjekterer scenetekniske installasjoner, og det er derfor viktig med tett dialog rundt dette temaet i videre prosjektering.

7.3 Annet teknisk utstyr i salene

Tekniske installasjoner i salene som er en del av nødvendig drift er eksempelvis ventilasjon, spjeld i kanaler, VAV, avløpsrør, elektroforinger, belysning etc. Det er særdeles viktig at alle fag som har teknikk i salene har høyt fokus på å velge støysvake installasjoner. Høyt nivå på prosjektering er nødvendig for å sikre at alle lydkilder ligger med margin under det samlede kravet til teknisk støy. Spesielt viktig er ventilasjonsløsning som sikrer lav lufthastighet, store nok tverrsnitt og få elementer som skaper turbulens i kanalene. Innblåsningsprinsipp og gode nok avslutninger ved ventiler og rister er avgjørende.

Rørinstallasjoner med rennende vann, avløpsrør eller tilsvarende må unngås at legges i salene. Dersom rørinstallasjoner må innom spesialrommene for musikk, må det påregnes omfattende kompensierende tiltak i form av innkassinger eller tilsvarende.

Elektroinstallasjoner som kan avgi støy må unngås. Belysning må velges med omhu for å unngå summing fra armaturer, eksempelvis ved dimming.

7.4 Snorloft

I toppen av scenetårnet etableres det rom for plassering av scenevinsjer og annet sceneteknisk utstyr. Totalt antall vinsjer og type materiell avklares i neste prosjekteringsfase. Sammen med taljesystemet i scenetårnet utgjør dette snorloftet. Støynivå fra vinsjene må begrenses ut til scenetårnet og ned mot scene og sal. Krav til luftlydisolasjon til horisontalt dekke og vertikal vegg må avklares når endelige støynivå fra vinsjene foreligger. Foreløpig er det lagt til grunn ca. R'_w 44 dB for vertikal vegg, noe høyere for dekket. Detaljer rundt hvordan vaiere passerer lydskillet må utarbeides. Lukkede rom i snorloft må dempes ned for å begrense støy ut fra rommet. Dempetiltak tilpasses frekvensfordelt avgitt støy fra maskineri.

Vinsjer må ha vibrasjonsisolert innfesting slik at man unngår fare for strukturlyd i scenetårnets bæresystem. Det er aktuelt å etablere tungt flytende gulv i tekniske rom for sceneutstyr.

7.5 Støy fra tekniske rom til Store sal

Det ligger tekniske rom under og over Store sal. Det er svært viktig å ha fullstendig kontroll på støynivå fra tekniske rom til salen, inkludert strukturstøy og vibrasjoner som kan forplante seg i bærekonstruksjonen.

I teknisk rom i etasje 05 må det etableres tungt flytende gulv over betongkonstruksjonen (dekke mot Store sal). Dimensjonering må utføres i detalj.

Teknisk rom i etasje U1 ligger med gulv på grunn. Her er det viktig av gulv på grunn dekke ligger fritt fra alle bærekonstruksjoner.

Videre skal det inn ventilasjon fra teknisk rom i kjeller til undersiden av fast amfi. Amfikonstruksjonen skal brukes som kammer for ventilasjon. Angrepsvei og kompensere tiltak for å begrense støy fra installasjoner i teknisk rom til underside amfi må detaljeres. Det må benyttes lydfeller og innkassinger for å oppnå dette. Det blir også særdeles viktig å kontrollere hastighet på lufttilførsel under amfi og hvordan tilluftsrister i opptrinn dimensjoneres.

Det vil være aktuelt å dempe ned begge de tekniske rommene med absorberer for å redusere totalt støynivå i tekniske rom. Ved videre prosjekteringsfaser må støyreduksjon mellom tekniske rom og Store sal få høyt fokus.

7.6 Ventilasjon – RIV

Det er gjennomført overordnede vurderinger av hovedføringsveier i samråd med ventilasjonsrådgiver. Det er fokusert på å finne gode føringsveier både vertikalt og horisontalt. Det er viktig med videre avklaringer mot ventilasjon, da det er kritisk for lydprosjekteringen.

Det er avklart med RIV at spesialrom kjøres på separate aggregater. Men eksempelvis musikkøvingsrom kjøres på samme aggregat. Der ventilasjonskanaler føres parallelt i sjakter må det vurderes nærmere om kanalene må skilles fysisk for å unngå lydsmitte mellom kanaler.

7.6.1 Ventilasjonsaggregater, kjøleaggregater

Strukturbåren støy fra ventilasjonsaggregater kan forhindres ved elastisk opplagring på egnede dempere, eller ved å plassere aggregatene på tungt flytende gulv. For moderne ventilasjonsaggregater vil normalt begge alternativer kunne tilfredsstille forskriftskrav.

Dersom støyen er utpreget lavfrekvent eller aggregatene har masse av samme størrelsesorden som tenkt påstøp, er opplagring på stålfjærer, evt. luftfjærer, å foretrekke. Stivheten til dempesystemet må tilpasses aggregatenes masse slik at resonansfrekvensen til systemet kommer under 10 Hz for å dempe alle hørbare frekvenser. Aggregater plasseres minimum 50 cm fra lettvegger.

Dersom mesteparten av energien er i det midlere eller høyere frekvensområdet (over 100Hz) vil tungt flytende gulv kunne gi like godt resultat. Tungt flytende gulv vil også bidra til en forbedret luftlydisolasjon.

7.7 Avløp og sjakter

7.7.1 Spesialrom

I forbindelse med spesialrom (saler, øvingsrom m.fl.) er det kritisk at ikke avløp eller taknedløp o.l. ligger i direkte tilknytning til rommene. Slike installasjoner skal tilstrebes å føres utenfor/rundt spesialrom.

7.7.2 Generelt

Sjaktvegger isoleres, avhengig av type avløpsrør og støynivå i sjakter. Avløpsrør av støpejern eller plast med lydisolerende fyllstoffer er en fordel. Dette vurderes som en helhet sammen med utførelse av sjaktvegger.

Normalt vil det være tilstrekkelig med sjaktvegger av følgende oppbygning:

- 2 lag 13 mm gips
- 50 mm mineralull

Dersom det etableres sjakter i forbindelse med byggets saler eller musikkrom må det påregnes oppdimensjonerte sjaktkonstruksjoner tilpasset tilgrensende roms krav til teknisk støy. Rør og kanaler må kun festes i dekkene eller i bærende betongkonstruksjoner med vibrasjonsdempede fester og ikke i sjaktvegger.

Dersom det skal benyttes felles avløp anbefales det å unngå høye fall og brå vinkler da det vil generere høyere støynivåer fra rørene. Generelt bør vannstrømmen følge rørveggen. Type rør med hensyn på tyngde er også viktig for resulterende støynivå i tilliggende boenhet. Anbefalinger i Sintef Byggforsk detaljblad 553.182² må følges.

7.8 Heis

Det stilles ikke konkrete krav til vegg mellom heis og andre rom, men krav til maks. støy fra tekniske anlegg må innfris. Dersom det for eksempel brukes 200 mm betong i heissjaktene, vil dette normalt være godt nok til at luftbåren støy ikke overstiger grenseverdien.

Heismaskiner må i tillegg vibrasjonsisoleres, f.eks. ved myke gummibaserte vibrasjonsisolatorer. Helst bør heismaskinen stå på et vibrasjonsisolert betongfundament. Releene må også vibrasjonsisoleres. Heisleverandør må sørge for at heis og maskin innfris gjeldene krav. Dette må det foreligge dokumentasjon på når leverandør er valgt.

² Sintef Byggforsk byggdetaljblad 553.182 *Støy fra avløpsinstallasjoner*

7.9 Port for varelevering

Strukturlydoverføring fra porter kan være et problem dersom det ikke tas tilstrekkelig hensyn til dette ved prosjektering og montering av porten. Lydnivået skal ikke overstige grenseverdiene for støy fra tekniske installasjoner. Et mulig tiltak for å redusere strukturoverføring fra en port betydelig er å montere porten på vibrasjonsdempere av gummi e.l. Leverandøren av porten bør kunne levere tilpassede dempere.

