

Bergen kommune, Etat for bygg og eiendom

► **Hordnestunet**

Bygningsmessige tiltak

Utvalde akustiske tema

Oppdragsnr.: 5207625-112 Dokumentnr.: AKU-01 Versjon: J01 Dato: 2022-10-04



Oppdragsgjevar: Bergen kommune, Etat for bygg og eiendom
Oppdragsgjevars kontaktperson:
Rådgjevar Norconsult AS, Besøksadresse: Uttrågata 6B, NO-5700 Voss
Oppdragsleiar: Tom Alfstad Haugen
Fagansvarleg: Inge Hommedal
Andre nøkkelpersonar: Rune Harbak, Einar Høye Ådnøy

J01	2022-10-04	Akustikk notat	Einar Høye Ådnøy	Inge Hommedal	Inge Hommedal
Versjon	Dato	Omtale	Utarbeidd	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidd av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandlar. Opphavsretten tilhøyrar Norconsult AS. Dokumentet må berre nyttast til det formål som går fram i oppdragsavtalen, og må ikkje kopierast eller gjerast tilgjengeleg på annan måte eller i større utstrekning enn formålet tilseier.

► Samandrag

Dagens Hordnestunet sykehjem (Hordnesvegen 127) i Fana i Bergen kommune er planlagt endra frå ordinær sjukeheim til ny funksjon som sjukeheim for rusmiddelskadde.

Denne rapporten tek føre seg berre *utvalde* tema relevante for dei bygningsmessige tiltaka, og er *ikkje* ei ordinær akustikkprosjektering med PRO-ansvar etter SAK. Dei bygningsmessige tiltaka er av arkitekten opplyste til å ikkje vera etter TEK17, dvs. at dei er definerte til å ikkje utgjera ei søknadspliktig hovudombyggjing. Arbeidet bak rapporten er soleis avgrensa til eit utval tema.

Det er synt framlegg til enkle avbøtande tiltak, som vil betra lydtilhøva i bygget noko utover dagens tilstand. Det må likevel påreknast at lydtilhøva vert såpass dårlege at klager vil førekoma.

Vegtrafikkstøy til dagens og framtidig uteplass er rekna ut, og det er føreslege avbøtande tiltak som vil sikra at den tilrådde støygrensa for uteplasstøy vert tilfredsstilt.

Innhold

1	Innleiing	6
1.1	Allmenn prosjektfinformasjon	6
1.2	Ambisjonsnivå for lydtihøva etter utført byggningsmessige tiltak	6
1.3	Avgrensingar i oppdraget	6
2	Føringar for akustikk/støy	7
2.1	Nasjonale føringar	7
2.1.1	Plan- og bygningslova	7
2.1.2	Byggteknisk forskrift	7
2.2	Prosjektspesifikke føringar	7
2.3	Vurdering av føringane	7
3	Grunnlagsdokumentasjon	9
4	Luftlydisolasjon, trinnlydnivå og romakustikk	10
4.1	Bebuarrom	10
4.1.1	Dagens situasjon	10
4.1.2	Innspel til avbøting i framtidig situasjon	10
4.1.3	Samla vurdering	11
4.2	Korridor, romnummer 122	12
4.2.1	Innspel til avbøting i framtidig situasjon	12
4.3	Kontor, vakt, aktivitetsrom	12
4.4	Spise opphold	13
5	Støy frå tekniske installasjonar	14
6	Utandørsstøy	15
6.1	Innleiing	15
6.2	Uteplasstøy	15
6.2.1	Prosjektspesifikke støyutrekningar	15
6.2.2	Resultat	16
6.3	Luftlydisolasjonskrav til fasadar	16
Vedlegg A	Nokre ord og uttrykk i akustikk	17
A.1	Vekting	17
A.2	Oktavband og frekvens	17
A.3	Desibel	17
A.4	Korttidsmidla lydtrykknivå	17
A.5	Langtidsmidla lydtrykknivå	17
A.6	Maksimalt lydtrykknivå	18
A.7	Litt om endring i lydtrykknivå – og oppleving av endringar	18
A.8	Lydeffekt	18

A.9	Innfallande lydtrykknivå	18
A.10	Etterklangstid	18
A.11	Lydabsorbent	18
A.12	Lydabsorpsjonsfaktor, α	18
A.13	Luftlydisolasjonstal	19
A.14	Trinnlydisolasjon og trinnlydnivå	19
Vedlegg B	Overhøyring av lydar gjennom skiljeflater	20
7	Referansar	21

1 Innleiing

1.1 Allmenn prosjektfinformasjon

Dagens Hordnestunet sykehjem (Hordnesvegen 127, gnr. 98 bnr. 9 og 167) i Fana i Bergen kommune er planlagt endra frå ordinær sjukeheim til ny funksjon som sjukeheim for rusmiddelskadde. Tiltakshavar er Bergen kommune – Etat for bygg og eiendom.

Bergen kommune ved Etat for bygg og eiendom har engasjert Norconsult AS til lydteknisk rådgjeving i samband dei bygningsmessige endringane i byggverket. Arkitekt i tiltaket er Arkitektgruppen Cubus AS. Kontaktperson hjå Cubus har vore Siv. ark. MNAL Rune Karlsen .

Den lydtekniske rådgjevinga inngår i det fleirfaglege rådgjevingoppdraget 5207625 i Norconsult AS.

