

Ny attvinningsstasjon Borgaredalen

Detaljprosjektering

[illegible]

| | | | |
|------------------------------------|--------------|------|----------|
| Rev. Responder-gæder | Utdat | Kurs | Dato |
| Karmøy Kommune | Måned | | 15/10/21 |
| Borgarendene Remisjon Gjenv./73/80 | Tilgjeld | | Author |
| Borgarendene 110 4250 Kspervik | 1 : 100 | | Booker |
| Bygg fasader | Aktiverende | | B57130 |
| | Prosjekt | | |
| | Utgangspunkt | | |
| | A30-05 | | |

KARMOY
KOMMUNE

Krossanesvegen 4
5562, Ølensås

Oppdragsgjevar: Karmøy kommune
Oppdragsgjevars kontaktperson: Enrique Tiainen Guerrero
Rådsgjevar Norconsult AS, Besøksadresse: Uttrågata 6B, NO-5700 Voss
Oppdragsleiar: Inge Hommedal
Fagansvarleg: Inge Hommedal
Andre nøkkelpersonar: Dag Liaaen Jahnsen

| | | | | | |
|----------------|-------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------|
| J01 | 2022-01-12 | Til bruk | Inge Hommedal | Dag Liaaen Jahnsen | Inge Hommedal |
| A03 | 2022-01-10 | Eigenkontrollert, til fagkontroll | Inge Hommedal | - | - |
| A02 | 2022-01-04 | I arbeid | Inge Hommedal | - | - |
| A01 | 2021-11-25 | Disposisjon | 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

Karmøy kommune har engasjert Norconsult AS til å detaljprosjektera lyd- og vibrasjonstilhøve i entreprise med utviding av attvinningsstasjonen i Borgaredalen miljøpark. Byggverket ligg på gardsnummer 73 bruksnummer 80 i Karmøy kommune.

Det er skildra løysingar som vil ivareta gjeldande krav med omsyn til luftlydisolasjon, trinnlyd, romakustikk og støy frå installasjonar i ventilasjonsrom/tekniske rom.

Innhold

| | | |
|------------------|--|-----------|
| 1 | Innleiing | 6 |
| 1.1 | Bakgrunn og føremål | 6 |
| 1.2 | Om rapporten | 7 |
| 1.3 | Ansvarstilhøve og grensesnitt mot andre fag | 7 |
| 2 | Grunnlagsdokumentasjon | 8 |
| 3 | Føringar for akustikk | 9 |
| 3.1 | Nasjonale føringar | 9 |
| 3.2 | Føringar i prosjektet/totalentreprisen | 9 |
| 3.3 | Vurderingar av føringane, situasjonen og konsekvensane | 9 |
| 4 | Fasadar | 10 |
| 4.1 | Innleiing | 10 |
| 4.2 | Konsekvensar | 10 |
| 5 | Dekke/etasjeskilje | 11 |
| 5.1 | Golv i plan 1 | 11 |
| 5.2 | Golv i plan 2 / loft | 11 |
| 6 | Innvendes veggar og dører | 12 |
| 6.1 | Innleiing | 12 |
| 6.2 | Krav til luftlydisolasjon og trinnlydtrykk | 12 |
| 6.3 | Konsekvensar | 12 |
| 7 | Lydabsorpsjon til overflater | 17 |
| 7.1 | Allment om romakustikk | 17 |
| 7.2 | Konsekvensar | 17 |
| 8 | Referansar | 20 |
| Vedlegg A | Lydplan | 21 |
| Vedlegg B | Lydfugeplan | 22 |
| Vedlegg C | Grenseverdier direkte frå TEK17 | 23 |
| Vedlegg D | Grenseverdier avleidde frå TEK17 | 25 |
| Vedlegg E | Ord og uttrykk i akustikk | 26 |
| E.1 | Vekting | 26 |
| E.2 | Desibel | 26 |
| E.3 | Oktavband og frekvens | 26 |
| E.4 | Korttidsmidla lydtrykknivå | 26 |
| E.5 | Støyeksponeringsnivå | 26 |
| E.6 | Toppverdi for lydtrykknivået | 27 |

| | | |
|------|---|----|
| E.7 | Grenseverdier | 27 |
| E.8 | Tiltaksverdier | 27 |
| E.9 | Etterklangstid | 27 |
| E.10 | Lydabsorbent | 27 |
| E.11 | Lydabsorpsjonsfaktor, α | 27 |
| E.12 | Lydisolasjonstal | 27 |
| E.13 | Litt om vanleg førekomande lydtrykknivå | 28 |
| E.14 | Litt om endring i lydtrykknivå – og <i>oppleving</i> av endringar | 28 |
| E.15 | Lydeffekt | 28 |

1.2 Om rapporten

1.2.1 Avgrensingar

Utrekningar og konkrete vurderingar av eksternstøy er ikkje inkludert

Støy frå bygg- og anleggsverksemd i samband med etablering av byggverket er ikkje handsama i denne rapporten.

