

## 1004501 UiO Livsvitenskapsbygget *Tekniske installasjoner og lydforhold*



01	Forprosjekt	15.04.2016	IT	IAA	IT
00a	For TFK	14.03.2016	IT	IAA	
00	Foreløpig, for kommentar	10.02.2016	IT		
Rev.	Beskrivelse	Rev. dato	Utarbeidet av:	Kontrollert av.	Godkjent av:
PGL	Ratio Arkitekter as		RIBr	Erichsen & Horgen as	
ARK	Ratio Arkitekter as / CUBO AS		RIBfy	Erichsen & Horgen as	
IARK	Ratio Arkitekter as		RIAKu	Brekke & Strand as	
RIB	MOE AS / Høyer Finseth as		RIG	MOE AS / Grunn Teknikk as	
RIV	Erichsen & Horgen as		RIEn	Erichsen & Horgen as	
RIE	Ing. Per Rasmussen as		Breem AP	Erichsen & Horgen as	
LARK	Ark Kristine Jensens Tegnestue AS Bjørbekk & Lindheim AS		BIM	SWECO BIM-lab	

**INNHold**

<b>0</b>	<b>OPPSUMMERING</b> .....	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>FORMÅL</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>PROSESS OG FORANKRING I PROSJEKTET</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>BAKGRUNN, GRUNNLAG OG REFERANSER</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>SÆRSKILTE FOKUSOMRÅDER</b> .....	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>STATUS I FORPROSJEKT</b> .....	<b>6</b>
5.1	Tekniske rom.....	6
5.2	Rør og rørsystemer .....	6
5.3	Ventilasjonsanlegg .....	6
5.4	El.-installasjoner .....	6
5.5	Reservekraftanlegg .....	7
5.6	Heisanlegg .....	7
5.7	Spesielle installasjoner.....	7
5.8	Brukerutstyr .....	7
	<b>VEDLEGG A - PREMISSE FOR TEKNISKE ROM</b> .....	<b>9</b>
A.1	Generelt.....	9
A.2	Støy fra installasjoner.....	9
A.2.1	Rom for ventilasjonsaggregater .....	9
A.3	Rom for kjølemaskiner, pumper o.l.....	10
A.4	Rom for elektro/IKT .....	10
A.5	Vibrasjonsisolering .....	10
A.5.1	Ventilasjonsaggregater .....	10
A.5.2	Kjølemaskiner, pumper o.l. ....	11
A.5.3	Elektro/IKT .....	11
	<b>VEDLEGG B - RØR OG RØRSYSTEMER</b> .....	<b>12</b>
B.1	Rør i og omkring tekniske rom.....	12
B.2	Vann og avløpsanlegg.....	13
	<b>VEDLEGG C - PREMISSE FOR VENTILASJONSANLEGG</b> .....	<b>14</b>
C.1	Føringsveier og gjennomføringer .....	14
C.1.1	Hovedføringsveier.....	14
C.1.2	Kanaltransmisjon og gjennomføringer .....	15
C.2	Støy i kanalsystemet og til rom.....	16
C.3	Overhøring mellom rom.....	16
	<b>VEDLEGG D - PREMISSE FOR EL.-INSTALLASJONER</b> .....	<b>18</b>
D.1	Støy fra installasjoner .....	18
D.2	Installasjoner i vegger.....	18
D.3	Gjennomføringer .....	18
	<b>VEDLEGG E - PREMISSE FOR RESERVEKRAFTANLEGG</b> .....	<b>20</b>
E.1	Lydisolasjon mot naborom og –arealer.....	20
E.2	Vibrasjonsisolering .....	20
E.3	Støydemping av luftinntak og –avkast.....	20
E.3.1	Teknisk løsning.....	21
E.3.2	Kritiske faktorer.....	23
	<b>VEDLEGG F - PREMISSE FOR HEISANLEGG</b> .....	<b>25</b>
	<b>VEDLEGG G - PREMISSE FOR SPEIELLE INSTALLASJONER</b> .....	<b>26</b>
G.1	Sjøpelsug .....	26



STATSBYGG 1004501 UiO Livsviten H003

NO-RIAKU-20-12

Rev./status: 01/Forprosjekt

Dato: 14.03.2016

Tekniske installasjoner og lydforhold



## 0 OPPSUMMERING

De tekniske anleggene er i hovedtrekk planlagt med løsninger som tilsier at lydforhold blir ivaretatt i prosjektet frem til nå. Det vil være omfattende arbeider med detaljere ut tilfredsstillende løsninger i neste fase, som er vanlig for tekniske anlegg i en prosjekteringsprosess.

Tekniske rom er planlagt med tilstrekkelig tyngder i dekke til å ivareta vibrasjonsisolering og med lydisolerende løsninger som tilsier at støy til naboarealer ikke overskrider grenseverdiene.

Hovedføringer for rør og kanaler er ivaretatt med gode løsninger med hensyn på lydforhold, men der er noen forhold som må bearbeides grundigere i detaljprosjektet, særlig knyttet til store kanalgjennomføringer i vegger med potensielt høye lydkrav.

El-installasjoner er sjelden problematiske, men utstyrskrav må etableres i neste fase, og anvisninger på detaljer omkring innfelte innstallasjoner må utarbeides.

Reservekraftanleggene er etablert i rom som tilrettelegger for god lydisolasjon, og det er satt av tilstrekkelig plass til lyddemperløsninger på luftinntak og –avkast. Detaljene omkring anlegget må planlegges i neste fase.

Det er tilrettelagt for gode løsninger knyttet til søppelsuganlegget. Støydemping fra vifter og montering av søppelrør er tema som må behandles i detaljprosjektet.



## 1 FORMÅL

Dette notatet beskriver prinsippmessig hvordan kravene til støy fra tekniske installasjoner skal tilfredsstilles. Detaljløsninger er bare i mindre grad presentert, og disse må utvikles i detaljprosjektet.

Det er gitt noen anvisninger for hvilke krav som settes til materialer i konstruksjonene, men notatet er ikke utfyllende. Spesielt der det benyttes ferdige/komplette systemer, kan det være at produsent har andre løsninger som er likeverdige eller bedre enn de som er beskrevet her.

## 2 PROSESS OG FORANKRING I PROSJEKTET

RIAKU er i hovedsak en premissgivende prosjekterende, og det vil være andre fag som er ansvarlig for å innarbeide løsninger på tegninger og andre beskrivelser. RIV og RIE er ansvarlig for å dimensjonere og detaljere anlegg som de prosjekterer, slik kravene til støy og øvrige lydforhold tilfredsstilles. RIAku bidrar med spesielle utredninger og vurderinger etter behov.

Øvrige prosjekterende, da spesielt RIV og RIE, må gjøre seg kjent med innholdet i dette notatet, og det er vesentlig at eventuelle konflikter mellom premisser fra forskjellige fag avdekkes og løses.

Alle beskrivelser og skisser er utarbeidet med hensyn på lydforhold alene, og må koordineres med øvrige fag før de kan innarbeides på arbeidstegninger.

Notatet forventes å utvikle seg med prosjektet.

## 3 BAKGRUNN, GRUNNLAG OG REFERANSER

Kravene som skal tilfredsstilles er gitt i notat NO-RIAKU-20-01 "Krav og grenseverdier".

Som grunnlag for anvisningene er følgende lagt til grunn:

- Bygghetningsblad 421.424 Innbygging av støykilder
- Bygghetningsblad 421.431 Lydisolering av gjennomføringer
- Bygghetningsblad 522.515 Lydisolerende golv og golvbelegg
- Bygghetningsblad 522.521 Støydempende golvkonstruksjoner i tekniske rom
- Bygghetningsblad 550.501 Vibrasjonsisolering av maskiner og utstyr
- Bygghetningsblad 552.306 Støy i rom fra ventilasjonsanlegg
- Bygghetningsblad 553.181 Støy fra vannrør i bygninger
- Bygghetningsblad 553.182 Støy fra avløpsinstallasjoner
- Beregninger iht. metoder beskrevet i ASHRAE håndbøker
- Måle- og løsningserfaringer fra Brekke og Strand Akustikk AS
- Produktlitteratur

Lydisolasjon i vegger og dekker er behandlet i notat NO-RIAKU-20-11 "Lydisolerende konstruksjoner og løsninger".