7.10 Støy fra egne tekniske installasjoner til naboer

Eventuelle inntak til og avkast fra ventilasjon etc. må plasseres og utformes slik at ikke eget eller nabobygg får støynivå over grenseverdiene fra tekniske installasjoner. Dette gjelder både utendørs og innendørs grenseverdier for støy fra tekniske installasjoner i samme bygning og i annen bygning.

8. KRAV OG RETNINGSLINJER

I «Teknisk forskrift etter Plan- og bygningsloven» (TEK) er det gitt funksjonskrav for lyd, støy og akustiske forhold i bygninger. TEK (og den tilhørende veiledningen) henviser til norsk standard NS 8175 «Lydforhold i bygninger - Lydklassifisering av ulike bygningstyper» som angir tallfestede krav til lydisolasjon, begrenning av støy osv.

NS 8175 har 4 lydklasser D - A, der klasse A gir de strengeste kravene. TEKs funksjonskrav ansees som oppfylt for søknadspliktige tiltak dersom lydklasse C i standarden er innfridd. Derfor er bare klasse C gjengitt i dette kapittelet.

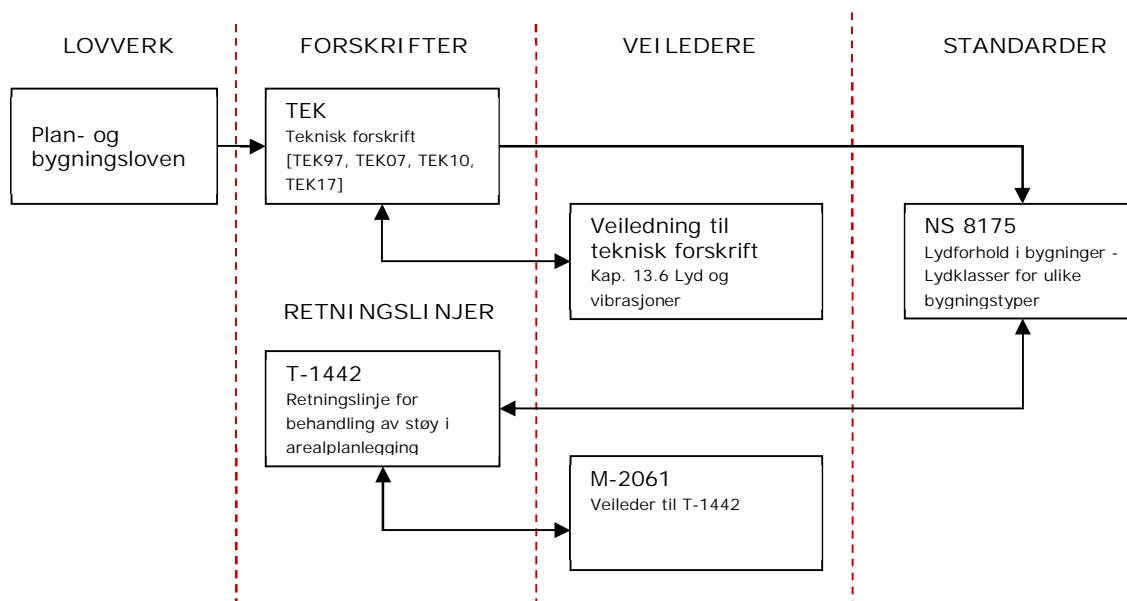
Når det gjelder utendørs støy fra andre kilder enn tekniske installasjoner henviser NS 8175 videre til grenseverdiene i «Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging» (T-1442) som er beskrevet nedenfor. Veiledningen til T-1442: 2021 heter M-2061 og gir viktige utfyllende opplysninger.

Det er egne prosjektkrav for flere av romtypene i prosjektet.

For alle rom som skal benyttes til musikk bør NS 8178:2014 «Akustiske kriterier for rom og lokaler til musikkutøvelse» legges til grunn ved detaljprosjektering av romakustiske forhold.

De for tiden gjeldende versjonene av forskrifter og standarder er Teknisk forskrift utg. 2010 (TEK17), NS 8175:2012 og T-1442:2021.

Figur 8 Gjeldende lovverk, forskrift, veileder og standard.



8.1 Luftlydisolasjon

Luftlydisolasjon er en konstruksjons evne til å isolere mot luftlydoverføring i bygninger. Målestørrelsen, R'_w , oppgis i desibel (dB), og angir veid feltmålt lydreduksjonstall. Høy verdi for luftlydisolasjon angir en god konstruksjon. At målestørrelsen er feltmålt vil si at den også inkluderer flanketransmisjon mellom rom i ferdige bygg.

Nedenfor gjengis de grenseverdiene fra NS 8175 som gjelder for dette prosjektet.

Tabell 9 NS 8175:2012 Lydklasser for bygninger til undervisningsformål. Luftlydisolasjon

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|---|---------------|----------|
| Mellom undervisningsrom Mellom undervisningsrom og personalrom/fellesareal/felles oppholdsrom, samt mellom personalrom og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor uten dørforbindelse | R'_w (dB) | 48 |
| Mellom undervisningsrom og kommunikasjonsvei som fellesgang/korridor med dørforbindelse | R'_w (dB) | 35 |

Tabell 10 NS 8175:2012 Lydklasser for spesialrom i skoler og bygninger til undervisningsformål.

Luftlydisolasjon

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|---|---------------|----------|
| Mellom spesialrom som musikkrom, formidlingsrom, rom for kroppøving, enkel lydstudio eller et annet spesialrom med støyende aktiviteter, og et annet undervisningsrom/personalrom/fellesareal | R'_w (dB) | 60 |
| Mellom spesialrom som nevnt ovenfor, og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse | R'_w (dB) | 50 |
| Mellom musikkrom for elektrisk forsterket musikk, slagverksrom osv. og et annet undervisningsrom og lignende | R'_w (dB) | 70 |
| Mellom spesialrom som nevnt ovenfor, og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse | R'_w (dB) | 55 |
| Mellom større undervisningsrom/auditorium og et annet undervisnings- og personalrom | R'_w (dB) | 55 |
| Mellom større undervisningsrom/auditorium som foran, og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse | R'_w (dB) | 50 |

Tabell 11 NS 8175:2012 Lydklasser for kontorer. Luftlydisolasjon

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|---|---------------|----------|
| Mellom kontorer | | |
| Mellom kontor og fellesareal/ kommunikasjonsvei, som fellesgang, korridor uten dørforbindelse | R'_{w} (dB) | 37 |
| Mellom et vanlig kontor som foran, og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse | R'_{w} (dB) | 24 |
| Mellom møterom og et annet rom/korridor uten dørforbindelse | R'_{w} (dB) | 44 |
| Mellom møterom og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse | R'_{w} (dB) | 34 |
| Mellom samtalerom, legekontor, kontor med behov for konfidensielle samtaler og et annet rom, samt møterom med videokonferanse uten dørforbindelse | R'_{w} (dB) | 48 |
| Mellom rom som foran, med behov for konfidensielle samtaler og korridor med dørforbindelse | R'_{w} (dB) | 34 |

8.2 Trinnlydnivå

Trinnlydnivå er en konstruksjons evne til å overføre lyd fra fottrinn og dunking i bygninger. Målestørrelsen, $L'_{n,w}$, oppgis i dB, og angir feltmålt veid normalisert trinnlydnivå. Høye trinnlydnivå oppstår normalt ved overføring vertikalt gjennom dekker, men det er viktig å merke seg at horisontale overføringsveger også må tas hensyn til. Her kommer blant annet viktigheten av å bryte dekker mellom innvendige skillevegger. Lav verdi for trinnlydnivå angir en god konstruksjon.

Nedenfor gjengis de grenseverdiene fra NS 8175 som gjelder for dette prosjektet.