Samla bruttoareal (BRA) til byggverket er 2.546 m², fordelt på 1.745 m² i etasje 1, og 801 m² (inkludert utkraga del) i underetasjen. Det vart gjeve byggjeløyve til byggverket 25.3.1979 og ferdigattest 4.1.1983. Byggverket er oppført som aldersbustader/sjukeheim. Per i dag er det ikkje i drift.

1.2 Ambisjonsnivå for lydtilhøva etter utført bygningsmessige tiltak

Byggherre og arkitekt har avgjort at ambisjonsnivået for lydtilhøva *etter* tiltaka i byggverket vert mykje godt styrt av økonomien i prosjektet, og er sett til å vera lågt. I oppdraget er det difor freista å vurdere avbøtande lydtiltak etter kost/nytte.

1.3 Avgrensingar i oppdraget

Denne rapporten er tufta på tilsend materiale og andre opplysingar frå den eksterne arkitekten.

Denne rapporten tek føre seg berre *utvalde* tema relevante for dei bygningsmessige tiltaka, og er *ikkje* ei ordinær akustikkprosjektering med PRO-ansvar etter SAK. Dei bygningsmessige tiltaka er av arkitekten opplyste til å ikkje vera etter TEK17, dvs. at dei er definerte til å ikkje utgjera ei søknadspliktig hovudombyggjing. Arbeidet bak rapporten er soleis avgrensa til eit utval tema.

Utandørs støy frå eiga bygg- og anleggsverksemd, osv. er ikkje handsama i denne rapporten.

2 Føringar for akustikk/støy

2.1 Nasjonale føringar

2.1.1 Plan- og bygningslova

Som nemnt har arkitekten opplyst at tiltaka i bygget *ikkje* vil utløysa krav om søknad om tiltak med heimel i Plan- og bygningslova. Me tek likevel med litt informasjon om lova: Lyd- og vibrasjonstilhøve er ikkje detaljregulerte i lova, men er omtala i «§ 29-5 Tekniske krav» slik:

«Ethvert tiltak skal prosjekteres og utføres slik at det ferdige tiltaket oppfyller krav til sikkerhet, helse, miljø, energi og bærekraftighet, og slik at vern av liv og materielle verdier ivaretas.

Bygning med oppholdsrom for mennesker skal prosjekteres og utføres slik at krav til forsvarlig energibruk, planløsning og innemiljø, herunder utsyn, lysforhold, isolasjon, oppvarming, ventilasjon og brannsikring mv., blir oppfylt.»

2.1.2 Byggteknisk forskrift

Tiltaka bør vurderast opp mot krav i den byggtekniske forskrifta TEK17 som høyrer til Plan- og bygningslova. TEK17 stiller desse krava til støy og vibrasjonar i §13-6 «Lyd og vibrasjoner» (1) [Lydforhold skal være tilfredsstillende for personer som oppholder seg i byggverk og på uteoppholdsareal avsatt for rekreasjon og lek. Krav til lydforhold gjelder ut fra forutsatt bruk, og kan oppfylles ved å tilfredsstille lydklasse C i Norsk Standard NS 8175:2012 Lydforhold i bygninger Lydklasser for ulike bygningstyper.](#)». I denne standarden er det gjeve grenser for tillateleg støy, lydisolasjon, etterklangstid med meir for nye bustader m.v. For å oppfylle funksjonskrava i TEK17 lyt lydklasse C vera tilfredsstilt. Merknader:

1. Lydklassane i standarden går frå A til D, med A som den beste. Ambisjonsnivået for lydklasse C er, sitat: [«tilsvarer tilfredsstillende lydforhold for en stor andel berørte personer»](#), medan det tilsvarande ambisjonsnivået for lydklasse D er, sitat: [«tilsvarer lydforhold der en stor andel av berørte personer kan forventes å bli forstyrret av lyd og støy»](#).
2. TEK17 er juridisk bindande.

2.2 Kommunale føringar

Planstatus: I arealdelen av den gjeldande kommuneplanen for Bergen er eigedommen opplyst å liggja inne med arealføremål «Øvrig byggeformål».

Planføresegnene i kommuneplanen gjev føringar for handtering av eksternstøy. Planføresegnene er ikkje attgjevne her – i korte ordelag syner dei til grenseverdiane i tabell 3 i støyretningslina T-1442.

2.3 Prosjektspesifikke føringar

Byggherre/tiltakshavar har ikkje lagt fram eigne prosjektspesifikke føringar/krav, anna enn at det berre er aktuelt med heilt enkle bygningsmessige avbøtande tiltak for å betra lydtilhøva.

2.4 Vurdering av føringane

Lydklasse C bør leggjast til grunn for tiltaka, sidan det er ei pre-akseptert yting der mange vil finna lydtilhøva tilfredsstillande. I denne saka vil lydklasse C neppe kunne oppfyllest. Også lydklasse D kan verta vanskeleg å oppfylle, og det må påreknast at lydtilhøva *ikkje* vert tilfredsstillande. Dei aktuelle grenseverdiane går fram av tabellen nedanfor.

Tabell 1. Utdrag frå NS 8175 med akustiske ytingar for lydklasse C og D. Berre rom som er relevante i dette byggverket er tekne med.