## 4 SÆRSKILTE FOKUSOMRÅDER

Støy i undervisningslokaler vil ha stor betydning for læringseffekten. Det må være spesiell fokus på sikre tilfredsstillende forhold der for å sikre blant annet god taletydighet.



Støy i laboratorier preges ofte av utstyr som brukerne selv er ansvarlig for, og omfattes ikke klart av kravene i PBL. De omfattes imidlertid av arbeidsmiljølovgivningen og det er derfor særdeles viktig at dette håndteres på en god måte ved planleggingen av bygget.

Spesielle anlegg, som f.eks. reservekraftaggregat, krever ofte svært gode konstruksjoner for å overholde krav og grenseverdier. Slike anlegg må derfor ha særskilt fokus.

## **5 STATUS I FORPROSJEKT**

### **5.1 Tekniske rom**

Tekniske rom er plassert i kjeller og på plan 5, og det er ikke bruksarealer på de samme planene som sikrer god støydemping. Vegg og dekkekonstruksjoner er planlagt slik at de ivaretar nødvendig lydisolasjon mot omkringliggende bruksarealer.

Planlagte dekker vil være tilstrekkelig fundament i forhold til god vibrasjonsisolering. For spesielle maskiner, spesielt kompressorer, må de vibrasjonsisolerende løsningene suppleres med ekstra fundamenter. Dette detaljeres ut i neste fase.

Premisser på forprosjektnivå for temaet er gitt i Vedlegg A.

### **5.2 Rør og rørsystemer**

Støy fra og overførings av støy via rør og rørsystemer må utredes i detalj i neste fase. Imidlertid er status i prosjektet at hovedprinsippene som er fulgt legger til rette for at dette skal bli tilfredsstillende.

Premisser på forprosjektnivå for temaet er gitt i Vedlegg B

### **5.3 Ventilasjonsanlegg**

Hovedprinsipper for kanalføringer i ventilasjonsanleggene er planlagt slik at det ligger godt til rette for tilstrekkelig støydemping og ivaretagelse av lydisolasjon. Men det er en utfordring knyttet til store kanaler i laboratoriene som må bearbeides nærmere i detaljfasen.

Videre detaljering av plassering og mengde lydempere, samt gjennomføringer, må utføres i detaljprosjektet.

I detaljprosjektet må det utføres detaljerte støyberegninger til rom.

Premisser på forprosjektnivå for temaet er gitt i Vedlegg C.

### **5.4 El.-installasjoner**

Hovedprinsippene for el.-installasjoner som ivaretar lydforhold, er godt innarbeidet i forprosjektet, for dette faget vil detaljeringen være vesentlig slik at det er mange forhold som må jobbes med i detaljprosjektet.

Dette er knyttet til:

- Konkret støy fra teknisk utstyr som prosjektører ol. – må kravsettes.
- Skjulte og innfelte el.-installasjoner – detaljer rundt tetting og/eller innkassing må utarbeides.
- Gjennomføringer av spesielt kanaler – detaljanvisninger må utarbeides.

Premisser på forprosjektnivå for temaet er gitt i Vedlegg D.



## 5.5 Reservekraftanlegg

Et reservekraftanlegg er sannsynligvis et av de mest støyende anleggene som etableres i forbindelse med alminnelige bygg.

Anlegget er plassert i kjeller utenfor bygningskroppen sørvest for bygget, noe som sikrer at en får tilfredsstillende lydisolasjonsforhold mot bygget. Plassering i kjeller er også gunstig med tanke på vibrasjoner fra anleggene.

Luftinntak og avkast er plassert noe ugunstig på tomten i forhold til støy, men det er avsatt tilstrekkelig plass til lyddempere for å tilfredsstillere grenseverdiene gitt for anlegget.

Detaljoppbygging av lyddempere, åpningsrister og organisering av aggregatrommene for å ivareta luftstrøm og kjøling må bearbejdes i neste fase.

Premisser på forprosjektnivå for temaet er gitt i Vedlegg E.

## 5.6 Heisanlegg

Alle forholdene knyttet til støy fra heiser er ivaretatt på nåværende nivå.

Premisser på forprosjektnivå for temaet er gitt i Vedlegg F.

## 5.7 Spesielle installasjoner

Spesielle installasjoner omfatter til nå kun søppelsuganlegget.

Plassering av rørføinger i kjeller og vifte- og containerrom utenfor hovedkroppen til bygget i vest gjør at det ligger godt til rette for å oppnå tilfredsstillende støyforhold fra anlegget.

I detaljprosjektet må det jobbes videre med forankringer og gjennomføringer av søppelrørene for å unngå vibrasjoner og strukturoverført støt, samt lyddemperløsning på vifteside for å unngå høye støy nivåer fra disse.

Premisser på forprosjektnivå for temaet er gitt i Vedlegg G.

## 5.8 Brukerutstyr

Det er planlagt med mange spesielle instrumenter i bygget. I det følgende er kjente støyforhold med disse beskrevet. Listen er ikke komplett, og det må forutsettes at dette må utredes og kartlegges i nærmere detalj sammen med Utstyrsrådgiver(RU) i detaljprosjekt.

Tabell 1: Oversikt over støyende laboratoriestyr

Utstyr/instrument/ laboratorium	Støyforhold	Tiltak
Røntgendiffraksjon Magnetometri	Ikke kjent med særskilte støyutfordringer	-
Kjernemagnetisk resonansspektroskopi	Støy fra elektromagnet plassert i egen tank. Kompressor for trykkluft (enten sentralt eller lokalt)	Plasseres i eget støyisolert rom.



Utstyr/instrument/ laboratorium	Støyforhold	Tiltak
Massespektrometri	Støy fra vakumpumper og nitrogengenerator, som ikke må være i samme rom som selve instrumentet.	Plasseres i eget støyisolert rom – gjerne et rom som betjener flere instrumentrom
Elektronmikroskopi	Støy fra vakumpumper	Plasseres i eget støyisolert rom – gjerne et rom som betjener flere instrumentrom
Optisk spektroskopi Mikroskopi	Ingen spesielle støyutfordringer En type instrument er sensitivt for støy	Byggeprogram anbefaler lydisolert hette rundt instrumentet. Bør kanskje heller plasseres i egne, støyisolerte rom.
Nano-VT	Ikke kjent med særskilte støyutfordringer	-
Isolatlaboratorier	Ikke kjent med særskilte støyutfordringer	-
In-vivo laboratorier	Det antas at enkelte rom er støysensitive. Dette må avklares.	Egne støyisolerte rom for støyfølsomme virksomheter.
HTS-fasiliteter	Maskiner for automatiserte analyser kan være støyende	Rom med god akustisk demping, eventuelle egne rom/avlukker for særskilte maskiner
Mølle-/kvernerom for droger	Svært støyende apparater	Plasseres i eget støyisolert rom
Generelle laboratorier	Avtrekkskap og annet laboratorieutstyr	Mulighet for støysvake skap og utstyr må vurderes av RU. Hensiktsmessige utstyrskrav settes av RU og RIAku

"Løst" laboratorieutstyr og avtrekkskap havner ofte i en litt spesiell kategori i byggeprosjekter. Det er ikke alltid klart om slikt utstyr skal omfattes av kravene til støy fra tekniske anlegg, og svært ofte er det noe byggeprosjektet ikke har kontroll over. Uansett så vil kravene i arbeidsmiljølovgivningen gjelde, slik at laboratorieutstyr må som et minimum vurderes ut fra kravene gitt der.