1.2.2 Merknad

Sitat er sette innanfor hermeteikn og i blå skrift.

Denne rapporten er tufta på tilsend materiale og andre opplysingar frå oppdragsgjevaren.

1.3 Ansvarstilhøve og grensesnitt mot andre fag

Byggverket er vurdert av oss til å vera i tiltaksklasse 1 for lyd- og vibrasjonstilhøve, jamfør Plan- og bygningsloven § 23-5 og SAK10 §13-5 bokstav o.

Ansvarstilhøve som synte i nedanståande Tabell 1 vert lagde til grunn.

Tabell 1 Ansvarsmatrise for prosjektering av lydtilhøva i dette byggverket.

| Ansvarleg prosjekterande | Ansvarsområde |
|-------------------------------------|---|
| RiAku – rådgjevar akustikk | Prosjektering av lyd- og vibrasjonstilhøve. Premissane og krava i denne rapporten har grensesnitt til andre prosjekterande. Premissane og lydkrava må implementerast for kvart fag, gjennom samarbeid og tverrfagleg kontroll. |
| ARK – arkitekt | Løysingar for veggjar, etasjeskilje og himlingar som oppfyller krav til luftlydisolasjon og trinnlyd mellom ulike rom og etasjar. Lydabsorbentar og val av materiale som påverkar romakustiske tilhøve. Tilslutningsdetaljar mot flankerande konstruksjonar. |
| RiV – rådgjevar ventilasjonsteknikk | Lydnivå frå ventilasjon- og sanitærinstallasjonar, med naudsynt demping i røyr-, kanalnett og sjakter. Unngå at gjennomføringar kortsluttar eller svekkar lydisolasjonen mellom ulike funksjonar/rom. Tetting av gjennomføringar. Vibrasjonsisolering av teknisk utstyr / tekniske installasjonar. |
| RiE – rådgjevar i elektroteknikk | Sikra at el.-boksar og gjennomføringar ikkje svekkar lydisolasjonen mellom funksjonar/rom. Tetting av gjennomføringar. |
| RiB – rådgjevar i byggjeteknikk | Prosjektering av lydskilje i berande konstruksjonar og eventuelle påstøyp. |

2 Grunnlagsdokumentasjon

Grunnlaget for arbeidet i denne rapporten er lista opp i Tabell 2 nedanfor.

Tabell 2 - Grunnlagsdokumentasjon.

| Fil/dokument | Revisjon | Datert | Oversendt | Laga av |
|---|-------------|------------|------------|----------------|
| «A20-01-Planskisse kontor og lager.pdf» | A (veke 52) | 2021-12-30 | | Omega areal AS |
| «A20-03-Planskisse ute og inneomrd.pdf» | A (veke 52) | 2021-12-30 | | Omega areal AS |
| «A20-05-Tekn.rom Plan og snitt.pdf» | A (veke 34) | 2021-08-25 | | Omega areal AS |
| «Miljøstasjon ARK – hovedetasje kontor og lager 01.dwg» | - | - | 2022-01-03 | arkitekt |

I tillegg til disse grunnlagsteikningane er det også, som orientering, brukt BIM-fil i IFC-format innehaldande ARK-modellen.

3 Føringar for akustikk

3.1 Nasjonale føringar

3.1.1 Plan- og bygningslova med tilhøyrande byggteknisk forskrift TEK17

Plan- og bygningsloven har ei Forskrift om tekniske krav til byggverk (også kalla TEK17) og ein tilhøyrande rettleiar. I TEK17 er lyd og vibrasjonar tema. I §13-6 «Lyd og vibrasjoner» er det slått fast at: «(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.».

Den komplette forskrifta og den tilhøyrande rettleiaren kan finnast på Direktoratet for byggkvalitet sine nettsider. P.t. er denne adressa gjeldande: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>.