Type bruksområde / type grenseverdi	Eigenskap og eining	Lyd-klasse C	Lyd-klasse D
Luftlydisolasjon			
Mellom senge- eller bebuarrom. Mellom senge- eller bebuarrom og fellesareal og kommunikasjonsveg, som felles opphaldsrom, korridor, trapperom, trapp o.l. utan dørsamband. Mellom behandlingsrom og eit anna rom (bebuarrom, felles opphaldsrom, kontor, korridor o.l.) utan dørsamband.	R'_w [dB]	≥ 52	≥ 48
Mellom senge- eller bebuarrom eller behandlingsrom og korridor, felles bad, toalett, o.l. med dørsamband <i>med</i> terskel.	R'_w [dB]	≥ 39	≥ 34
Mellom senge- eller bebuarrom eller behandlingsrom og korridor, felles bad, toalett, o.l. med dørsamband <i>utan</i> terskel.	R'_w [dB]	≥ 34	≥ 30
Mellom kontor. Mellom kontor og fellesareal/kommunikasjonsveg, som fellesgang, korridor, <i>utan</i> dørsamband	R'_w [dB]	≥ 37	≥ 37
Mellom eit vanleg kontor som nemnt ovanfor, og kommunikasjonsveg som fellesgang/korridor <i>med</i> dørsamband	R'_w [dB]	≥ 24	≥ 24
Mellom møterom og kommunikasjonsveg, som fellesgang/korridor <i>med</i> dørsamband.	R'_w [dB]	≥ 44	≥ 40
Mellom møterom og eit anna rom/korridor <i>utan</i> dørsamband.	R'_w [dB]	≥ 34	≥ 28
Mellom samtalerom, lækjarkontor, kontor for konfidensielle samtalar og eit anna rom, samt møterom med videokonferanse <i>utan</i> dørsamband.	R'_w [dB]	≥ 48	≥ 44
Mellom rom som nemnt ovanfor, for konfidensielle samtalar og korridor <i>med</i> dørsamband.	R'_w [dB]	≥ 34	≥ 30
Trinnlydnivå			
Mellom senge- eller bebuarrom I senge og bebuarrom frå fellesareal og kommunikasjonsveg, som felles opphaldsrom, korridor, trapperom, trapp, o.l.	$L'_{n,w}$ [dB]	≤ 58	≤ 63
I senge- og bebuarrom frå bad, toalett, balkong, o.l.	$L'_{n,w}$ [dB]	≤ 63	≤ 68
Mellom kontor Mellom eit kontor og møterom I kontor frå kommunikasjonsveg, som fellesareal/fellesgang/korridor.	$L'_{n,w}$ [dB]	≤ 63	≤ 68
I møterom frå kommunikasjonsveg, som fellesgang/korridor.	$L'_{n,w}$ [dB]	≤ 58	≤ 63
Romakustikk			
I fellesareal, TV-stove	$\bar{\alpha}$ [-]	$\geq 0,20$	$\geq 0,15$
I fellesareal, TV-stove	T_h [s]	$\leq 0,20 \times h$	$\leq 0,27 \times h$
I kontor, møtelokale	T_h [s]	$\leq 0,20 \times h$	$\leq 0,27 \times h$

3 Grunnlagsdokumentasjon

Grunnlaget for arbeidet i denne rapporten er lista opp i tabellen nedanfor.

Tabell 2. Grunnlagsdokument.

Dokument/fil	Revisjon	Datert	Laga av
Hordenstunet.ifc	-	2022-09-28	Cubus
A-200-20-006 Plan etasje1.pdf	-	2022-05-29	Cubus
A-200-20-005 Plan underetasje.pdf	-	2022-05-29	Cubus

4 Luftlydisolasjon, trinnlydnivå og romakustikk

4.1 Bebuarrom

4.1.1 Dagens situasjon

Bebuarromma er opplyste å liggja i ein del av bygget som ikkje har utgraven underetasje, og heile den delen av bygget er opplyst å ha golv på grunnen, med 50-75 mm isolasjon i form av polystyren, i ekspandert (EPS) eller ekstrudert (XPS) form. Vidare er golvet opplyst å ha 50-70 mm betong, med golvbelegg.

Veggane er opplyste å vera i 100 mm breitt tre-stenderverk, med to platelag gips på kvar side av veggene. Mellom baderomma i bebuarromma og korridoren er det to lag gips på korridorsida, 100 mm isolasjon og eit lag gips på baderomssida. Mellom bebuarromma og korridoren (ved inngangsdørene) er det to lag gips på korridorsida, 100 mm isolasjon og to lag gips på baderomssida.

Veggane er opplyste å vera dårleg luft/lydtetta mot dei flankerande bygningsdelane. Samla flatemasse for veggane (2×2 platelag standardgips + stenderverk og termisk isolasjon) er venteleg $\approx 40 \text{ kg/m}^2$.

Taket er eksponerte og direktemonterte gipsplater (i eitt lag) mot eit kaldt takstol-loft. Taket/loftet er termisk isolert.

Det er ikkje kjent om det er lydfuger i golv mellom bebuarrom. Dette vil også vera med å avgrense kva lydisolasjon som er praktisk mogleg å oppnå mellom rom.

Luftlydisolasjonen til veggane mellom bebuarromma er venta å vera, $R'_w \approx 37\text{-}41 \text{ dB}$ i dagens situasjon. Utan lydfuger vil lydisolasjonen antakeleg vera i det nedre skiktet av det skissert over. Tabellen i vedlegg B kan gje ein indikasjon av kva dette har å seia for opplevinga.