## VEDLEGG A - PREMISER FOR TEKNISKE ROM

### A.1 Generelt

Støy fra tekniske rom håndteres tradisjonelt ved at vegger og skillekonstruksjoner bygges med tilstrekkelig god lydisolasjon. Det er likevel viktig å være klar over at kravsettingen er til støy i brukerområdene, slik at støyen som utstyret avgir vil være dimensjonerende for hvor gode romskillene behøver å være.

Videre kan vibrasjoner fra utstyret gi opphav til strukturlyd, dvs. at vibrasjoner som er forplantet inn i byggets konstruksjoner kan avstråles som lyd i naborom, til tross for vegger og dekker er bygget med tilfredsstillende lydisolasjon.

### A.2 Støy fra installasjoner

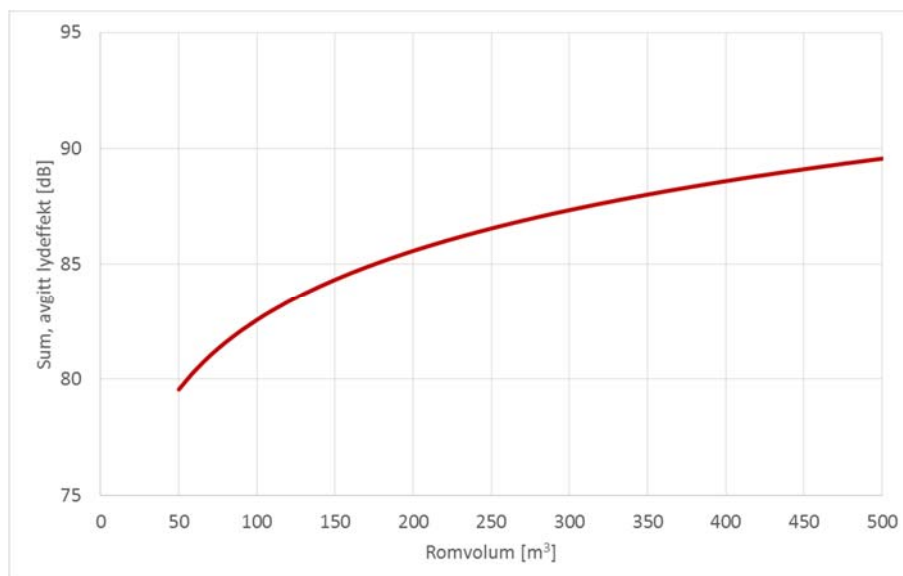
For støy inne i de tekniske rommene gjelder kun de krav som stilles i arbeidsmiljølovgivningen. Det anbefales at støynivå i tekniske rom ikke overstiger  $L_{pA,eq} = 75$  dB, som er 10 dB lavere enn øvre tiltaksgrense for støy på arbeidsplassen basert på 8 timers eksponering.

Alle rom der det kan forventes kortvarige eller langvarige høyere støynivåer enn  $L_{pA} = 85$  dB må merkes iht. arbeidsplassforskriften.

#### A.2.1 Rom for ventilasjonsaggregater

Moderne ventilasjonsaggregater er relativt støysvake i forhold til en del andre typer tekniske installasjoner og også eldre aggregater. Det er sjelden det er problemer med støynivåene inne i de tekniske rommene der det kun er ventilasjonsaggregater.

For å tilfredsstille anbefalingen til støy i teknisk rom bør summen av avgitt lydeffekt fra utstyret i rommet, normalt ikke overstige grensen vist i Figur 1.



Figur 1: Veiledende grense for lydeffektsum for forskjellige romstørrelser, basert på typiske etterklangstider for ventilasjonsrom.

Vegger omkring ventilasjonsrom bør bygges med konstruksjoner som tilfredsstillende  $R'_w \geq 60$  dB, og dørforbindelser bør holde  $R'_w \geq 50$  dB. Det er fortrunket løsning at veggene bygges med tunge konstruksjoner. Det er mulig å dimensjonere med svakere konstruksjoner når avgitt lydeffekt fra aggregatene er kjent og forutsigbare.



For å unngå direkte overføring fra ventilasjonsaggregat til vegg<sup>1</sup>, må det tilstrebes at aggregatene aldri plasseres nærmere 500 mm for lette vegger og 200 mm for tunge vegger. Disse begrensningene er mindre vesentlig der det ikke er alminnelige bruksarealer vegg i vegg, men der tunge vegger går vertikalt opp til bruksarealer så kan dette være noe kritisk.

Det er normalt ikke nødvendig med lydabsorbenter i tekniske rom for ventilasjon, ettersom rommene gjerne blir så tett møblert av aggregater og kanaler at en likevel får god lydabsorpsjon i rommet.

### **A.3 Rom for kjølemaskiner, pumper o.l.**

Vegger omkring rom for kjølemaskiner og pumper må bygges med konstruksjoner som tilfredsstillende  $R'_w \geq 60$  dB, og dørforbindelser bør holde  $R'_w \geq 50$  dB. Det bør utelukkende benyttes tunge konstruksjoner i veggene. Det er mulig å dimensjonere med svakere konstruksjoner når avgitt lydeffekt fra aggregatene er kjent og forutsigbare.

Lokalt kan det være svært høye støynivåer fra pumper og kompressorer, samtidig som det er vanlig å måtte utføre ettersyn, service eller utskiftning på anlegg samtidig som andre systemer er i drift. Derfor er det fordelaktig med hensyn på personalets arbeidsmiljø å i størst mulig grad kapsle inne støyende maskiner. Alternativt kan rommene tilrettelegges for lokal, mobil støyskjerming.

Rommene bør dempes akustisk, f.eks. med industriabsorbenter, i den utstrekning det er mulig.

### **A.4 Rom for elektro/IKT**

Tekniske rom for elektro/IKT er sjelden eller aldri problematiske i forhold til støy. Lokalt i rommene kan det være noe støy fra kjølevifter på servere/rack.

Vegger bør som minimum bygges med konstruksjoner som holde  $R'_w \geq 48$  dB og dørforbindelsen bør tilfredsstillende  $R'_w \geq 35$  dB.

### **A.5 Vibrasjonsisolering**

Sokkel og fundament for vibrasjonsisolering av mekanisk utstyr krever plass og at konstruksjonen har tilstrekkelig statisk styrke. Det bør være minimum 100 mm avstand mellom bygningsstruktur og vibrerende utstyr (horisontal avstand), og 50 mm klaring mellom fundament (betongfundament eller stålramme) og sokkel.

Hengere (vibrasjonsisolerte hengere) bygger fra 100 mm til 300 mm i høyden avhengig av dimensjoner på utstyr eller på rørdimensjon.

#### **A.5.1 Ventilasjonsaggregater**

Ventilasjonsaggregater må settes på et tilstrekkelig tungt eller stivt fundament for å ikke å skape vibrasjons- og strukturlydproblemer, men det er tilstrekkelig at fundamentet er et betongdekke med masse på mer enn 480 kg/m<sup>2</sup>. Planlagte dekker er tyngre enn dette, slik at dette er ivaretatt.

---

<sup>1</sup> Når luftrommet mellom innboksingen av ventilasjonsaggregater og vegger blir lite, så vil luftens stivhet kunne bidra til en direkte kobling mellom dem. Det medfører at veggens lydisolerende evne reduseres betydelig.

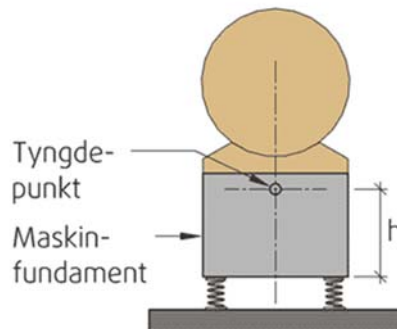


Der ventilasjonsaggregatene står i kalde rom, så vil det være aktuelt å sette aggregatene på ben ned på dekket under isolasjon, men om isolasjonen er mineralullbasert så kan aggregatene settes "flytende".