3.1.1.1 Oppfyljing av TEK17 med Norsk standard

Dei overordna krava i TEK17 om tilfredsstillande lydforhold (sjå ovanfor) kan oppfyllest på fleire måtar, til dømes altså ved å utføra bygget etter lydklasse C i den nemnde standarden. I denne standarden er det gjeve grenser for tillateleg støy, lydisolasjon, etterklangstid med meir for nye bustader, kontor, forretningar, møterom, kantiner, hallar, industrilokale, osv. Minstekrava for nye bygg i standarden er gjevne i ein eigen lydklasse C.

Merknad: I rettleiinga til TEK17 er det presisert at preakseptert yting er: «For byggverk og brukerområder som ikke dekkes av NS 8175:2012, kan grenseverdier velges fra tabeller med bygningstyper eller brukerområder som er sammenlignbare ut fra funksjon.».

3.2 Føringar i prosjektet/totalentreprisen

Me har ikkje motteke opplysningar om at byggherren eller totalentreprenøren har kome med føringar for lydtilhøva i byggverket ut over dei nasjonale føringane nemnde ovanfor.

3.3 Vurderingar av føringane, situasjonen og konsekvensane

For dette byggverket vurderer me det slik at somme lydkrav må *avleias* frå TEK17, medan andre kan *lesast direkte* frå NS 8175:2012. Vedlegg D og E inneheld desse to gruppene med lydkrav.

For dette byggverket er det elles vurdert at arbeidsrom skal akustikkmessig reknast som kontor, med tilhøyrande lydkrav. Tidsmidla og maksimale lydtrykk frå avfallshandteringa er ukjende. Dette er her løyst ved å setja moderate krav til luftlydisolasjon kring arbeidsrom.

Identifiserte eksterne støykjelder er støy frå køyretøy og avfallshandtering i området. Delar av avfallshandteringa skjer kloss i pauserommet (16,7 m², unummerert) i hjørnet mot nord i det største nybygget.

4 Fasadar

4.1 Innleiing

Fasadane skal sikra at krav til innandørs støy frå utandørs støykjelder held seg under relevante grenseverdiar. Identifiserte utandørs støykjelder er støy frå køyretøy og avfallshandtering, både tett inntil byggverket og i området kring byggverket.

4.2 Konsekvensar

I lydplanen vedlagt denne rapporten er det synt krav til luftlydisolasjonen for fasaden i arbeidsrommet. Sidan *arbeidsrommet er rekna som eit kontor* har det krav i NS 8175:2012 til innandørs lydtrykknivå frå utandørs lydkjelder. Lydtrykket frå desse kjeldene er ikkje kjent. Det er lagt til grunn moderate krav til luftlydisolasjon for fasaden i arbeidsrommet, og det kan førekoma overskridingar av kravet i NS 8175:2012 til innandørs lydtrykknivå. Denne situasjonen bør løysast gjennom å søkja om fråvik frå kravet i NS 8175:2012.

For dei hine romma er det ingen krav i NS 8175:2012 til luftlydisolasjonen til fasaden, ytterveggane eller yttervindaugo. Me rår likevel til at fasadane i *pauserommet* får luftlydisolasjon utover standardkvalitet.

Me rår til at vindauge i pauserommet får luftlydisolasjon $R_w \geq 40$ dB.

Allment: Det må sikrast at knutepunkt mellom fasadane og dei indre lydskiljeveggane vert utforma slik at flankelyd via fasadekonstruksjonen vert tilstrekkeleg dempa.

5 Dekke/etasjeskilje

5.1 Golv i plan 1

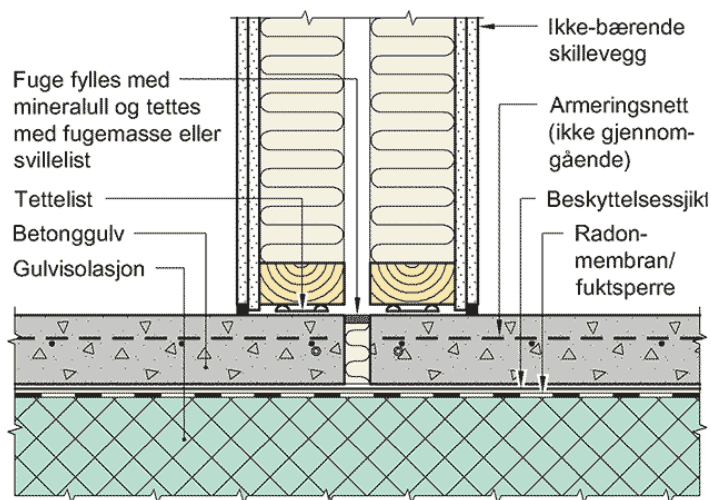
Golvet i hall-delen av byggverket er støpt golv på grunn, med 200 mm tjukk betong over eit termisk isolerende sjikt. I kontordelen vert betongen 150 mm tjukk.