Trinnlydnivå i bebuarromma frå korridor og naborom vil vera veldig avhengig av om det er lydfuger i golv på grunn rundt rom eller ikkje. Med lydfuger vil trinnlydnivå vera innanfor krav uavhengig av overgolv. Utan lydfuger er det venta at trinnlydnivå vil vera kring 70-75 dB, med eit halvhardt vinyl eller linoleum belegg. Dersom det skulle vera eit golvbelegg med trinnlyddempande underlag kan trinnlydnivået vera noko lågare.

Etterklangstid og romakustikk elles i bebuarromma er ukjent.

4.1.2 Innspel til avbøting i framtidig situasjon

4.1.2.1 Innleiing

Formelle krav til luftlydisolasjon, trinnlydnivå og romakustikk går fram av tabell 1. Som nemnt i innleiinga er ambisjonsnivået for dei bygningsmessige tiltaka lågt, og dermed vert det også avgrensa kva forbetring i lydtilhøva ein kan venta seg.

4.1.2.2 Luftlydisolasjon

I prioritert rekkjefylgje etter fallande kost/nytte har me desse innspela for *luftlydisolasjonen*:

1. Lydtetting/lydfuging mellom veggplatene og flankerande bygningsdelar, samt tetting av gjennomføringar og eventuelle eksisterande hol i veggene. Dette vil gje forbetring av luftlydisolasjon for veggane mellom bebuarromma, med forbetring i diskanten og lite i mellomtoneregisteret og inga betring i bass-delen. Tips til utføring finst i SINTEF Byggforsk byggdetaljblad 520.406.
2. Dørene ut mot korridoren 122 bør ha vekta lydreduksjonstal $R_w \geq 38 \text{ dB}$.

3. Erstatning av dagens doble gipsplatelag på kvar side av veggane og med nye doble gipsplatelag som har høgare densitet («Silentboard» frå Norgips, eller tilsvarande produkt frå andre leverandørar). Vil gje om lag 3-5 dB betre luftlydisolasjon for veggane mellom bebuaromma. Platelaga må skruast saman. Platelaga må vera robuste nok til å tola tiltenkt bruk.
4. Ta bort eksisterande platelag på den eine veggflata og montera utføring med akustikkprofil og to lag lydstrålingsminskande kledning i form av gipsplater med høg densitet (sjå ovanfor) skrudde i ein annan. Avbøtinga vil gje om lag 9 dB betre luftlydisolasjon.

Arkitekten opplyser at det berre vert aktuelt med tiltak nr. 1 og 2.

4.1.2.3 Trinnlydnivået

Trinnlydnivået kan betrast noko ved å velja golvbelegg høgare trinnlydforbetringsstal, ΔL_w , enn standardverdiar. Byggetalblad 522.515 gjev nominelle trinnlydforbetringsstal for ulike belegg/golv.

4.1.2.4 Romakustikk

Lydstandarden NS 8175:2012 inneheld ingen krav til romakustikk internt i bebuarrom (men har for sengerom). Det generelle kravet i TEK17 sin §13-6 er altså: «**Lyd og vibrasjoner**» (1) **Lydforhold skal være tilfredsstillende for personer som oppholder seg i byggverk og på uteoppholdsareal avsatt for rekreasjon og lek...**» Me vurderer det slik at for at dette generelle kravet skal vera oppfylt må romakustikken regulerast også i bebuarrom i denne typen sjukeheim, og me vil *på det sterkaste* rå til at bebuaromma vert avdempa.

Dette kan løysast på fleire måtar: Med lydabsorbentar berre i taket, med absorbentar på veggane eller i form av eigna gardiner, eventuelt som ein kombinasjon av desse.

Om ein vel lydabsorbentar berre i taket vil det vera tilstrekkeleg å dekkja taket i bebuaromma med direkte monterte og robuste lydabsorberande porøse mineralullsplater, av typen Rockwool «Rockfon Industrial», eller tilsvarande frå andre leverandørar. Platene må vera minst 30 mm tjukke, helst 50 mm. Platene bør monterast v.h.a. profillister, el.l., for å letta utskifting av einskildplater i tilfelle skade/hæverk¹.

Etter innspel frå arkitekt er det også vurdert gardiner framfor vindaugo som lydabsorberande element. Slike gardiner vil ha avgrensa effekt for bass-delen av romklagen. For å gje nokolunde jamn lydabsorpsjon over det mest relevante frekvensspekteret bør gardinene ha så høg flatemasse som råd, hengja minst 100 mm frå glasoverflatene, ha høg luftstrøymingsmotstand og vera falda.

Lydabsorbentar på veggjar kan òg ta form av porøse mineralullsplater med dekortrykk på framsida (t.d. fritt valde biletmotiv). Slike plater er gjerne for oppheng, tilsvarande som for andre dekorelement.

Brannmotstand, osv. må avklarast før ein vel produkt.