Tabell 12 NS 8175:2012 Lydklasser for bygninger til undervisningsformål. Trinnlydisolasjon

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|---|-----------------|----------|
| Mellom to undervisningsrom/personalrom | | |
| I undervisningsrom/personalrom fra fellesareal/felles oppholdsrom | $L'_{n,w}$ (dB) | 63 |
| I undervisningsrom/personalrom fra kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor/trapperom | $L'_{n,w}$ (dB) | 58 |

Tabell 13 NS 8175:2012 Lydklasser for spesialrom i skoler og bygninger til undervisningsformål.

Trinnlydisolasjon

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|---|-----------------|----------|
| Mellom spesialrom som musikkrom, formingsrom, rom for kroppsøving, enkel lydstudio eller et annet spesialrom med støyende aktiviteter | $L'_{n,w}$ (dB) | 53 |
| I undervisningsrom/personalrom/fellesareal fra spesialrom (som over) | | |
| I spesialrom som foran fra kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse | $L'_{n,w}$ (dB) | 58 |
| Mellom større undervisningsrom/auditorium og et annet undervisnings- og personalrom | $L'_{n,w}$ (dB) | 48 |
| I spesialrom som foran fra kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse | $L'_{n,w}$ (dB) | 53 |

Tabell 14 NS 8175:2012 Lydklasser for kontorer. Trinnlydisolasjon

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|---|-----------------|----------|
| Mellom kontorer | $L'_{n,w}$ (dB) | 63 |
| Mellom et kontor og møterom | | |
| I kontor fra kommunikasjonsvei, som fellesareal/fellesgang/korridor | | |
| I møterom fra kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor | $L'_{n,w}$ (dB) | 58 |

8.3 Etterklangstid

Den tiden det tar for lydtryknivået å avta 60 dB etter at lydkilden er stoppet. Angis med målestørrelsen T og med enheten sekunder (s). Kort etterklangstid oppnås i rom med høy akustisk absorpsjon.

Nedenfor gjengis de tabellene fra NS 8175 som inneholder disse grenseverdiene.

Tabell 15 NS 8175:2012 Lydklasser for bygninger til undervisningsformål. Romakustikk

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|---|---------------|-----------------|
| I undervisningsrom, sløydsal, møterom | T (s) | 0,5 |
| I større undervisningsrom/auditorium og undervisnings- og personalrom | T_h (s) | $0,20 \times h$ |

For salene, musikkøvingssrommene, samt ballettsalene gjelder det egne prosjekteringsmål for etterklangstid. Dette er beskrevet i egne kapitler.

Tabell 16 NS 8175:2012 Lydklasser for kontorer. Romakustikk

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|--|---------------|-----------------|
| I kontor, møtelokale | T_h (s) | $0,20 \times h$ |
| I kontorlandskap og videokonferanserom | T_h (s) | $0,16 \times h$ |

Tabell 17 NS 8175:2012 Lydklasser for resepsjoner, henvendelsespunkter, foajeer, ventearealer, inngangspartier o.l. Romakustikk og innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

| Type brukerområde/ type grenseverdi | Målestørrelse | Klasse C |
|---|---------------------|-----------------|
| Midlere lydabsorpsjonsfaktor i resepsjon og annet henvendelsespunkt, foajé, venteareal og inngangsparti, o.l. | $\bar{\alpha}$ | 0,20 |
| Høyeste etterklangstid i resepsjon og annet henvendelsespunkt, foajé, venteareal og inngangsparti o.l., relatert til rommets høyde | T_h (s) | $0,20 \times h$ |
| Lydnivå i resepsjon og annet henvendelsespunkt, foajé, venteareal og inngangsparti o.l. fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning | $L_{p,A,T}$ (dB) | 30 |
| | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 32 |

Tabell 18 NS 8175:2012 Lydklasser for kommunikasjonsveier. Romakustikk og innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

| Type brukerområde/ type grenseverdi | Målestørrelse | Klasse C |
|---|---------------------|-----------------|
| Midlere lydabsorpsjonsfaktor i transportareal, korridor, svalgang, fellesgang o.l. | $\bar{\alpha}$ | 0,15 |
| Høyeste etterklangstid i kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang o.l., relatert til rommets høyde | T_h (s) | $0,27 \times h$ |
| Lydnivå i kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang o.l. fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning | $L_{p,A,T}$ (dB) | 38 |
| | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 40 |

Tabell 19 NS 8175:2012 Lydklasser for trapperom. Romakustikk og innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

| Type brukerområde/ type grenseverdi | Målestørrelse | Klasse C |
|---|---------------------|----------|
| Etterklangstid i trapperom | T (s) | 1,0 |
| Lydnivå i trapperom fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning | $L_{p,A,T}$ (dB) | 38 |
| | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 40 |

Tabell 20 NS 8175:2012 Lydklasser for museer, biblioteker, kunstgallerier o.l. Romakustikk og innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

| Type brukerområde/ type grenseverdi | Målestørrelse | Klasse C |
|---|---------------------|-----------------|
| Midlere lydabsorpsjonsfaktor i museum, bibliotek, mediatek o.l. | $\bar{\alpha}$ | 0,20 |
| Høyeste etterklangstid i museum, bibliotek, mediatek o.l. relatert til rommets høyde | T_h (s) | $0,20 \times h$ |
| Lydnivå i museum, bibliotek, mediatek, kunstgalleri o.l. fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning | $L_{p,A,T}$ (dB) | 33 |
| | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 35 |

8.4 Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

Med teknisk installasjon menes installasjon, utendørs eller innendørs, som ventilasjonsanlegg, heis, varmeanlegg, kjøleanlegg, sanitæranlegg, sentralstøvsuger, varmepumpe og andre lignende installasjoner som er nødvendige for bygningens drift. Lydnivå beskriver styrken av lyd eller støy. Målestørrelsene oppgis i desibel (dB re. 20 μ Pa):

- $L_{p,A,T}$ er A-veid ekvivalent lydtryknivå
- $L_{p,AF,max}$ er A-veid maksimalt lydtryknivå

A-veid lydtryknivå innebærer å benytte en veiekurve som er tilpasset menneskets hørsel ved normale lydnivå. Menneskeøret er ikke like følsomt ved lave frekvenser, slik at disse dempes betydelig. Ekvivalent nivå er tidsmidlet over en periode T (f.eks. 12 timer). Maksimalt nivå er høyeste observerte lydtryknivå over en gitt måleperiode.

Nedenfor gjengis de grenseverdiene fra NS 8175 som gjelder for dette prosjektet.

Tabell 21 NS 8175:2012 Lydklasser for bygninger til undervisningsformål i brukstid. Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|---|---------------------|----------|
| I undervisningsrom, landskap og møterom fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning | $L_{p,A,T}$ (dB) | 28 |
| | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 30 |
| I musikkrom/sal/lydstudio og lignende fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning | $L_{p,A,T}$ (dB) | 23 |
| | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 25 |

Tabell 22 NS 8175:2012 Lydklasser for kontorer i brukstid. Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|--|---------------------|----------|
| I kontor, fellesareal og møterom fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning | $L_{p,A,T}$ (dB) | 33 |
| | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 35 |
| I videokonferanserom | $L_{p,A,T}$ (dB) | 28 |
| | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 30 |

Tabell 23 NS 8175:2012 Lydklasser for kommunikasjonsveier. Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|---|---------------------|----------|
| Lydnivå i kommunikasjonsvei, som transportareal, korridor, fellesgang o.l. fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning | $L_{p,A,T}$ (dB) | 38 |
| | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 40 |

Tabell 24 NS 8175:2012 Lydklasser for trapperom. Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|---|---------------------|----------|
| Lydnivå i trapperom fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i annen bygning | $L_{p,A,T}$ (dB) | 38 |
| | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 40 |

8.5 Innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder

Med utendørs lydkilde menes lydkilde som ikke er integrert del av en bygning, som vegtrafikk, tog, fly, trikk, industri o.l., samt strukturlyd fra tunneler og kulverter med vegtrafikk og skinnegående trafikk. Oppgis i A-veid ekvivalent lydtryknivå, $L_{p,Aeq,T}$ med enheten desibel (dB re. 20 μ Pa).

Nedenfor gjengis de grenseverdiene fra NS 8175 som gjelder for dette prosjektet.