Betongskiktet må splittast med ei lydfuge langs heile akse 10 i byggverket, svarande til veggen mellom arbeidsrom (unummert, 11,7 m²) og overbygd areal for farleg avfall (unummeret, 99,7 m²). Dette for å betra luftlydisolasjon mellom desse to hovuddelane av byggverket og for å gje ein viss isolasjon av strukturlydar og vibrasjonar i dei overbygde avfallsareala.

Det må òg koma lydfuge under dei andre tre veggane i arbeidsrommet. Ingen andre lydfuger trengst.

Sjå òg lydfugeplan i vedlegg.

Lydfuger skal bryta heile betongskiktet, altså heilt ned til det termiske isolasjonslaget. Inga armering kan kryssa lydfugene. Lydfugene skal vera minst 10 mm breie. For å hindra støv og rusk i å leggja seg i fugene rår me til å dytta mineralull ned i fugene og tetta toppen med elastisk fugemasse. Lydfugene skal normalt plasserast midt under veggjar, som synt i figuren nedanfor.



Figur 2 – Fuge i golv på grunn, detalj 35a henta frå byggdetaljblad 524.305 i Byggforskserien frå SINTEF.

Eventuelle berande søyler i akse 10 må plasserast på ei av sidene av fuga.

Med lydfugene på plass står ein fritt i å velja overflater på alle golva, som kan vera med golvbelegg eller harde golv (t.d. eksponert betong eller fliser).

5.2 Golv i plan 2 / loft

Plan 2 / loft inneheld teknisk rom og disponibelt areal / lager. Etasjeskiljet er eit trebjelkelag. Golvet i det tekniske rommet er føresett med ein påstøyp. Det er også lagt til grunn minst 95 % demping av vibrasjonar i det tekniske utstyret i rommet. Ut over det trengst det ingen fleire avbøtande tiltak mot luft- og strukturboren lyd frå rommet og utstyret i rommet.

6 Innvendes veggar og dører

6.1 Innleiing

Skiljeflatene (innvends veggar, dører, glasfelt, osv.) til rom med krav til luftlydisolasjon må utførast slik at grenseverdiane vert tilfredsstilte.

Ikkje alle rom/areal har grenseverdier for lyd knytte til seg.

6.2 Krav til luftlydisolasjon og trinnlydtrykk

Grenseverdier for luftlydisolasjon til arbeidsrom og trinnlydtrykk i arbeidsrom er lista opp i vedlegg.

6.3 Konsekvensar

I lydplanen vedlagt denne rapporten er det synt krav til luftlydisolasjonen for innvendes skiljeflater.

Merknad: Arbeidsromsvindauget som vender inn mot hallen for farleg avfall er ført opp med luftlydisolasjon $R_w \geq 38$ dB. Tidsmidla og maksimale lydtrykk i den hallen er ukjent.

Allment: Det må sikrast at knutepunkt mellom fasadane og dei indre lydskiljeveggane vert utforma slik at flankelyd via fasadekonstruksjonen vert tilstrekkeleg dempa.

6.3.1 Oppbygging

Allmenne framlegg til oppbygging av skiljeflater med lydkrav er gjevne i tabellen nedanfor. Tabellen gjev oppbygging av lydveggar med stenderverk i både stål og tre. Elles er det føresett mineralullfylling, gipsplater, samt 600 mm senteravstand for stenderverk. Lydveggane skal byggjast frå golv/dekke til underkant dekke/tak, og altså *ikke* avsluttast i himling.

Tabellen gjev òg krav til tjukk på eventuelle betongveggar for veggar med lydkrav.

Tabellen gjev òg krav til dører og glasfelt.