4.1.3 **Samla vurdering**

Dei føreslegne tiltaka for romakustikken vil dempa lydar i bebuaromma med nokre dB, og såleis gjera at det vert noko mindre lyd som breier seg til tilliggjande rom. *Luftlydisolasjonen ut frå bebuaromma er dårleg, og*

¹ Platene bør ikkje limast fast. Leverandørar av slike absorbentar fører vanlegvis fullt sortiment av monteringsdetaljar som høyrer til. NB! Slike porøse mineralullsplater bør ikkje ettermålast. Vanleg førekomande interiørmåling vil øydeleggja dei lydabsorberande eigenskapane til platene nesten fullstendig, gjennom tetting av overflateporene i platene. Tunne strøk med spesialmåling tilrådd av produsenten kan vurderast, men det beste er å skifta ut eventuelle skadde einskildplater med tilsvarande nye. FDV-dokumentasjonen for byggverket kan t.d. inkludera instruks om å ha eit lite lager av plater liggjande.

det lyt såleis påreknast mykje «lydsmitte»; tabellen i vedlegg gjev indikasjonar på kva opplevingar/reaksjonar ein kan venta seg.

4.2 Korridor, romnummer 122

4.2.1 Innspel til avbøting i framtidig situasjon

4.2.1.1 Innleiing

Som for bebuaromma går dei formelle akustikkkrava fram av tabell 1.

4.2.1.2 Luftlydisolasjon

Mellom korridoren og bebuaromma er det svært lite vanleg veggareal, fordi skiljeflata for det meste er utgjort av dørene og baderomsveggane (baderomma inngår i bebuaromma). Tiltak på det vesle som er att av vanleg vegg vil gje liten effekt på luftlydisolasjonen mellom korridor og bebuarom.

Arktitekten har opplyst at dørene mellom korridoren og bebuaromma vil vera tofløya. Det anbefalast at dørene vert solide og med vekta lydreduksjonstal $R_w \geq 38$ dB, med terskel. Dørene må ha gode pakningar som gjer at dørane held lydrefleksjonstalet over heile den venta levetida deira. Vidare må ein, spesielt i dette byggverket, ta høgde for jamnleg etterjustering og kontroll av dørene.

Dersom det av andre tungtvegande grunnar ikkje er mogleg med terskel på dørene opnar NS 8175:2012 for at ein kan ha noko lågare lydreduksjonstal mot korridor. Det vert samstundes understreka at dette er uheldig med tanke på akustikken. Dersom det er behov for terskelfrie dører kan det nyttast dører med lydreduksjonstal $R_w \geq 34$ dB.

4.2.1.3 Trinnlydnivå

Sjå det tilsvarande avsnittet for bebuaromma.

4.2.1.4 Romakustikk

Arkitekten har opplyst at det vert aktuelt å montera systemhimling i korridoren. Med ein himling som tilfredsstiller absorpsjonsklasse A iht. ISO 11654 vil normalt krav til romakustikk i arealet vera tilfredsstilt.

4.3 Kontor, vakt, aktivitetsrom

4.3.1.1 Lydisolasjon

Desse romma har eit lågare krav til lydisolasjon enn bebuarom, forutsett at det ikkje er behov for krav til fortrulege samtalar. Avhengig av tiltenkt bruk av 128 trenings/aktivitetsrom kan det vera behov for forbedra lydisolasjon rundt dette rommet også.

4.3.1.2 Trinnlydnivå

Det bør veljast golvbelegg med trinnlyddemping.

4.3.1.3 Romakustikk

Det er anbefalt nedhengt systemhimling som tilfredsstiller absorpsjonsklasse A. I større kontor/vaktrom med fleire arbeidsplassar kan det vera hensiktsmessig med nokon veggabsorbentar. Behov og omfang av dette bør vurderast i vidare prosjektering.

4.4 Spise opphold

4.4.1.1 Romakustikk

Me rår til at det vert montert lydabsorberande systemhimlingsplater som tilfredsstillar absorpsjonsklasse A, helst 50 mm tjukke. Over kjøkenbenken bør det brukast lydabsorberande systemhimlingsplater av hygienetypen. Som supplement til himlingsabsorbentane kan ein vurdere gardiner, som for bebuaromma.

5 Støy frå tekniske installasjonar

Ventilasjonsaggregat er planlagt utskifta. Det må i vidare prosjektering sikrast at lydisolasjonen rundt teknisk rom er tilfredsstillande så det ikkje vert overskridingar av krav til støy frå tekniske installasjonar i tilgrensande rom.

Av erfaring veit me at det fort kan bli problem med overføring av strukturlyd om ventilasjonsaggregat blir plassert på eit golv med for låg flatemasse. Vibrasjonsisoleringa av ventilasjonsaggregatet forutsett at golvet har større masse enn aggregatet for at det skal fungere godt. Som beskrive i SINTEF Byggforsk byggedetaljblad 522.501 *Vibrasjonsisolering av maskiner og utstyr*: «En tommelfingerregel er at golvets areal minst må være $4 \times$ aggregatarealet og ha en vekt på minst $5 \times M$ (maskinens masse pluss eventuelt maskinfundament).»

Det kan såleis bli behov for eit tyngre golv for å gi ei god vibrasjonsisolering og hindre for stor overføring av strukturlyd. Dette må vurderast i vidare prosjektering.

6 Utandørsstøy

6.1 Innleiing

Heile fasaden mot søraust, og delar av fasadane mot sørvest og nordaust ligg i gul støysone i Statens vegvesen sitt støyvarselkart for området, sjå:

<https://vegvesen.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=805f97e2d6694f45beca4b7a7c59acec>

Yttergrensa for gul støysone i det kartet er samanfallande med den tilsvarende støysonegrensa i Bergen kommune sitt kart til arealdelen av kommuneplanen for år 2018-2030.