Tabell 25 NS 8175:2012 Lydklasser for bygninger til undervisningsformål i brukstid. Innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|---|------------------|----------|
| I undervisningsrom/møterom fra utendørs lydkilder | $L_{p,A,T}$ (dB) | 30 |

Tabell 26 NS 8175:2012 Lydklasser for kontorer i brukstid. Innendørs lydnivå fra utendørs lydkilder

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|--|------------------|----------|
| I kontor og møterom fra utendørs lydkilder | $L_{p,A,T}$ (dB) | 35 |

8.6 Lydnivå på uteareal – grenseverdi

Når det gjelder utendørs støy fra andre kilder enn tekniske installasjoner henviser NS 8175 videre til grenseverdiene i «Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging» (T-1442).

Nedenfor gjengis de grenseverdiene fra NS 8175 og T-1442 som gjelder for dette prosjektet.

Tabell 27 NS 8175:2012 Lydklasser for bygninger til undervisningsformål i brukstid. Innendørs lydnivå fra tekniske installasjoner og fra utendørs lydkilder

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|---|--|--------------------------------|
| Lydnivå på uteoppholdsareal og utenfor vindu fra tekniske installasjoner i samme bygning og i annen bygning | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 40 |
| Lydnivå på uteoppholdsareal fra utendørs lydkilder | L_d eller L_{de} , $L_{p,AF,max,95}$, $L_{p,AS,max,95}$, $L_{p,Ai,max}$ (dB) for støysone | Nedre grenseverdi for gul sone |

Tabell 28 NS 8175:2012 Lydklasser for kontorer i brukstid. Lydnivå utenfor vindu fra tekniske installasjoner

| Type brukerområde | Målestørrelse | Klasse C |
|--|---------------------|----------|
| Lydnivå utenfor vindu fra tekniske installasjoner i samme bygning eller i en annen bygning | $L_{p,AF,max}$ (dB) | 45 |

8.7 Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442)

Over er det gjengitt tabeller med lydkrav til ulike arealer i bygget, både innendørs og utendørs i henhold til NS 8175. Her vises det til rød og gul støysone som er beskrevet i T-1442.

T-1442 er koordinert med støyreglene som er gitt etter forurensningsloven og teknisk forskrift til plan- og bygningsloven. Denne anbefaler at det beregnes to støysoner rundt vesentlige støykilder som veger, jernbaner, industri m.m., en rød og en gul sone:

- Rød sone: Angir et område som ikke er egnet til støyfølsomme bruksformål, og etablering av ny støyfølsom bebyggelse skal unngås. Skolebygg regnes som støyfølsom bebyggelse.
- Gul sone: Vurderingssone hvor støyfølsom bebyggelse kan oppføres dersom avbøtende tiltak gir tilfredsstillende støyforhold.

Nedre grenseverdi for hver sone er gitt i tabellen nedenfor.

Tabell 29 Kriterier for soneinndeling. Alle tall i dB, frittfeltsverdier.

| Støykilde | Støysone | | | |
|-----------|-------------------|--|-------------------|--|
| | Gul sone | | Rød sone | |
| | Utendørs støynivå | Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 – 07 | Utendørs støynivå | Utendørs støynivå i nattperioden kl. 23 – 07 |
| Veg | 55 L_{den} | 70 L_{5AF} | 65 L_{den} | 85 L_{5AF} |

L_{5AF} er et statistisk maksimalnivå som overskrides av 5 % av støyhendelsene.

8.8 NS 8178:2014 Akustiske kriterier for rom og lokaler til musikkutøvelse

NS 8178 angir kriterier for lydforhold i rom og lokaler som skal benyttes til musikkutøvelse, både øving og framføring. Standarden deler inn i tre ulike musikkformer, forsterket musikk, lydsterk musikk og lydsvak musikk (se definisjoner under). For alle musikkformer er det viktig med tilpasset/gunstig romstørrelse, jevn etterklangstid som funksjon av frekvens, god lydisolasjon mellom rommene og kontroll av repeterte refleksjoner, vinkling av flater, diffusjon og lydspredende elementer for å unngå flutterrekko.

Ulike øvingsrom og fremføringslokaler må ha en romforsterkning (G) som er tilpasset instrumenttyper og ensemblestørrelse. Dersom et rom er for lite og etterklangstiden for lang kan dette føre til for høye lydnivåer og fare for hørselskader. Hvis rommet er for stort og har for kort etterklangstid blir lyden for svak. Det er derfor viktig at musikkrom dedikeres til en musikkform og antall instrumenter, og tilpasses til dette formålet.

8.8.1 NS 8178:2014 Definisjoner

- Forsterket musikk er formidlet via et forsterkeranlegg.
- Akustisk lydsterk musikk produserer kraftig lyd. Eksempler er messingblåseinstrumenter, perkusjon eller slagverk, piano, storband og operasang.
- Akustisk lydsvak musikk spilles med akustiske instrumenter som treblåseinstrumenter, strykeinstrumenter, samt sang.
- Øvecelle er rom for egenøving eller undervisning for 1-2 utøvere.
- Lite ensemblerom er øvingsrom for 3-12 utøvere.
- Mellomstort ensemblerom er øvingsrom for 12-24 utøvere.
- Stort ensemblerom er øvingsrom for mer enn 25 utøvere.
- Romforsterkning G er akustisk respons av et rom angitt som lydtrykknivå fra en rundstrålende lydkilde relativt til lydtrykknivå fra samme lydkilde i en avstand på 10 m i et fritt felt.

8.8.2 NS 8178:2014 Kriterier for rom for ulike musikkformer

Tabellene angir egenskaper for øvingsrom og framføringssaler.

Tabell 30 Egenskaper og krav for øvingsrom for forsterket musikk.

| Egenskap | Øvecelle | Lite ensemblerom | Mellomstort ensemblerom | Stort ensemblerom |
|----------------------------------|---|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| Antall utøvere | 1 - 2 | 3 - 6 | 6 - 12 | >12 |
| Netto midlere romhøyde | ≥ 2,4 m | ≥ 2,4 m | ≥ 3 m | ≥ 4 m |
| Nettovolum | > 25 m ³ | ≥ 60 m ³ | ≥ 180 m ³ | ≥ 400 m ³ |
| Nettoareal | | ≥ 20 m ² | ≥ 60 m ² | ≥ 100 m ² |
| Romgeometri | Skråstilt vegg | Skråstilt vegg | - | - |
| Akustisk behandling ³ | VA, HA, BA, D | VA, HA, BA, D | VA, HA, BA, D D ved behov | VA, HA, BA, D D ved behov |
| Etterklangstid | Se eget kapittel vedrørende akustisk regulering | | | |
| Bakgrunnsstøynivå | Som for undervisningsrom gitt i kap. 2.4 | | | |
| Luftlydisolasjon | Se tabell 2 | | | |

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

Tabell 31 Egenskaper og krav for øvingsrom til akustisk, lydsterk musikk.

| Egenskap | Øvecelle | Lite ensemblerom | Mellomstort ensemblerom | Stort ensemblerom |
|----------------------------------|---|---|---|---|
| Antall utøvere | 1 - 2 | 3 - 12 | 12 - 24 | >25 |
| Netto midlere romhøyde | ≥ 2,7 m | ≥ 3,5 m | ≥ 4,5 m | ≥ 5 m |
| Nettovolum | > 40 m ³ | ≥ 60 m ³ ≥ 60 m ³ (relatert til antallet utøvere) | ≥ 360 m ³ ≥ 500 m ³ for storband | ≥ 30 m ³ /utøver og minst ≥ 1000 m ³ for janitsjarkorps, ≥ 1500 m ³ for brassband, ≥ 1000 m ³ for symfoniorkester |
| Nettoareal | ≥ 15 m ² | - | - | ≥ 120 m ² + 2 m ² per utøver |
| Romgeometri | Skråstilt vegg (unngå flutterekko) | Skråstilt vegg (unngå flutterekko) | Unngå lydfokusering, ekko og flutterekko | Unngå lydfokusering, ekko og flutterekko |
| Akustisk behandling ¹ | VA, HA, BA, variabel akustikk | VA, HA, D ved behov | VA, HA, D ved behov | VA, HA, D ved behov |
| Etterklangstid | Se eget kapittel vedrørende akustisk regulering | | | |
| Bakgrunnsstøynivå | Som for undervisningsrom i NS 8175. | | | |
| Luftlydisolasjon | Se tabell 2 | | | |