Ytterligere vibrasjonsisolering av aggregater er sjelden nødvendig ettersom de roterende komponentene i aggregatene er elastisk opplagret. Dette må verifiseres fra leverandør.

#### **A.5.2 Kjølemaskiner, pumper o.l.**

Kjølemaskiner og pumper må vibrasjonsisoleres. Hovedprinsipp vil være å sette maskinene på et betongfundament som er tyngre enn maskinen<sup>2</sup> med en faktor på 4, for så å sette fundamentet på vibrasjonsisolatorer.



Figur 2: Prinsipp for vibrasjonsisolering av kjølemaskiner og pumper mm. Figur fra byggdetaljblad.

Der flere maskiner er koblet sammen, der vektfordeling/tyngdepunkt på maskinene er udefinierbare eller der det vil forekomme store ubalansekrefter, vil det være gunstig å bygge en større stålramme som fylles med betong og opplagres elastisk.

#### **A.5.3 Elektro/IKT**

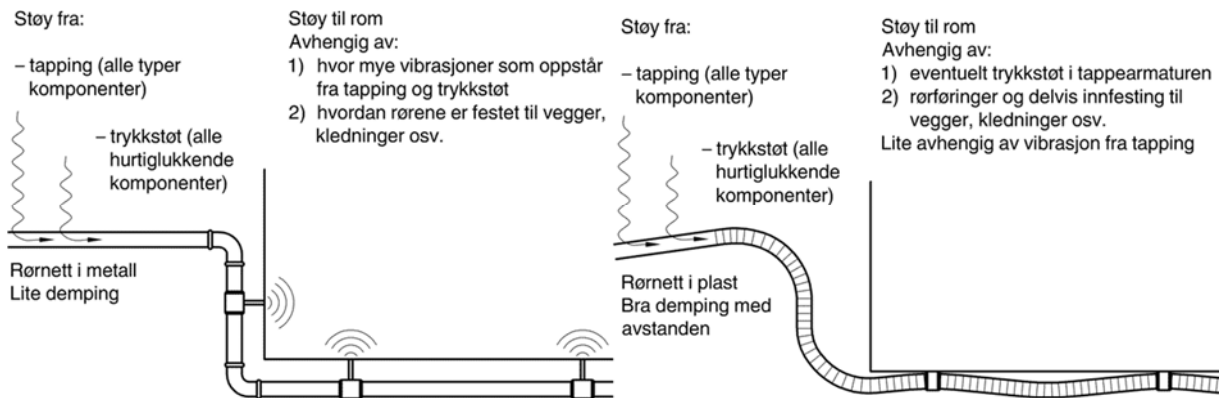
Det er vanligvis ikke nødvendig å vibrasjonsisolere utstyr knyttet til elektro- og IKT installasjoner.

---

<sup>2</sup> Alternativt vekten på de roterende komponentene i maskinen, om de er kjent.

## VEDLEGG B - RØR OG RØRSYSTEMER

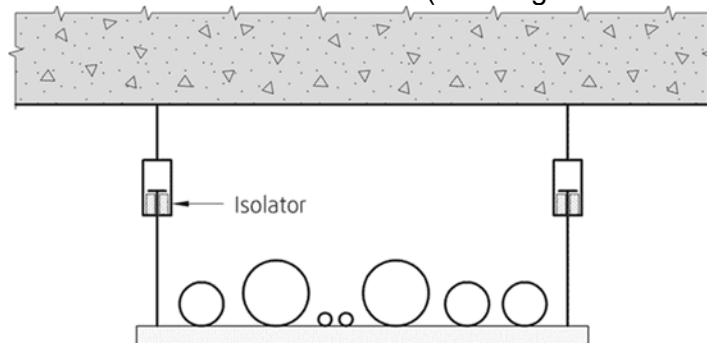
Pumper og annet mekanisk utstyr, samt strømningsstøy og trykkstøt, overfører vibrasjoner både via rør og via væsken i røret. Vesentlige vibrasjoner overføres til gulv, vegger og tak som røret er festet til. Disse flatene vil så avstråle støy. Myke rør overfører mindre støy.



Figur 3: Overføring av støy i røranlegg

### B.1 Rør i og omkring tekniske rom

Rør skal opplagres i vibrasjonsisolatorer med samme statiske nedbøyning som vibrasjonsisolatorene på tilknyttet utstyr. Foreløpig retningslinje er å isolere rørene på denne måten i teknisk rom eller i avstand 100 x diameteren (den lengste avstanden av disse).



Figur 4: Vibrasjonsisolering av rørføringer

Utenfor teknisk rom skal varm/kjøle-rør med rørdiameter  $< 50$  mm, isoleres med neopren eller glassfiberisolatorer. Er diameteren  $\geq 50$  mm brukes stålfjærisolatorer. Isolering av andre rør utenfor teknisk rom vil også være nødvendig.

Store isvannsrør skal ikke festes til bygningskonstruksjoner som er felles med akustisk kritiske områder. Disse store "støyende" rørene skal bare føres i rom/områder som er "støyende" da vibrasjonsisolatorer ikke gir adekvat beskyttelse mot de høye energinivåene som er i denne type rør.

Rør til varmevekslere, ekspansjonskar, filter etc. skal opplagres elastisk. Dette vil tillate pumpe eller kjølemaskin å "flyte" fritt på vibrasjonsisolatorer og både mekanisk belastning på rørene og vibrasjonsoverføring til strukturen unngås. Understøttelse av rørbend nær pumper skal føres ned på vibrasjonsisolert pumpefundament. Dreneringsrør etc. må ikke kortslutte vibrasjonsisoleringen.

Vanlig vibrasjonsisolering i hengere gjør at rør kan svinge, f.eks. i lengderetning av røret, på uheldige måter. Det bør etableres minst et fastpunkt som hindrer slike svingninger. Det gjøres



ved å montere røret med vibrasjonsisolatorer i alle 3 akser, som skaper en fast, men likevel vibrasjonsisolert, forankring av røret.

Rør med diameter > 12 mm tilkoblet til aggregater/vifter skal vibrasjonsisoleres. Dette vil tillate aggregater å "flyte" fritt på sine isolatorer og man unngår belastning på rørtilkoblingene.

Gummikompensatorer (med doble belger) montert på rør til mekanisk, vibrerende utstyr, letter oppstillingsarbeidet og monteringen men gir begrenset isolering. Årsaken er at væsken i rørene også overfører vibrasjoner.

Spesielle detaljer kreves der rør krysser akustiske fuger som skiller separate bygningsstrukturer.

Røranslutninger til kjeler, kondensatorer etc. må vurderes i hvert enkelt tilfelle ved utarbeidelse av støyspesifikasjonen. Fleksible forbindelser og/eller vibrasjonsisolering er ofte nødvendige.

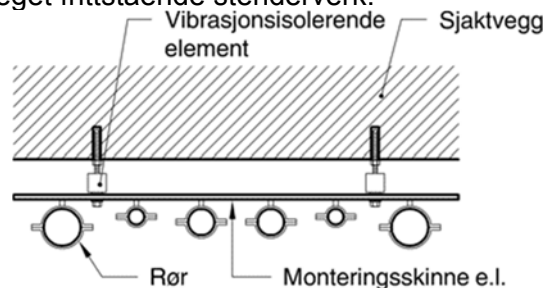
## B.2 Vann og avløpsanlegg

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

Som avløpsrør gir MA-rør den laveste støybelastningen, og anbefales brukt.

Alle avløpsrør må festes med vibrasjonsisolerte klammere på en slik måte at røret kan flytte seg minst 0,3 til 0,5 mm i innfestingen ved kraft tilsvarende vekten på røret.

Avløpsrør må ikke festes i lettvegger, men kan festes i dekkeforkanter, tunge veggkonstruksjoner eller i eget frittstående stenderverk.