6.2 Uteplasstøy

6.2.1 Prosjektspesifikke støyutrekningar

For å finna kor utsett den framtidige uteplassen vert for vegtrafikkstøy er det laga ein enkel støymodell for situasjonen. Inngangsdata til modelleringa er 3D-digitalkart i SOSI-format og informasjon om plassering og areal av den framtidige uteplassen for byggverket. Modelleringa er gjort for støy-relevante veglekkjer, i dette tilfellet avgrensa til Hordnesvegen, som er modellert med desse trafikkdata for den framtidige situasjonen:

Tabell 3 Trafikkdata (tungtrafikkdel, skiltefart og trafikk) som er lagde til grunn i denne rapporten.

Veglekkje	ÅDT [køretøy/døger]	Skiltefart [km/t]	Tungtrafikkdel [%]
Hordnesvegen forbi byggverket	1 100	50	5

Etter eigne vurderingar er det vidare lagt til grunn fordeling av trafikken over døgnet som for gruppe 2 (by og bynære område) i rettleiaren M-128 til støyretningslina T-1442/2016. Nedanståande tabell syner døgnfordelinga nytta i denne utgreiinga.

Tabell 3. Døgnfordeling av trafikken.

Døgnperiode	Gruppe 3
Dag (kl. 7-19)	84 %
Kveld (kl. 19-23)	10 %
Natt (kl. 23-7)	6 %

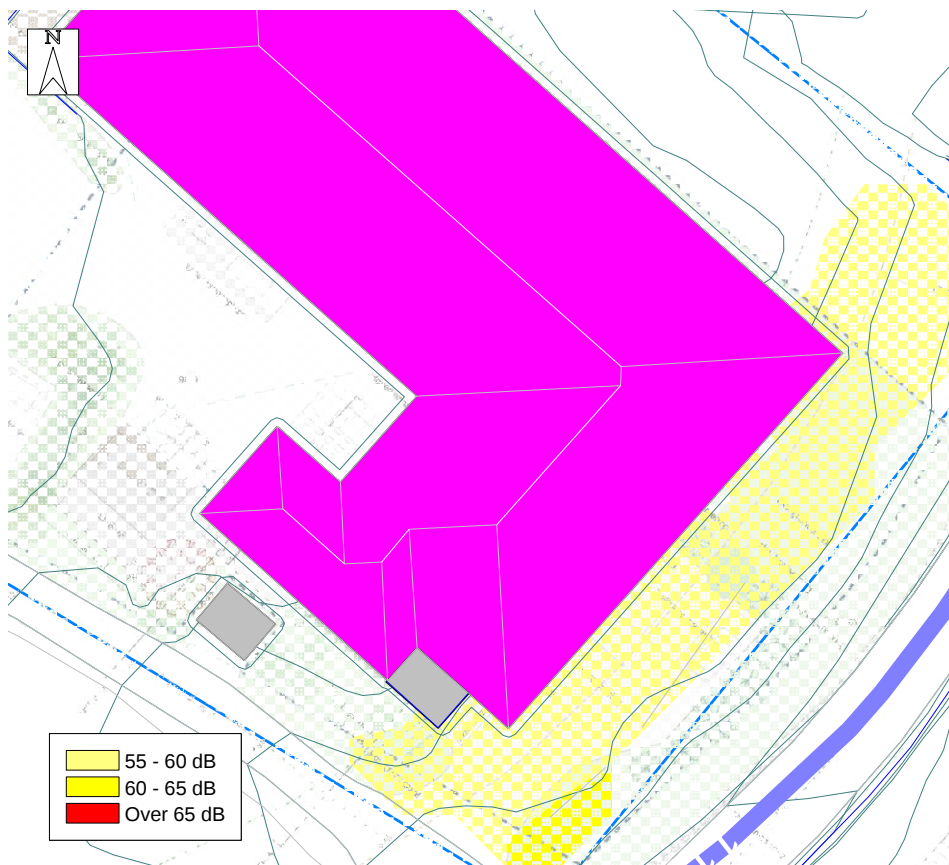
6.2.1.1 Reknemetode

Støy frå vegtrafikk er rekna etter den gjeldande nordiske reknemetoden¹, v.h.a. støymodelleringsprogrammet CadnaA versjon 2022-2.

Det er føresett lydabsorberande (akustisk mjukt) underlag/terreng, med unntak av sjølve vegbanane. Det er lagt til grunn at faktisk køyrefart for dei motoriserte køyretøya er lik skilte fart, i tråd med vanleg praksis i faget.

6.2.2 Resultat

Utandørs vegtrafikkstøy ved den søraustre rekkverkskanten for eksisterande terrasse vert $L_{den} = 57$ dB, med føresetnader og reknemetode som spesifisert ovanfor.



Figur 1 - Støykart beregning 1,5 m over lokalt terreng

Utan avbøtande tiltak vil den søraustre delen av eksisterande uteplass få overskridingar av den tilrådde støygrensa på $L_{den} = 55$ dB. For å avbøta dette kan eksisterande rekkverk byggast akustisk tett. Flatemassen til rekkverket må vera ≥ 10 kg/m².

Nytt planlagt uteområde med paviljong er planlagt utanfor støysoner og dette området treng ikkje støyskjerming.