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

Tabell 32 Egenskaper og krav for øvingsrom til akustisk, lydsvak musikk.

| Egenskap | Øvecelle | Lite ensemblerom | Mellomstort ensemblerom | Stort ensemblerom |
|----------------------------------|---|---|--|--|
| Antall utøvere | 1 - 2 | 3 - 12 | 12 - 20 | 20 – 35 (strykeorkester) 20 – 80/100 (kor) |
| Netto midlere romhøyde | ≥ 2,7 m | 3,5 m – 4 m | ≥ 4,5 m | ≥ 5 m |
| Nettovolum | > 30 m ³ | 45 m ³ - 200 m ³ (relatert til antallet utøvere) | ≥ 200 m ³ | ≥ 700 m ³ |
| Nettoareal | ≥ 15 m ² | 20 m ² - 40 m ² (relatert til antallet utøvere) | 40 m ² - 70 m ² (relatert til antallet utøvere) | ≥ 50 m ² + 1,5 m ² per utøver |
| Romgeometri | Skråstilt vegg (unngå flutterekko) | Skråstilt vegg (unngå flutterekko) | Unngå lydfokusering, ekko og flutterekko | Unngå lydfokusering, ekko og flutterekko Flatt gulv (amfi har andre krav) |
| Akustisk behandling ¹ | (VA), HA, BA, D Noe variabel absorpsjon | (VA), HA, BA, D Noe variabel absorpsjon | Ved behov: VA, HA, BA, D | Ved behov: VA, HA, BA, D |
| Etterklangstid | Se eget kapittel vedrørende akustisk regulering | | | |
| Bakgrunnsstøynivå | Som for undervisningsrom i NS 8175. | | | |
| Luftlydisolasjon | Se tabell 2 | | | |

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

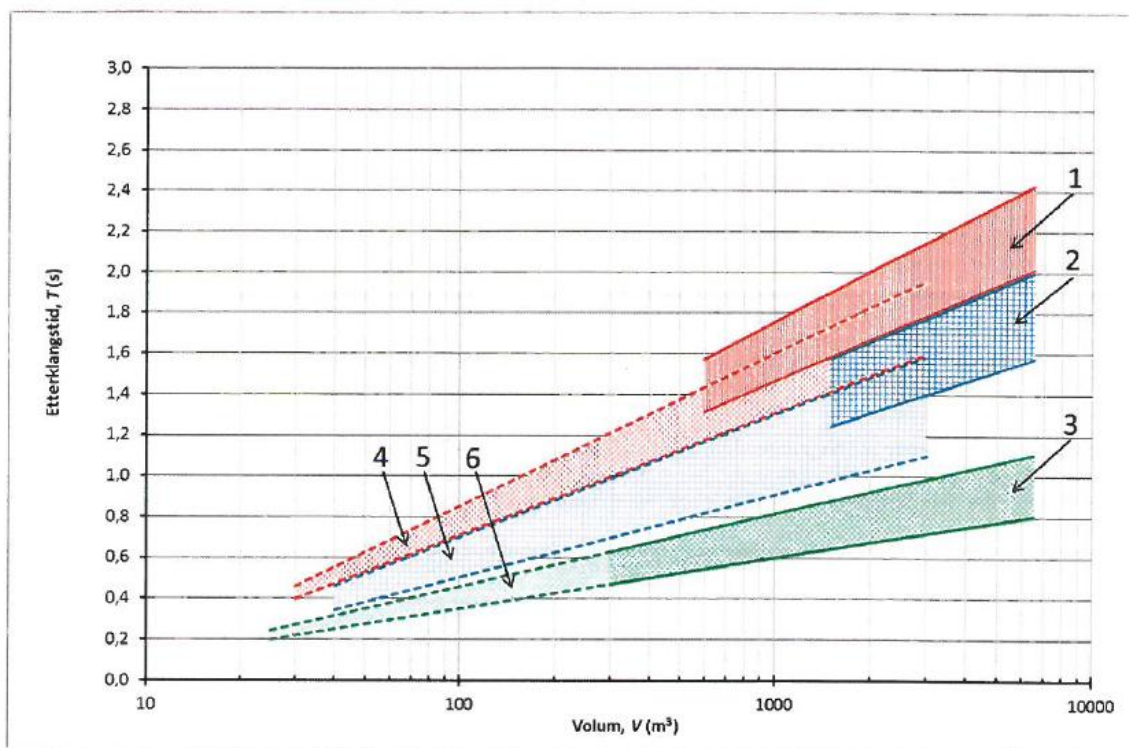
Tabell 33 Egenskaper og krav for framføringsrom.

| Egenskap | Forsterket musikk | | Lydsterk musikk | Lydsvak musikk |
|----------------------------------|--|----------------------|---|--|
| | Klubbscene | Sal | | |
| Antall tilhørere | 100 – 500 | ≥ 200 | ≥ 150 | ≥ 50 |
| Netto midlere romhøyde | 4 m – 6 m | 5 m – 8 m | 8 m – 12 m | 6 m – 12 m |
| Nettovolum | 300 m ³ - 800 m ³ (relatert til antallet tilhørere) | ≥ 600 m ³ | ≥ 10 m ³ /person inkl.musikere og minst ≥ 1500 m ³ | ≥ 12 m ³ /person inkl.musikere og minst ≥ 600 m ³ |
| Nettoareal | 100 m ² - 300 m ² (relatert til antallet tilhørere) | ≥ 100 m ² | - | - |
| Seneareal (netto riggareal) | ≥ 30 m ² | ≥ 50 m ² | ≥ 100 m ² | ≥ 75 m ² |
| Romgeometri | - | - | Unngå konkave romflater og trekant/vifteform | Flatt gulv eller svakt hellende amfi. Unngå konkave romflater og trekant/vifteform Minst 4 m romhøyde ved bakerste rad i amfi |
| Akustisk behandling ¹ | VA, HA, BA, D | HA, BA, D | Noe diffuserende flater | D Variabel absorpsjon |
| Etterklangstid | Se eget kapittel vedrørende akustisk regulering | | | |
| Bakgrunnsstøynivå | Som for undervisningsrom i NS 8175. | | Som for musikkrom i NS 8175. | |
| Luftlydisolasjon | Se tabell 2 | | | |
| Scene | D T _∞ som i sal. Kontrollere lydnivå på små scener | | D T _∞ som i sal. Delvis absorberende bakvegg. Stor romhøyde, minst samme som salen. | D T _∞ som i sal. Delvis absorberende bakvegg. Stor romhøyde, minst samme som salen. |

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

8.8.3 NS 8178:2014 Kriterier for etterklangstid

Figur 2 viser lengste og korteste etterklangstid i forhold til romvolum for forskjellige musikkformer. Figuren viser T_m , som er midlere etterklangstid for frekvensbånd 500 Hz og 1000 Hz.