Tabell 3 – Føreslegen oppbygging av skiljeflater med lydkrav til feltmålte lydreduksjonstal, R'_w .

| R'_w [dB] | Oppbygging, stålstenderverk | Oppbygging, trestenderverk | Oppbygging, høg densitet | Dørkrav [dB] | Glasfeltkrav [dB] |
|-------------|---|---|--------------------------|---------------|--|
| 24 | 1 x 13 mm gips 45 mm stålstender 1 x 13 mm gips | 1 x 13 mm gips 48 x 48 mm trestender 50 mm mineralull 1 x 13 mm gips | - | $R_w \geq 25$ | $R_w \geq 25$ |
| 34 | 1 x 15 mm OSB eller 13 mm gips 70 mm stålstender 1 x 15 mm OSB eller 13 mm gips | 1 x 15 mm OSB el. 13 mm gips 73 x 48 mm trestender 1 x 15 mm OSB el. 13 mm gips | - | $R_w \geq 33$ | $R_w \geq 38$, t.d. laminert glas 6/1/4 mm |
| 37 | 1 x 13 mm gips 70 mm stålstender 30 mm mineralull 1 x 13 mm gips | 1 x 13 mm gips 73 x 48 mm trestender 70 mm mineralull 1 x 13 mm gips | - | Ingen dører | $R_w \geq 38$, t.d. laminert glas 6/1/4 mm |

| R'w [dB] | Oppbygging, stålstenderverk | Oppbygging, trestenderverk | Oppbygging, høy densitet | Dørkrav [dB] | Glasfeltkrav [dB] |
|----------|---|---|--------------------------|--|-------------------|
| 44 | 1 x 13 mm robustgips 1 x 15 mm OSB eller 13 mm gips 70 mm stålstender m / ≥ 45 mm mineralull 1 x 15 mm OSB eller 13 mm gips 1 x 13 mm robustgips | 1 x 13 mm robustgips 1 x 15 mm OSB el. 13 mm gips 98 x 48 mm trestender 100 mm mineralull 1 x 15 mm OSB el. 13 mm gips 1 x 13 mm robustgips | 100 mm betong | Rw ≥ 38 | IA |
| 48 | 1 x 13 mm robustgips 1 x 15 mm OSB eller 13 mm gips 95 mm lydsterender m / 95 mm mineralull 1 x 15 mm OSB eller 13 mm gips 1 x 13 mm robustgips | Veggkonstruksjon med veksla stenderverk 1 x 13 mm robustgips 1 x 15 mm OSB el. 13 mm gips 98 x 48 mm trestender veksla på felles topp-/botnsvill 120 mm holrom, m/ mineralull 1 x 15 mm OSB el. 13 mm gips 1 x 13 mm robustgips | 150 mm betong | Ingen dører | IA |
| 50 | Vegg tilsvarende R'w ≥ 55 dB | Vegg tilsvarende R'w ≥ 55 dB | | Sluse med to dører som har Rw ≥ 28 dB og Rw ≥ 33 dB. Alternativt to dører i separate karmar der kvar held Rw ≥ 33 dB. Alternativt ei dør som held R'w ≥ 47 dB. | |
| 55 | Veggkonstruksjon med separate stålstendrar 1 x 13 mm robustgips 1 x 15 mm OSB eller 13 mm gips Doble separate stenderverk med separat topp-/botnsvill. ≥ 30 mm avstand mellom stenderverk, totalt ≥ 170 mm holrom. ≥ totalt 140 mm mineralull 1 x 15 mm OSB eller 13 mm gips 1 x 13 mm robustgips | Veggkonstruksjon med doble, separate trestendrar 1 x 13 mm robustgips 1 x 15 mm OSB el. 13 mm gips Doble separate stenderverk med separat topp-/bontsvill. ≥ 30 mm avstand mellom stenderverk, totalt ≥ 180 mm holrom. ≥ totalt 140 mm mineralull 1 x 15 mm OSB el. 13 mm gips 1 x 13 mm robustgips | 200 mm betong | Sluse med to dører som held Rw ≥ 33 dB. Alternativt doble dører i separate karmar der kvar held Rw ≥ 38 dB. | |