Figur 5: Eksempel på gunstig montering av rør i sjakter

90° bend må unngås, spesielt etter fall. Som alternativ kan det benyttes to 45° bend med kort avstand mellom.

Avløpsrør med stor vannføring kan ikke føres åpent. Rørene må kasses inn med minst 50 mm mineralull og 2 lag gips. Alternativt kan rørene kles med 50 mm mineralull om det benyttes en lydisolerende systemhimling<sup>3</sup> eller en tett gipshimling. For avløpsrør med mindre vannføring kan innkassing unngås, men det må vurderes i detaljfasen.

Brannslangeskap som monteres innfelt må vurderes spesielt for hver type vegg. Anvisninger for montering må utarbeides i detaljprosjektet.

<sup>3</sup> Som for eksempel Ecophon Combison, Rockfon Sonar 44 dB eller tilsvarende.

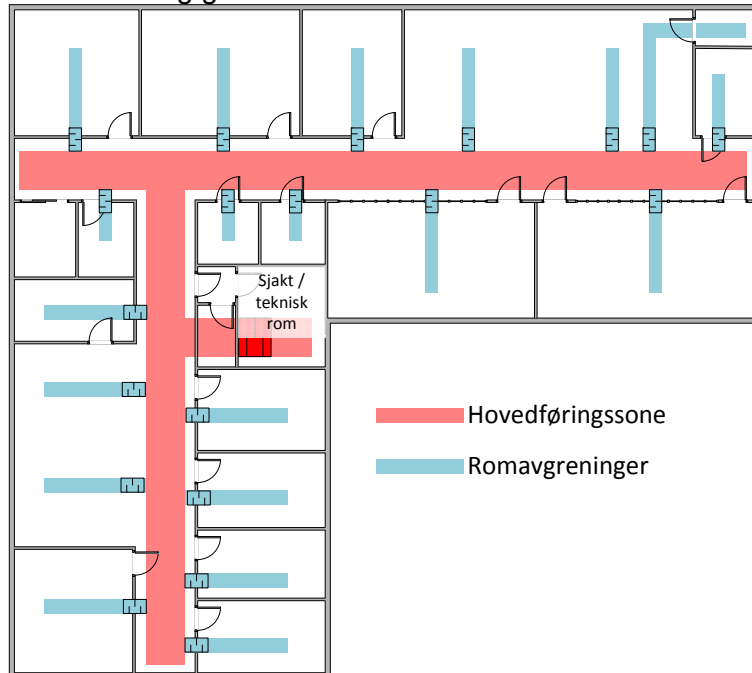


## VEDLEGG C - PREMISSER FOR VENTILASJONSANLEGG

### C.1 Føringsveier og gjennomføringer

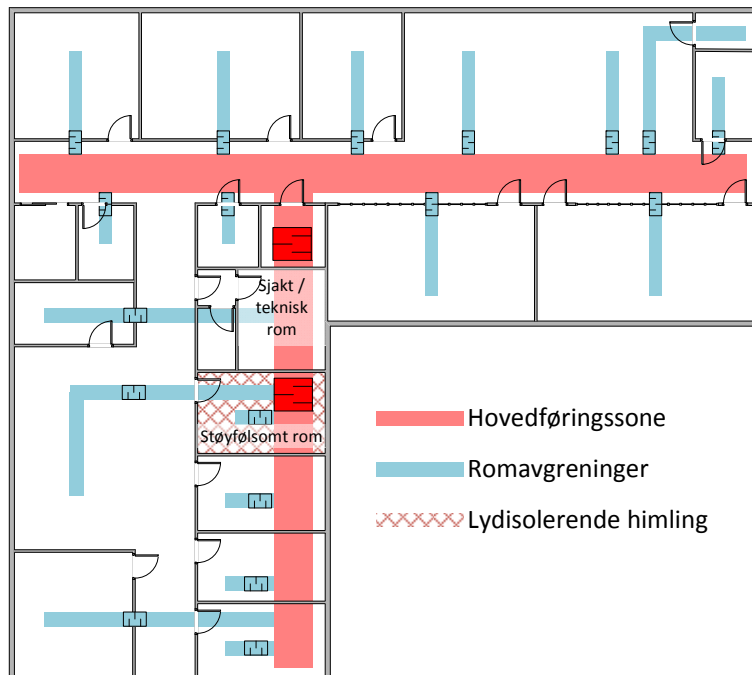
#### C.1.1 Hovedføringsveier

Ventilasjonskanaler skal føres vertikalt i sjakter, og flettes ut til rommene i hver etasje. Basert på erfaring er avstikkene fra sjaktene et kritisk punkt der det ofte kommer overskridelser av støykrav. Det må plasseres en lydtemper på kanalene med så kort avstand fra avgreningen i sjakten som mulig. Avgreningen bør i størst mulig grad føres ut i rom som ikke er spesielt støyfølsomme, som korridorer og garderober/toaletter.



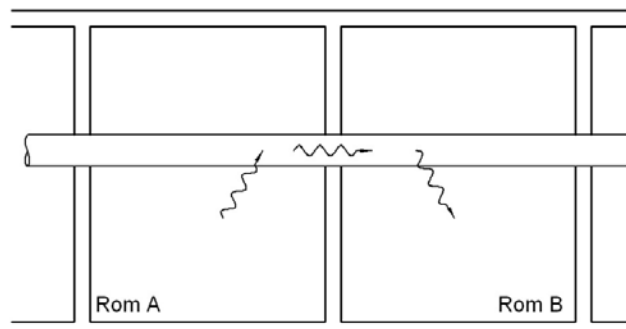
Figur 6: Anbefalt prinsipp for føringsveier.

Der en av plasshensyn er nødt til å føre ventilasjonskanaler fra sjakt ut over himling i støyfølsomt rom, så må det etableres en tett, lydisolerende himling i rommet.



Figur 7: Avbøtende tiltak ved alternativ føringsvei

### C.1.2 Kanaltransmisjon og gjennomføringer



Figur 8: Situasjon med kanaltransmisjon mellom to rom

Kanalgjennomføringer i vegger må forholde seg til kravene til lydisolasjon mellom rom. Det gir begrensninger på kanalstørrelser som kan benyttes avhengig om det plasseres lydfulle også ved gjennomføringen, som gitt i Tabell 2, der en ikke bygger spesielle løsninger.

Tabell 2: Veiledende maksimal kanalstørrelser for gjennomføringer i vegger med lydkrav.

Krav til luftlydisolasjon til veggskillet	Maks kanaldiameter uten lydtemper	Maks kanaldiameter med lydtemper
$R'_w \leq 30$ dB	Ingen begrensning	Ingen begrensning
$R'_w = 35$ dB	Ø 500 mm	Ø 800 mm
$R'_w = 37$ dB	Ø 400 mm	Ø 800 mm
$R'_w = 44$ dB	Ø 250 mm (lett vegg) Ø 315 mm (tung vegg)	Ø 800 mm



Krav til luftlydisolasjon til veggskillet	Maks kanaldiameter uten lyddemper	Maks kanaldiameter med lyddemper
$R'_w = 48$ dB	Ø 160 mm (lett vegg) Ø 200 mm (tung vegg)	Ø 500 mm
$R'_w = 52$ dB	Ø 125 mm (lett vegg) Ø 200 mm (tung vegg)	Ø 400 mm
$R'_w \geq 55$ dB	Må detaljeres spesielt	

Kanaldiameteren kan dobles der det er nedforet systemhimling i begge rom på hver side av skillet.

Der det er nødvendig å gå gjennom skillevegger med større kanaler, vil det være nødvendig å se på spesielle løsninger. Mulige tiltak vil være dobbeltsidige lydfeller, isolering og mantling, innkassinger eller lydisolerende himlinger. Dette må studeres spesielt i detaljprosjektet.