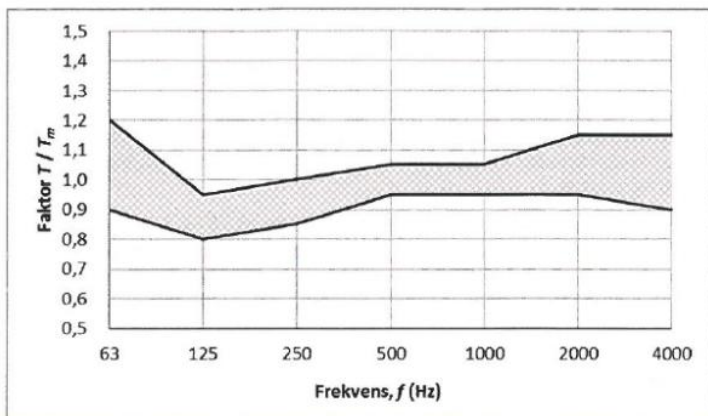


Tegnforklaring

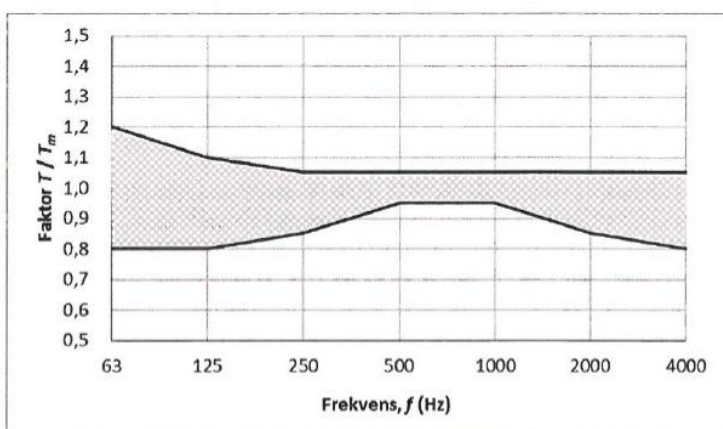
- 1 øvre og nedre grense for lydsvak musikk i framføringssaler (heltrukne linjer)
- 2 øvre og nedre grense for lydsterk musikk i framføringssaler (heltrukne linjer)
- 3 øvre og nedre grense for forsterket musikk i framføringssaler (heltrukne linjer)
- 4 øvre og nedre grense for lydsvak musikk i øvingsrom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

Figur 9 Etterklangstid, T , i forhold til netto romvolum, V , for forskjellige musikkformer. Stiplede linjer gjelder for øvingsrom, fullt optrukne linjer gjelder for framføringssaler.

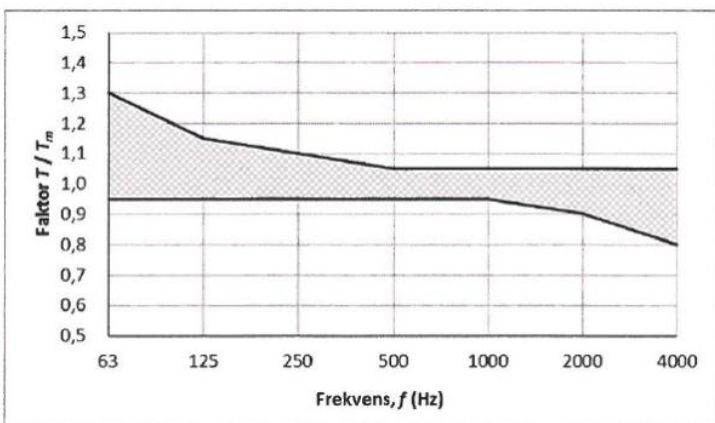
Figur 10 til 12 angir toleransegrenser for høyeste og laveste etterklangstid for ulike musikkformer. Figurere viser en faktor, T/T_m , som er etterklangstiden T ved en frekvens i forhold til den midlere etterklangstiden T_m i frekvensbåndene 500 Hz og 1000 Hz.



Figur 10 Frekvensavhengige toleransegrenser for faktor T/T_m i oktavbånd fra 63 Hz til 4 kHz relativt til midlere etterklangstid ved frekvensbåndene 500 Hz og 1000 Hz for forsterket musikk, framføring.



Figur 11 Frekvensavhengige toleransegrenser for faktor T/T_m i oktavbånd fra 63 Hz til 4 kHz relativt til midlere etterklangstid ved frekvensbåndene 500 Hz og 1000 Hz for forsterket musikk, øving.



Figur 12 Frekvensavhengige toleransegrenser for faktor T/T_m i oktavbånd fra 63 Hz til 4 kHz relativt til midlere etterklangstid ved frekvensbåndene 500 Hz og 1000 Hz for akustisk lydsvak og lydsterk musikk, framføring og øving.

STØYSONEKART - Normoria - Støysonekart vegtrafikk 2041

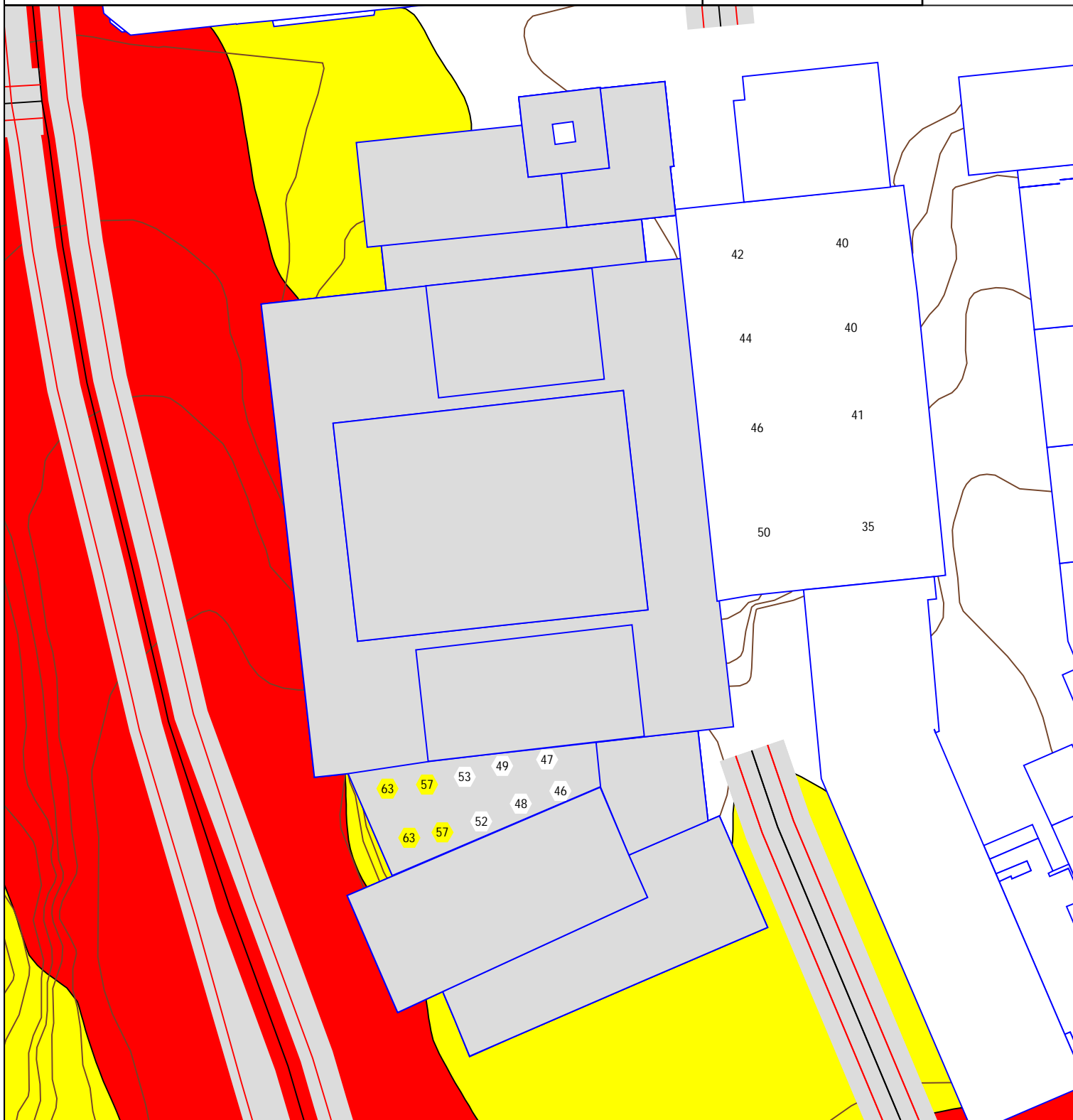
Kunde:
HENT

Internt prosjektnummer:
1350046789

1

Situasjonsbeskrivelse:
Vegtrafikk fremtidig situasjon i år 2041.