6.3.2 Utføring og tilslutninger

- Alle skiljeflater med lydkrav skal gå heilt opp til overliggjande dekke.
- Det må fugast godt, med elastisk aldringstølig fugemasse (ikkje akryl), i alle overgangane mellom lydskiljeflater og tilstøytande konstruksjonar.
- Mot eventuelle stålplatetak (TRP) må lydskiljeflatetilslutningar sikra god nok isolasjon mot flankeoverført lyd.
- Gjennomgåande platekledningar i flankerande konstruksjonar skal brytast i tilslutninga mot vegg som har krav $R'_w \geq 48$ dB. Døme på utføring av slike tilslutningar er synte i m.a. Gyproc si handbok.
- Mot betongveggar trengst ingen spesielle tiltak ut over at det må brukast eigna kantprofilar og god fugging med elastisk fugemasse.
- Om det er trengst skrufaste plater i lydveggar kan eit lag gips erstattast av ei OSB-plate eller ei 11-12 mm tjukk MDF-plate. Andre plater, som kryssfinér, kan monterast i tillegg til det talet på gipslag som er skildra i tabellen ovanfor. Kryssfinérplater kan **ikkje** erstatta gips/OSB/MDF-plater fordi dei er for stive til å gje lydisolasjonen som krevst.
- Systemveggar kan anten avsluttast opp mot underkant dekke eller mot eit tett skjørt som går heilt opp til dekket. Eventuelt kan skjørtet byggjast opp tilsvarande som vegg med lydkrav som gjevne i tabellen ovanfor.
- Ved bruk av systemveggar må leverandør stå ansvarleg for å velja løysingar som oppfyller krav til feltmålt lydreduksjonstal R'_w som synt.
- For vegg med lydkrav opp til og med $R'_w = 37$ dB kan ein velja å nytta ein gjennomgåande lydisolerande akustisk himling i staden for tette skjørt over himling. Lydisolerande akustisk himling skal ha himlingsplater som har lydisolasjon $D_{n,f,w} \geq 43$ dB. Ein kan eventuelt vurdere å bruka plater med lågare lydisolasjon, men ein må då nytta skjørt av mineralull (Rockwool Rockfon Soundstop, eller tilsvarande) i tillegg. Leverandør må sikra ei løysing der kombinasjon av himling, eventuelt

6.3.3 Elektrisk anlegg

Innfelte el.-boksar for skjult anlegg kan monterast rygg-mot-rygg i vegg med lydkrav opp til og med $R'_w = 37$ dB. For vegg med $R'_w \geq 38$ dB skal det vere minst 300 mm forskuving mellom boksane, og i vegg med krav $R'_w \geq 48$ dB skal det forskyvast minst 600 mm (eit veggfelt).

Det skal ikkje vera gjennomgåande trekkjerøyr eller kanalar mellom dei to veggfelte i vegg med lydkrav $R'_w \geq 52$ dB.

Det skal ikkje vera gjennomgåande el.-kanalar mellom rom med lydkrav $R'_w \geq 48$ dB eller høgare. I slike tilfelle skal kanalar anten brytast inne i vegg, eller så må kanal avsluttast på utsida av vegg. Sjå typedetalj 3.9.21.208 i Gyproc-handbok.

6.3.4 Brannskåp og fordelarskåp

Utanpåliggjande brannskåp og fordelarskåp kan monterast på alle vegg. Om det vert brukt innfelte skåp skal desse helst plasserast i vegg utan lydkrav. Vert brannskåp/fordelarskåp monterte i vegg med lydkrav må det sørgast for ekstra lydisolering rundt skåpa.

I vegg med lydkrav opp til og med $R'_w = 34$ dB skal det i bakkant av / rundt skåp monterast eit lag 13 mm gips. Det skal vere holrom og mineralull (≥ 20 mm) mellom gips bak brannskåp og platelag på motsett side av veggen.

6.3.5 *Lydisolasjon og gjennomføringer av ventilasjonskanalar*

Kanalgjennomføringer i vegg mellom rom med høge lydkrav er problematiske på grunn av lydoverføring både ved gjennomføring i vegg, i sjølve kanalveggen og via opne ventilar i kanalane.

Generelt rår me til at kanalføringane vert lagde i korridor med innstikk mot bruksrom via vegg med dør, så ein slepp å føre kanalar gjennom vegg med høgare lydkrav.