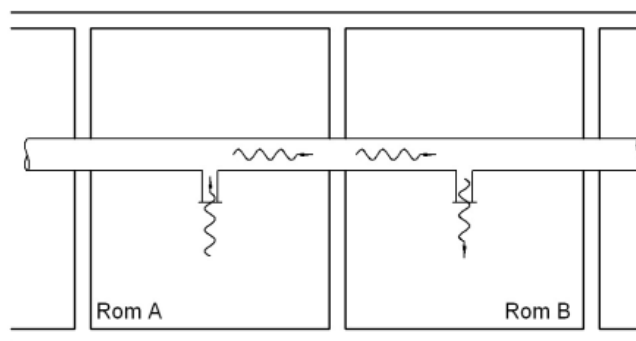
### C.2 Støy i kanalsystemet og til rom

RIV må dimensjonere lydfeller i kanalsystemet for å sikre at støy fra aggregatene ikke forplantes ut til rommene fra luftventilene. En god strategi for plassering av lydfeller vil være:

- Hovedlydfelle / lyddempende plenumskammer direkte etter ventilasjonsaggregat
- Lydfelle ved hver utgreining fra hovedkanal i sjakt
- Lydfelle før hver ventil – eventuelt ventiler med god demping
- Lydfelle etter komponenter med høy egenstøy, f.eks. ventiler med sterk struping.

I spesielt støyfølsomme rom, f.eks. auditorier, må løsningene vurderes spesielt. En god løsning er å benytte plenumskammer under amfier til støydemping.

### C.3 Overhøring mellom rom



Figur 9: Luftoverføring via kanalsystemet

Lyd kan forplantes gjennom kanalsystemet til naborom og således forringe lydisolasjonen mellom rom. Avhengig av lydkravet mellom rommene og om det er demping i tilluft- / avtrekksventilen er det nødvendig med lyddempere i kanalnettet som skissert. Under forutsetning av at avgreningslengden fra hovedrør til ventil er større enn 1 meter må det benyttes lyddempere som beskrevet i Tabell 3 og Tabell 4 under.





Tabell 3: Lengde på lydempere i tilluftssystem

Ventil dim	$R'_w \leq 52 \text{ dB}$		$R'_w \leq 48 \text{ dB}$		$R'_w \leq 44 \text{ dB}$		$R'_w \leq 40 \text{ dB}$	
	Ventil m/god demping	Ventil u/demping	Ventil m/god demping	Ventil u/demping	Ventil m/god demping	Ventil u/demping	Ventil m/god demping	Ventil u/demping
Ø 100	300	300	(300) ‡	300	(300) ‡	300	(300) ‡	300
Ø 125	300	300	(300) ‡	300	(300) ‡	300	(300) ‡	300
Ø 160	300	600	(300) ‡	300	(300) ‡	300	(300) ‡	300
Ø 200	600	900	300	600	(300) ‡	300	(300) ‡	300
Ø 250	600 †	1000 †	300	900	(300) ‡	300	(300) ‡	300
Ø 315	600 †	1200 †	600	1200	300	600	300	300
Ø 400	X	X	900	1200	600	600	300	600
	<b>Merknader</b> ‡ Lyddemper ikke nødvendig når avgreningslengden er større enn 1 meter. † Dimensjonen kan kun brukes i tunge vegger (betong, mur, etc.) uten at det planlegges spesielle løsninger. X Dimensjonen kan ikke brukes uten at det planlegges spesielle løsninger.							

Tabell 4: Lengde på lydempere i avtrekkssystem, avtrekk med kontrollventil

Ventil dim	$R'_w \leq 52 \text{ dB}$		$R'_w \leq 48 \text{ dB}$		$R'_w \leq 44 \text{ dB}$		$R'_w \leq 40 \text{ dB}$	
	Ventil m/god demping	Ventil u/demping	Ventil m/god demping	Ventil u/demping	Ventil m/god demping	Ventil u/demping	Ventil m/god demping	Ventil u/demping
Ø 100	300	300		300		300		300
Ø 125	300	300		300		300		300
Ø 160	300	600		300		300		300
Ø 200	600	900	300	600		300		300

På grunn av kanaltransmisjon så kan det være nødvendig med lengre eller flere lydempere mellom rom.



## VEDLEGG D - PREMISSE FOR EL.-INSTALLASJONER

### D.1 Støy fra installasjoner

Elektroinstallasjoner er vanligvis ikke spesielt støyende, men noen forhold må ha fokus. Typisk er problemer knyttet til utstyr med kjølevifter.

Det må settes krav til videoprojektører i undervisningsrom. Slike spesifikke krav må prosjekteres ut fra rommets størrelse, akustiske egenskaper og avstand til personer. Der det skal være spesielt lyssterke prosjektører, så bør disse plasseres i egne prosjektørrom – alternativt kan de monteres i egne kabinetter som ivaretar både kjøling og tilstrekkelig støydemping. Generelt bør det velges prosjektører med tilstrekkelig lysstyrke slik at de kan benyttes med en sparefunksjon (Ofte benevnt som "Eco"-funksjon) som også innebærer lavere støy.

Annet elektronisk utstyr, som f.eks. forsterkere og signalbehandlere, i lydanlegg kan også ha vifter. Fortrinnsvis bør slikt utstyr plasseres i støyisolerende skap eller i egne rom.

Servere og PC'er er en annen kilde til støy. Servere i egen rom er sjelden kritisk, men det bør ikke være permanente arbeidsplasser i serverrom. PC'er i kontorlandskap er også en støykilde, men det er normalt brukerutstyr som byggeprosjektet ikke kan forventes å ha kontroll over. Vår anbefaling er at det velges støysvake PC'er i størst mulig grad.

### D.2 Installasjoner i vegger

Skulte og innfelte el.-installasjoner i vegger innebærer en svekkelse av veggens lydisolerende evne, men denne svekkelsen er vanligvis liten.

Det må etableres anvisninger for alle eltekniske vegginstallasjoner i detaljprosjektet.

I vegger som skal tilfredstille lydkrav opp til  $R'_w = 44$  dB, er det vanligvis ikke behov for spesielle tiltak ved montering av standard veggbokser. Spesialiserte løsninger som innfelte kanaler kan også normalt benyttes med enkle forholdsregler.

I vegger som skal tilfredsstillende lydkrav mellom  $R'_w > 44$  dB og  $R'_w = 55$  dB så kan standard innfellingsbokser benyttes med visse forbehold. Der det kun er 1-2 bokser i veggen er det ikke nødvendig med ekstra tiltak, men skal det være flere i samme veggflate, må det fuges rundt boksen etter innsetting. Plassering må og koordineres med plassering i naborom. Spesialiserte løsninger kan benyttes når det legges til rette for ekstra innboksing og fugetetting.

I vegger med lydkrav  $R'_w > 55$  dB, må det fugetettes rundt alle innfelte elbokser. Plassering må og koordineres med plassering i naborom. Spesialiserte løsninger kan benyttes når det legges til rette for ekstra innboksing og fugetetting.

### D.3 Gjennomføringer

Gjennomføringer i vegger er også en lydisolasjonsmessig svekkelse av veggen. Generelt bør kabler alltid føres inn til rom i vegg mot korridor/gangsoner der også dør er plassert. Dette er vanligvis den minst kritiske skilleflaten.

For alle eltekniske gjennomføringer må det etableres anvisninger i detaljprosjektet.

Gjennomføringer må etableres slik at platelagene i lettvegger ikke kortsluttes, og fugetettes på en slik måte at sprekker ikke kan oppstå over tid. For å få til fugetettingen må også kablene legges enkeltvis og ikke i bunter, slik at en får tett mellom kablene.



Gjennomføringer i vegger med lydkrav  $R'_w > 55$  dB må vurderes spesielt.

Installasjonskanaler<sup>4</sup> kan føres gjennom vegger med lydkrav inntil  $R'_w = 37$  dB med enkle fuge- og tett tiltak. Ved høyere lydkrav bør slik kanaler ikke føres gjennom, men avsluttes på hver side.