6.3 Luftlydisolasjonskrav til fasadar

Somme av romma i byggverket vil vera utsette for moderate nivå for utandørs støy frå vegtrafikk, jamfør også drøftinga ovanfor. Med store vindaugsflater og veggjar med høg flatemasse vil det vera vindaugo som vert dimensjonerande for isolasjon av luftlyden frå vegtrafikken. Arkitekten har opplyst at dagens vindauge skal erstattast med nye laminerte vindauge grunna tryggleikssyn. Lydisolasjon i laminerte glas vil vera så god at krav til innandørs støynivå vil vera tilfredsstilt.

Vedlegg A Nokre ord og uttrykk i akustikk

A.1 Vekting

Dei fleste lydane som me høyrer er samansette av mange ulike frekvensar. For å kunne skildra nivået til slike lydar kan ein måla lyden og leggja saman lydenergien i alle frekvensane til eitt (uvekta) tal. Høyrsla vår er derimot ikkje like vår for alle frekvensar: Me høyrer godt dei frekvensane som er mest brukte i tale. Bass (låg frekvens) og diskant (høg frekvens) ligg utanfor dette talefrekvensområdet og me høyrer slike lydar mindre godt. Difor er det laga ei vekting som tillegg talefrekvensområdet meir vekt enn bass og diskant, for å etterlikna opplevinga vår av lydnivå. Denne vektinga vert kalla A-vekting og eignar seg godt for å skildra opplevinga av «enkle» lydar av svak og middels styrke. Alle lydnivåa i denne rapporten er A-vekta lydnivå².

A.2 Oktavband og frekvens

Innan akustikken er det vanleg å handtera dei ulike frekvensane (svingingar per tidseining, gjevne i eininga hertz og forkorta til Hz) i lydar for seg, delte opp i oktavband. I eit oktavband er den øvste frekvensen det doble av den nedste frekvensen. Midt i oktavbanda ligg senterfrekvensane, som vert brukte til å namngje oktavbanda. Døme på senterfrekvensar i oktavband: 125 Hz, 250 Hz, 1 kHz, 2 kHz, osv.

A.3 Desibel

Alle lydnivåa her vert gjevne som tal (i desibel, og forkorta til dB) i forhold til høyreterskelen for eit friskt øyre. I denne rapporten vert omgrepa «lyd» og «støy» brukte om einannan. Støy vert vanlegvis definert som uynskt lyd.

A.4 Korttidsmidla lydtrykknivå

$L_{p,A,ekvT}$ er eit mål på nivået til varierende lyd/støy midla over ei viss tid T , altså eit gjennomsnittleg lyd/støytrykk. Lydtrykket fell med aukande avstand frå kjelda/maskina. Det er vanleg å ta med subskript «p» for «pressure», dvs. trykk. Lydtrykknivå vert gjeve som forholdstal i desibel (forkorta dB) samanlikna med 20 μPa (mikropascal), som svarar om lag til høyreterskelen vår.

Døme 1: $L_{p,A,ekv30\text{min}}$ er det gjennomsnittlege støynivået over 30 minutt.

Døme 2: $L_{p,A,ekv8\text{t}23-07}$ er støynivået midla over ei natt som startar kl. 23 og sluttar kl. 7 neste morgon, dvs. 8 timar.

Døme 2: $L_{p,A,24\text{h}}$ er støynivået midla over eit døger.

A.5 Langtidsmidla lydtrykknivå

L_{den} er årsmidla døggnivå der støybidraga om kveldane (kl. 19-23) er gjevne eit tillegg på 5 dB og støybidraga om nettene (kl. 23-07) er gjevne eit tillegg på 10 dB. Støyproduksjon om kveldane og nettene vert altså vekta meir enn støy på dagtid før samanlikning med grenseverdiar. Dette mellom anna for å sikra betre vern mot mellom anna søvnforstyringar.

² Splitting av lyden i ulike frekvensar før vidare analyse som skissert her liknar litt på korleis høyrsla vår fungerer: Øyra er bygt opp slik at frekvensinnhaldet i lydar vert koda inn i nervesignala nokså tidleg, før overføring til høgare funksjonar (tolking, taleforståing, osv.) i hjernen. Det finst også andre vektingar, m.a. C-vekting, brukte m.a. i arbeidsmiljøsamaheng.

A.6 Maksimalt lydtrykknivå

$L_{p,AF,max}$ er eit mål på det A-vekta nivået til ein støyttopp.

A.7 Litt om endring i lydtrykknivå – og oppleving av endringar

Ei dobling av lydtrykknivået, t.d. når maskin nr. to startar opp i eit rom som frå før hadde ei maskin (med den same lydeffekten) i drift svarar til ein auke på 3 dB. På grunn av måten me opplever lyd på vil ein slik auke på 3 dB oppfattast som tydeleg høyrbar, men *ikkje* som ei dobling. Ein lyt gjerne opp i ein auke på 10 dB før me oppfatar det som ei dobling. NB! Desse endringane må skje over kort tid for at me skal oppfatta dei som skildra her. Dersom endingane skjer over lang tid (veker, månader, år) vil me ha monaleg større vanskar med å gradera endringane.