For å sikra god lydisolering ved kanalgjennomføringer må det tettast mellom kanal og vegg på begge sider av vegg, i tillegg dyttast det med mineralull mellom kanal og vegg inne i vegg. For å sikra god lydisolasjon er det nok å nytta elastisk fugemasse mellom kanal og vegg på kvar side av vegg så lenge avstanden mellom vegg og kanalen er $\leq \approx 20$ mm. Ved større avstandar kan ein måtte nytta gipsbasert støypemørtel, tilsvarande produkt som vert nytta ved brannetting. Om utføringa er i tråd med krav til brannetting er den også god for tetting av lydlekkasjar.

For ei enkel gjennomføring med kanaldimensjon opp til og med Ø 400 mm vert lydisolasjonen mellom rom, R_w , avgrensa til 44 dB under føresetnad av god tetting ved gjennomføring som skildra over. Ved fleire/større kanalgjennomføringer og ev. gjennomføringer i vegg med høgare lydkrav vil ein måtte kassa inn kanalar eller etablera ein tett gipshimling under kanalar på minst ei side av veggane. I tillegg kan det vera behov for ekstra lyddemparar («lydfeller») i kanalnett mellom rom.

6.3.6 *Generelt om svekking av luftlydisolasjon mellom rom pga. kanalgjennomføringer*

Når kanalar kryssar eit lydskilje vil luftlydisolasjonen reduserast på grunn av tre forhold:

1. Lyd overført i opne ventilar via kanal.
2. Lyd som overførast og avstrålast via kanalveggar og kanal.
3. Lydlekkasjar ved sjølve kanalgjennomføringa i lydskiljevegg. I tillegg kan det oppstå eit stivt samband mellom platelag på kvar veggside, som vil svekka lydisolasjonen til vegg.

Punkt 1 er forutsett ivareteke gjennom RIVs prosjektering med lyddemparar i kanalstrekk mellom opne ventilar. Det vert forutsett at også RIV dimensjonerer kanalnettet så krav til støynivå vert ivareteke. I det vidare omtalast berre forhold som berører lydisolasjonen mellom to rom.

Både punkt 2 og 3 medfører utfordringar som aukar med aukande kanaldimensjon og talet på kanalgjennomføringer. Rektangulære kanalar har vesentleg dårlegare eigenskapar enn sirkulære kanalar.

Oppnådd lydisolasjon med ein gjennomgåande rektangulær kanal er svært låg, omkring $R_w < 30$ dB. Ved bruk av rektangulære kanalar som kryssar lydskilje må det derfor i nesten alle tilfelle gjennomførast tiltak i form av bruk av elastiske koplingar ved lydskilje, lyddemparar og innkassing av kanalar. Bruk av rektangulære kanalar vert difor frårådd.

Ved bruk av sirkulære gjennomgåande kanalar i eit lydskilje kan ein oppnå noko betre lydisolasjon. Med ei enkelt kanalgjennomføring med dimensjon opp til Ø 400 mm avgrensast likevel lydisolasjonen til $R'_w \approx 44$ dB forutsett at det ikkje vert gjort tiltak utover at det tettast ved gjennomføringa.

Med større og ev. fleire kanalar som kryssar eit lydskilje, ev. i vegg med høgare lydkrav, må det gjennomførast spesielle tiltak for å avgrensa lydoverføringa. Dette gjeld også der kanalar går direkte ut frå teknisk rom mot rom der det er krav til støynivå frå tekniske installasjonar. Aktuelle tiltak er bruk av lyddemparar nærare lydskiljet, elastiske koplingar ved lydskiljet og innkassing av kanalar på ei eller begge sider av lydskiljet.

6.3.7 **Generelle tilrådingar for føringsvegar for ventilasjon**

For større hovudkanalar bør det forsøkast å unngå å krysse lydskilje med lydkrav $R'_w \geq 37$ dB eller høgare. Hovudføringer for ventilasjonskanalar bør leggjast i korridor med innstikk mot kvart enkelt bruksrom. Ein går då igjennom lydskiljet med lågast krav, typisk vegg med dør. Med denne løysinga vil ein unngå spesielle tiltak for å sikra tilstrekkeleg god lydisolasjon ved kanalgjennomføringer.

Det vert frårådd å leggja føringer direkte frå teknisk rom ut mot bruksrom, t.d. kontor og møterom.

6.3.8 **Generelle tiltak for mindre kanalgjennomføringer**

For å sikra god lydisolering ved kanalgjennomføringer må det tettast med elastisk fugemasse mellom kanal og platelag på begge sider av vegg, i tillegg dyttast det med mineralull mellom kanal og vegg inne i vegg. Ved større avstandar kan det vera behov for å montera ei ekstra gipsplate (passbit) som vert tilpassa kanal og festa til vegg.