Rapport:
C-RAP-02



RAMBOLL

Rambøll i Norge AS
Kobbes gate 2
7042 Trondheim
Tlf.: 73 84 10 00






Beregningsparametere

Beregningsmetode: Nordisk
beregningsmetode for støy fra veitrafikk
Enhet: Lden (iht T-1442)
Trafikktall: Se rapport
Oppløsning støykart: 5 x 5 m
Antall refleksjoner: 1
Beregningshøyde: 1,5 m

Støynivå Lden [dB(A)]

65 <= 
55 <=  < 65
 < 55

Tegnforklaring

 Bygning
 Eksisterende bygning
 Veg
 Høydekurve
 Punktberegning

Dato:
26.10.2021



Målestokk 1:600



STØYSONEKART - Normoria - Fasadenivåer vegtrafikk 2041 - Ekvivalentnivå

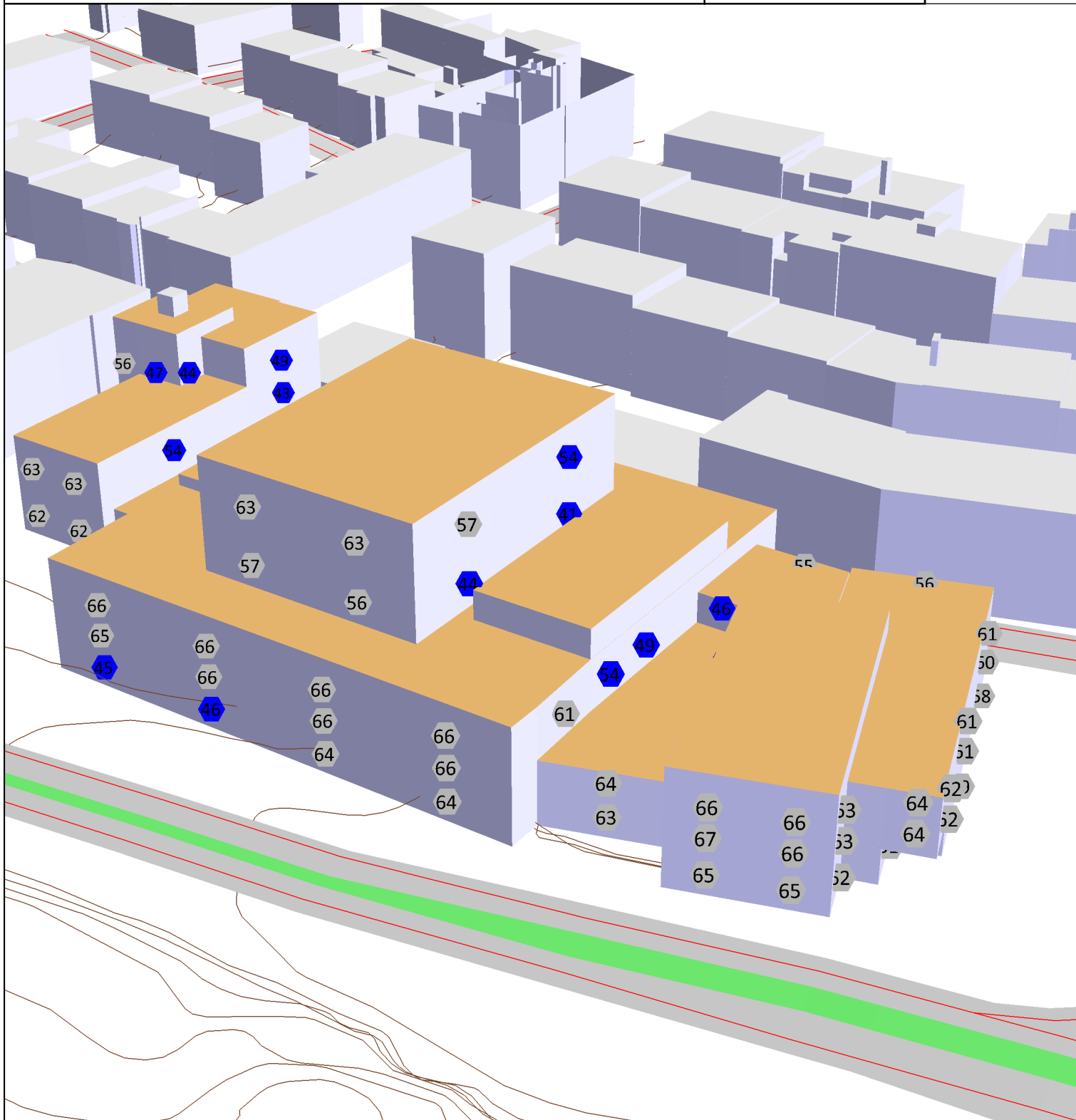
Kunde:
HENT

Internt prosjektnummer:
1350046789

2

Situasjonsbeskrivelse:
Vegtrafikkstøy fremtidig situasjon i år 2041. Ekvivalentnivå dagtid 07-19

Rapport:
C-RAP-02



RAMBOLL

Rambøll i Norge AS
Kobbes gate 2
7042 Trondheim
Tlf.: 73 84 10 00

Beregningsparametere

Beregningsmetode: Nordisk
beregningsmetode for støy fra veitrafikk
Enhet: Ld (iht T-1442)
Trafikktall: Se rapport
Antall refleksjoner: 1
Fritt feltnivåer