A.8 Lydeffekt

Maskiner i arbeid strålar ut lyd. For å stråla ut lyd krevst det mekanisk effekt som set lufta i rørsler. Denne mekaniske effekten vert kalla lydeffekt, og er ein eigenskap ved den aktuelle maskina og tilstanden som maskina er i. Lydeffekten er altså uavhengig av avstand, og må *ikkje* forvekslast med lydtrykket (sjå ovanfor). Når ein kjenner lydeffekten til maskina kan ein rekna ut lydtrykknivået i alle avstandar frå maskina. Det er vanleg å ta med «W» for «watt» i nemninga for lydeffektnivå, som dermed vert heitande L_{WA} . Alle støyande maskiner som oppfyller EU sitt maskindirektiv (direktiv 2000/14EC) skal ha L_{WA} påstempla eller merkt med skilt, el.l. Lydeffekten er gjeven som forholdstal i desibel (forkorta til dB) samanlikna med 1 pW (picowatt). Lyd har liten effekt: Som døme kan nemnast at rockekonsertar og motorsager har lydeffekt $\approx 0,1$ W. Kjøleskåp og dempa menneskerøyst har ≈ 100 nW (nanowatt).

A.9 Innfallande lydtrykknivå

Innfallande lydtrykknivå er lydtrykknivå der berre direktelydnivået er med. Bidrag frå lydrefleksjonar *frå fasaden på den aktuelle bygningen skal ikkje* inkluderast, medan lydrefleksjonar frå *andre flater* (t.d. meir fjerntliggjande bygningar) *skal* inkluderast.

A.10 Etterklangstid

Etterklangstida, T er den tida det tek for lydtrykknivået i eit rom å minka med 60 dB etter at lydkjelda i rommet vert stogga. Etterklangstida seier dermed noko om kor klangfullt eit rom er. Under elles like tilhøve vil eit rom med lydabsorberande (akustisk mjuke) overflater ha kortare etterklangstid enn eit rom med lydreflekterande (akustisk harde) overflater. Krav til høgaste etterklangstid i eit rom vert gjeve som tal i sekund, anten direkte eller som funksjon av gjennomsnittleg takhøgde i rommet.

A.11 Lydabsorbent

Ein lydabsorbent er eit materiale med kjende eigenskapar for absorpsjon av lyd. Desse eigenskapane er avhengige av frekvensen til lyden, slik at ein lydabsorbent kan t.d. vera eigna til å dempa refleksjon av diskantlyd medan basslyden vert dempa mykje mindre. For å virka godt for eit breitt spekter av lydar bør vanlegvis absorbenten vera tjukk, porøs og ha ei overflate som slepper luft gjennom og vidare innetter i absorbenten.

A.12 Lydabsorpsjonsfaktor, α

Lydabsorpsjonsfaktoren, α , skildrar i kva mon eit materiale er lydabsorberande. Faktoren vert gjeven som eit unemnt tal mellom 0 og 1. 1 tyder full lydabsorpsjon, medan 0 tyder null absorpsjon (dvs. full refleksjon) av

lyden. Faktoren varierer vanlegvis med frekvensen, som nemnt ovanfor. I større rom vert det også stilt krav til gjennomsnittleg lydabsorpsjonsfaktor for overflatene i tomt rom.

A.13 Luftlydisolasjonstal

Luftlydisolasjonen til ei skiljeflate / ein konstruksjon vert ofte skildra ved eit tal R_w . Skiljeflata vil ha ulik luftlydisolasjon ved ulike frekvensar, men desse vert samanlikna med ei referansekurve for å finna eit representativt tal. R_w er då den laboratoriemålte luftlydisolasjonen til ei skiljeflate. I bygg vil lyden også gå andre lydvegar enn berre gjennom skiljeflata. Luftlydisolasjonskrava skal inkludera den samla luftlydisolasjonen i skiljeflata og via andre lydvegar. Dette tilhøyrande kravet vert kalla *feltmålt* luftlydisolasjon, R'_w .

A.14 Trinnlydisolasjon og trinnlydnivå

Trinnlydisolasjon er ein konstruksjon si evne til å isolera mot lyd frå fottrinn, dunking, o.l. i bygningar. I staden for å oppgje trinnlydisolasjonen er det vanleg, m.a. i NS 8175:2012 å gje trinnlydnivået, då som feltmålt og normalisert, $L'_{n,w}$.

Vedlegg B Overhøring av lydar gjennom skiljeflater

Nedanfor er det vist ein tabell som syner overhøring av ulike typar lydar gjennom veggjar og andre lydskiljeflater.

Tabell 4. Overhøring mellom skiljeflater. Kjelde: Gyproc handbok, frå Gyproc AS, henta frå nettsida deira.

R' _w for bygningsdel	Vanlig kontor	Normal samtale	Høyrøstet samtale	Skrik	Tv, radio, stereo (middels-styrke)	Diskotek
25 dB						
30 dB	HØRES	HØRES				
35 dB						
40 dB	KAN HØRES	KAN HØRES	HØRES			
44 dB			KAN HØRES	HØRES		
48 dB					HØRES	
52 dB				KAN HØRES		
56 dB					KAN HØRES	
60 dB	FORSTYRRER IKKE	OPPFATTES IKKE	OPPFATTES IKKE	HØRES IKKE	HØRES IKKE	HØRES

7 Referansar

ⁱ Statens vegvesen si handbok V716 «Nordisk beregningsmetode for vegtrafikkstøy».