I situasjoner der en ønsker føringsveier for midlertidig kabling<sup>5</sup> vil det være mulig å etablere gjennomføringer med luker og tetting som ivaretar lydisolasjonen, selv for høye lydkrav, men slike løsninger krever plass. Det må derfor settes av plass der det kan være aktuelt med denne typen gjennomføringer.

---

<sup>4</sup> Som f.eks. INKA-kanalen fra Thorsman

<sup>5</sup> F.eks. som tilrettelegging for ekstern OB-buss i forbindelse med spesielle arrangementer.



## VEDLEGG E - PREMISER FOR RESERVEKRAFTANLEGG

Reservekraftanlegget<sup>6</sup> består av fire dieselaggregater, hver på 1650 kVA, som enten kan kjøres med redusert og lik last på alle, eller tre aggregater med full last og en i reserve.

### E.1 Lydisolasjon mot naborom og –arealer

Basert på foreløpig informasjon<sup>7</sup> er det forventet at støynivået i rommet for dieselaggregatene er omkring  $L_{pA,eq} = 103$  dB. Anlegget skal normalt testkjøres omkring en gang i måneden, og er ellers bare i drift ved strømutfall.

Rom for nødstrømsaggregatene må bygges enten som frittstående enheter uten stive forbindelser til noen av byggets bærekonstruksjoner, eller med svært god boks-i-boks løsning. Det må utelukkende brukes tunge konstruksjoner.

Rommene bør dempes akustisk, f.eks. med industriabsorbenter, i den utstrekning det er mulig.

Det kan ikke legges opp til at det er nødvendig med personopphold i rom for nødstrømsaggregater når disse går, f.eks. om personer må betjene kontrollpaneler for å styre aggregatene ved testing.

### E.2 Vibrasjonsisolering

Reservekraftaggregater må settes på vibrasjonsisolatorer, fortrinnsvis basert på stålfjærer. Fundamentet under aggregatene må ha en masse tilsvarende minst 1,5 x vekten til aggregatene.

### E.3 Støydemping av luftinntak og –avkast

Den største utfordringen knyttet til reservekraftaggregater er støy fra luftinntak og –avkast. Samspill mellom nødvendig luftmengde, tilgjengelig trykk og nødvendig lyddemping medfører at disse må bli relativt omfattende.

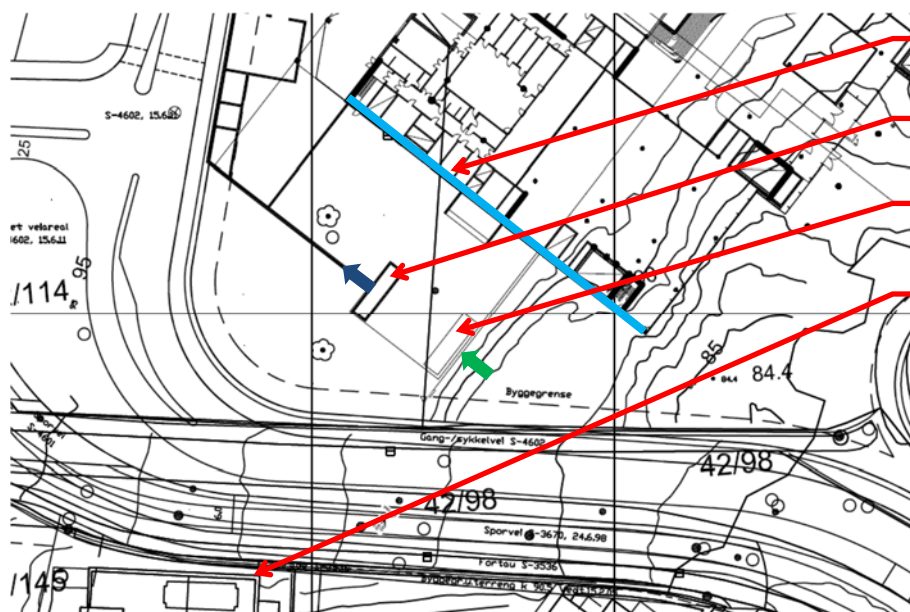
---

<sup>6</sup> Basert på foreløpig informasjon om nødstrømsaggregatene gitt av RIE.

<sup>7</sup> Datablad oversendt fra RIE oppgir støynivået på 1 meters avstand til  $L_{pA,eq,1m} = 110$  dB.



## Tekniske installasjoner og lydforhold



Fasade, eget bygg

Luftavkast

Luftinntak

Nærmeste nabobygg

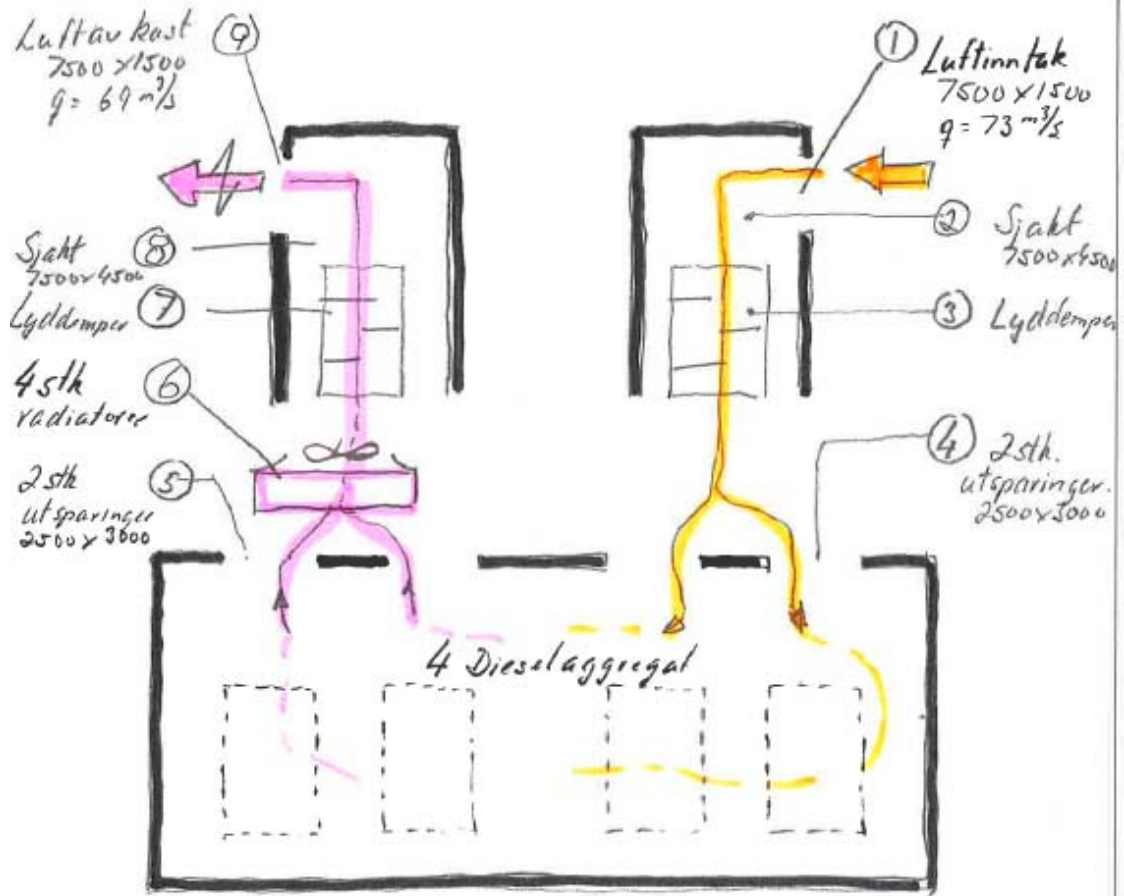
Figur 10: Utsnitt av foreløpig situasjonsplan (endelig lay-out er noe endret) - luftinntak og avkast reservekraftaggregat

Som dimensjoneringskriterie<sup>8</sup> er det satt en grenseverdi på  $L_{pA,eq} = 50$  dB på fasaden på eget bygg og nabobygg.