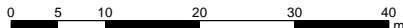
Tegnforklaring

-  Veg
-  Høydekurve
-  Fasadepunkt

Dato:
26.10.2021



Målestokk 1:800



STØYSONEKART - Normoria - Fasadenivåer vegtrafikk 2041 - Ekvivalentnivå

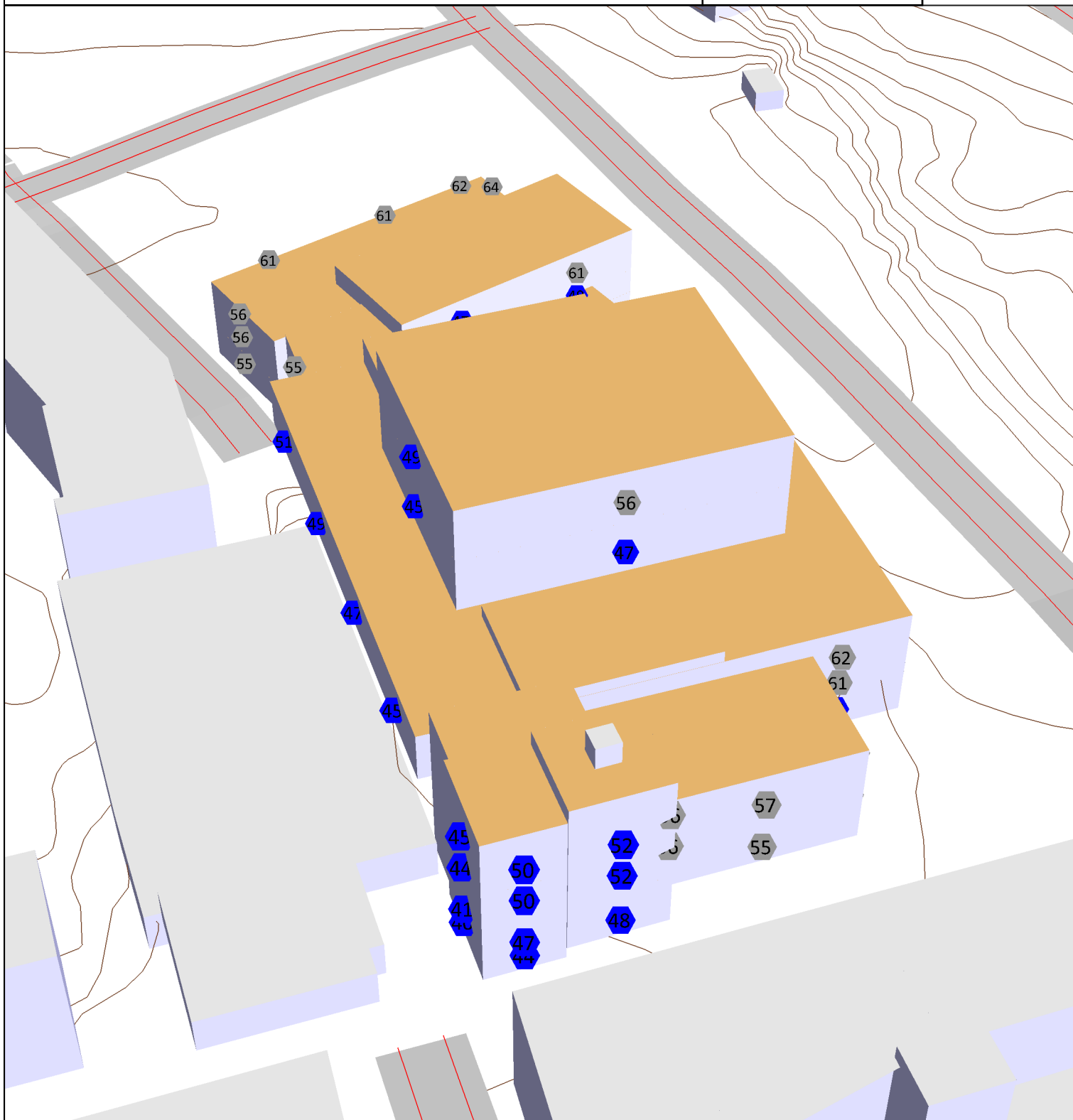
Kunde:
HENT

Internt prosjektnummer:
1350046789

3

Situasjonsbeskrivelse:
Vegtrafikkstøy fremtidig situasjon i år 2041. Ekvivalentnivå dagtid 07-19

Rapport:
C-RAP-02



RAMBOLL

Rambøll i Norge AS
Kobbes gate 2
7042 Trondheim
Tlf.: 73 84 10 00

Beregningsparametere

Beregningsmetode: Nordisk
beregningmetode for støy fra veitrafikk
Enhet: Ld (iht T-1442)
Trafikktall: Se rapport
Antall refleksjoner: 1
Fritt feltnivåer

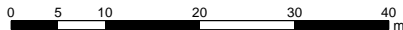
Tegnforklaring

- Veg
- Høydekurve
- Fasadepunkt

Dato:
26.10.2021



Målestokk 1:800



STØYSONEKART - Normoria - Fasadenivåer vegtrafikk 2041 - Maksimalnivåer

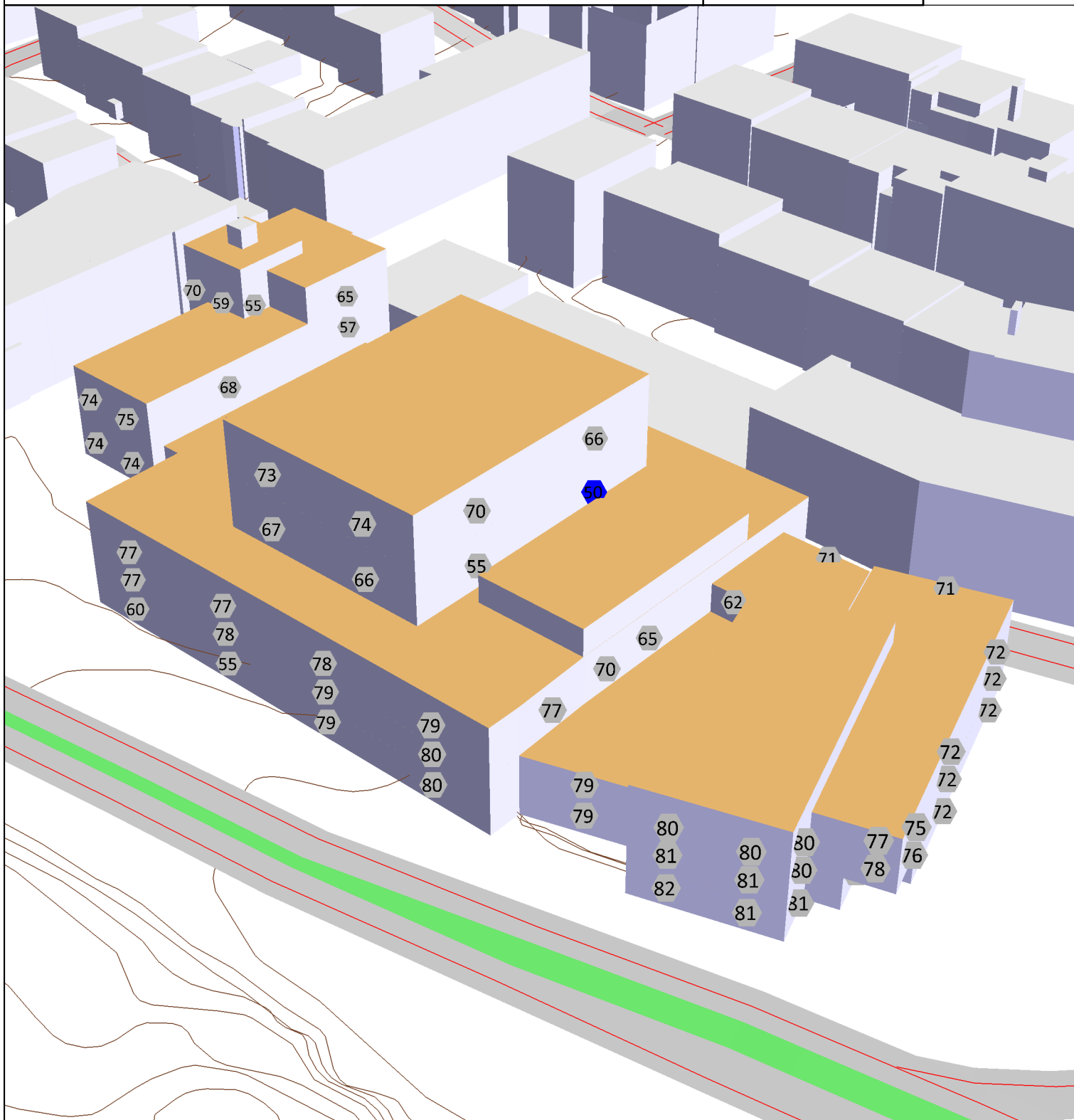
Kunde:
HENT

Internt prosjektnummer:
1350046789

4

Situasjonsbeskrivelse:
Vegtrafikkstøy fremtidig situasjon i år 2041. Maksimalnivåer

Rapport:
C-RAP-02



RAMBOLL

Rambøll i Norge AS
Kobbegate 2
7042 Trondheim
Tlf.: 73 84 10 00

Beregningsparametere

Beregningsmetode: Nordisk
beregningemetode for støy fra veitrafikk
Enhet: Lmax (iht T-1442)
Trafikktall: Se rapport
Oppløsning støykart: 5 x 5 m
Antall refleksjoner: 1
Frittfeltverdier

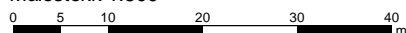
Tegnforklaring

- Veg
- Høydekurve
- Fasadepunkt

Dato:
26.10.2021



Målestokk 1:800



STØYSONEKART - Normoria - Fasadenivåer vegtrafikk 2041 - Maksimalnivåer

Kunde:
HENT

Internt prosjektnummer:
1350046789

5

Situasjonsbeskrivelse:
Vegtrafikkstøy fremtidig situasjon i år 2041. Maksimalnivåer

Rapport:
C-RAP-02



RAMBOLL

Rambøll i Norge AS
Kobbes gate 2
7042 Trondheim
Tlf.: 73 84 10 00

Beregningsparametere

Beregningsmetode: Nordisk
beregningmetode for støy fra veitrafikk
Enhet: Lmax (iht T-1442)
Trafikktall: Se rapport
Antall refleksjoner: 1
Frittfeltverdier

Tegnforklaring

- Veg
- Høydekurve
- Fasadepunkt

Dato:
26.10.2021



Målestokk 1:800