### E.3.1 Teknisk løsning

Det er forutsatt at radiatorviftene har kapasitet til å ta 250 Pa ekstern trykkfall. Prinsippkisse for løsningene er vist på skisse under. Lyddemperne bygges som baffellydempere i inntak og avkastsjakt. Tabell 1 viser forutsetninger for beregninger og vurderinger hvor kritiske dimensjoner er angitt.

<sup>8</sup> Jf. notat NO-RIAKU-20-01, kapittel 4.6.3, som er et fravik fra preaksepterte grenseverdier for støy fra tekniske installasjoner.



Figur 11 - prinsippskisse



Tabell 5 - forutsetninger for beregninger og vurderinger samt angivelse av kjøleeffekter, luftmengder, kritiske dimensjoner og beregnede hastigheter og trykkfall.

<b>Forutsetninger</b>							
Total effekt					4950		kW
Antall motorer	4 aggregater a		1650		4		stk
Effekt pr motor med	3 i drift				1650		kW
	4 i drift				1238		kW
<b>Energifordeling</b>							
andel av elektrisk effekt							
Total el. effekt			1,00		4950		kW
Intercooler (turbo)			0,21		1018		kW
Radiatorkjøling og oljekjøler			0,36		1794		kW
Stråling motorblokk			0,14		675		kW
Generator			0,06		321		kW
			0,77				
<b>Kjølebehov,</b>							
total					3808		kW
<b>Luftmengder</b>							
	for Kjøling				69		m <sup>3</sup> /s
	Forbrenning	til dieselagg			4		m <sup>3</sup> /s
Total luftmengde inn					73		m <sup>3</sup> /s
Luftmengde til radiator					69		m <sup>3</sup> /s
<b>Kjøling</b>							
Radiator + intercooler					2813		kW
Stråling + generator					996		kW
Temp økning på kjøleluft	85-39		46		46		C
Dimensjonerende utetemperatur					30		C
Kjøling av agglom		Temp. stigning av luften			11		C
I radiator		Temp. stigning av luften			34		C
Temp ut av radiator		30+11+34 C			75		C
<b>Dimensjoner</b>							
Luftstrøm fra luftinntak til avkaståpning							
	Antall	B (mm)	H (mm)	Areal (m <sup>2</sup> )	v (m/s)	ΔP (Pa)	
Inntak/avkast-åpning u/rist	1	7500	1500	11,3	6,5	13	
Sjakt inn	1	7500	4500	33,8	2,2	-	
Lyddemper	1	7500	4500	33,8	2,2		
Lyddemper	Fritt areal	0,33	l=opptil 5 m	11,1	6,6	39	
Utsparing inn til agg.rom	2	2500	3000	15,0	4,9	41	
<b>Trykkfall inntakssiden</b>							<b>92</b>
Utsparing ut av til agg.rom	2	2500	3000	15,0	4,6	36	
Sjakt ut	1	7500	4500	33,8	2,0	-	
Lyddemper	1	7500	4500	33,8	2,0		
Lyddemper	Fritt areal	0,33		11,1	6,2	35	
Inntak/avkast-rist	1	7500	1500	11,3	6,1	23	
<b>Trykkfall avkastssiden</b>							<b>93</b>

### E.3.2 Kritiske faktorer.

Inntak og avkaståpninger er foreløpig med dimensjoner 7500x1500 mm. Dette krever avdekking av åpninger som ikke gir ekstra trykkfall. Høyden på åpningene må økes om det benyttes ristløsninger med trykkfall.

Tverrsnittet på inntak og avkastsjakt er 7500x4500 mm og høyden er omlag 6 m fra UK tak i aggregatrom til UK luftåpning. Dette er tilstrekkelig tverrsnitt og lengde til å få plassbygget lyddempere som gir tilfredsstillende støydemping.

Åpningene for inntransport av aggregatene er tegnet 2500x2000. Aggregatene trenger større høyde og for luft ut og inn, og disse må økes.



Alle løsningene rundt aggregatene må detaljeres ut i neste fase.

Forventet støynivå direkte utenfor avkast og inntak vil være omkring  $L_{pA,eq} = 80 - 85$  dB. Dette vurderes som et akseptabelt nivå så lenge det ikke planlegges med arealer for varig opphold i områdene rundt avkast og inntak, og siden "normalkjøring" av aggregatene kan planlegges og varsles.





## **VEDLEGG F - PREMISER FOR HEISANLEGG**

Nye heisanlegg er sjelden spesielt støyende, men følgende må ha fokus i den videre prosjekteringen:

- Heissjakt må bygges med betong (som er det normale).
- Støyfølsomme rom må ikke plasseres inntil heissjakt.
- Heismaskiner i eget heisrom må vibrasjonsisolerers.
- Krav til støy må innarbeides i spesifikasjon og senere kontrakt med leverandør.



## VEDLEGG G - PREMISER FOR SPESEILLE INSTALLASJONER

### G.1 Sjøppelsug

Sjøppelsuget vil være et system med sjjøppelsjakter i hver seksjon hvor sjjøppelposer blir kastet. Sjøppelsjaktene vil være knyttet til lukkede rørsystemer som går fra sjjaktene til et sjjøppelrom, eller containerrom. En eller flere ganger i døgnet vil en vifte suge alle sjjøppelposene fra sjjaktene og inn i containere i sjjøpperommet/containerrommet.

Følgende utfordringer med hensyn på støy må taes hensyn til ved bruk av sjjøppelsuganlegg:

- Støy opp i sjjaktene.  
Støy fra vifter i vifterom vil kunne overføres via rør og sjjakter – og luker hvor sjjøppel kastes. Bruk av gode lyddempere på sugesiden av viften vil gi tilstrekkelig reduksjon av denne type lydoverføring.
- Strukturoverført lyd fra vifte.  
Når viften går vil det kunne overføres strukturlyd/vibrasjoner fra bærende konstruksjoner der viften er innfestet. Vifte må være vibrasjonsisolert med egne isolatorer og rørføringer kan ikke være stift festet til byggets bærende konstruksjoner.
- Støy i vifterom.  
Viften vil generere høye lydnivåer i det rommet den er plassert. Målinger av Envac sjjøppelsuganlegg i Sverige viser at man vil kunne ha opptil  $L_{A,eq} = 106$  dB i vifterommet. Støynivå vil være avhengig av type, antall og størrelse på vifte(r), samt type sjjøppel. Lydnivåer vil kunne overføres til naborom, og medføre sjjenerende lydforhold. Lydisolerende konstruksjoner, dvs veggflater, himling, gulv, dører, vil sikre tilfredsstillende lydforhold i naborom. Skillene mellom vifterom og naborom må som minimum bygges med konstruksjoner som tilfredstiller  $R'_w \geq 60$  dB.
- Støy i containerrommet.  
Støy i containerrommet vil kunne overføres til naborom, og vil kunne oppleves som spesielt sjjenerende for de som skal hente/tømme sjjøppel. Lydisolerende konstruksjoner, dvs veggflater, himling, gulv, dører, vil kunne sikre tilfredsstillende lydforhold i naborom. Støynivå for de som bruker dette rommet vil ikke være omfattet av byggeforskriftene, og normalt innen grenseverdiene i arbeidsmiljøloven. I Sverige er det målt rundt  $L_{A,eq} = 75$  dB i containerrommet.
- Støy fra avkast  
Det må monteres lyddempere på avkastene for sugeluft. Slike lyddempere bli relativt store, slik at det må sikres plass for dette. Typisk størrelse på en lyddemper er med innvendig tverrsnitt på 2,5 x 2,7 m (HxB) og en lengde på 2,4 m med plenumskammer i for- og etterkant.