I alle lydskiljeveggar med lydkrav opp til og med $R'_w \geq 44$ dB og kanaldimensjonar opp til og med Ø 400 mm er det tilstrekkeleg med tetting som skildra over.

For veggjar med lydkrav opp til og med $R'_w \geq 48$ dB er det tilstrekkeleg med tetting som skildra over så lenge det berre er ei kanalgjennomføring med dimensjon opp til og med Ø 315 mm. Ved fleire/større kanalgjennomføringer og ev. gjennomføringer i veggjar med høgare lydkrav vil det vera behov for å kassa inn kanalar eller etablere ein tett gipshimling under kanalar på minst ei side av vegg:

- Alternativ 1: Kanalar vert kassa inn med 2 lag 13 mm gips. Det må leggjast 50 mm mineralull mellom gips og kanalar.
- Alternativ 2: Ein tett gipshimling vert utført med to lag 13 mm gips og 50 mm mineralull over gips. Ingen spesielle krav til oppheng av gipshimling i form av lydbøyler eller liknande.
- Alternativ 3: Det vert brukt ein lydisolerande himling som i tillegg til å vera *lydabsorberande* også er *lydisolerande*. Himlingen skal oppfylla: Lydisolasjon $D_{n,f,w} \geq 43$ dB, lydabsorpsjon Klasse A iht. ISO 11654. Aktuelle produkt som oppfyller begge desse krava er: Ecophon Combison Duo, 54 mm og Rockfon Sonar dB 44, 50 mm

Dersom det går kanalar ut frå teknisk rom direkte mot bruksrom rår me til at det i tillegg til innkassing av kanalar vert nytta elastiske mansjettar ved gjennomføringa, og at det vert montert lyddempar på kanalar på ei side av veggen, tett opp mot gjennomføringa.

7 Lydabsorpsjon til overflater

7.1 Allment om romakustikk

For å sikra oppfyljing av krav til etterklangstid og midlare lydabsorpsjonsfaktor vil det trengjast lydabsorberande himling i dei fleste areala som har krav til desse to eigenskapane. ISO 11654 gjev absorpsjonsklassar for lydabsorberande material. Underordna rom som lager, osv., har ikkje krav til romakustikken og vil ikkje trengja lydabsorbentar.

Dei innvendige, men uoppvarma areala/romma i dette byggverket bør få ei viss akustisk regulering i form av lydabsorbentar i taket og på veggar, der målet bør vera å oppnå krav til etterklangstid («romakustikk») som til lokale for industrihallar (jamfør tabell 38 i lydstandarden NS 8175:2012)

7.2 Konsekvensar

7.2.1 Allment

I areal og rom der det vert stilt *strengje krav* til etterklangstilhøva vil ein måtte bruka materialar som tilfredsstiller absorpsjonsklasse A (vekta lydabsorpsjonsfaktor i intervallet $0,90 \leq \alpha_w \leq 1,00$). Denne klassen kan tilfredsstillast av nedhengde mineralullshimlingar. Om det er ynskjeleg med andre typar absorbentar i denne typen areal/rom i byggverket kan påkravd romakustikk oppnåast ved å supplera med lydabsorbentar på vegg.

I areal med *lågare krav* til etterklangstid kan det nyttast material som tilfredsstiller absorpsjonsklasse B (vekta lydabsorpsjonsfaktor i intervallet $0,80 \leq \alpha_w \leq 0,85$). Denne klassen vert tilfredsstilt av mineralullshimlingar eller perforerte gipshimlingar med bakanforliggende mineralull. Det nedste laget i himlingar kan vera treullsementplater.

7.2.2 Arbeidsrommet

Arbeidsrommet (unummerert, 11,7 m²) har krav til romakustikken gjeve av NS 8175:2012 (tabell 33 i den standarden).

Heildekkande himling, ≥ 200 mm nedhengd og med 30-40 mm tjukke mineralullsabsorbentar kan vera ei løysing i dette rommet, altså ein lydhimling i lydabsorpsjonsklasse A.

7.2.3 Pauserommet

Pauserommet (unummerert, 16,7 m²) har krav til romakustikken gjeve av NS 8175:2012 (tabell 37 i den standarden).

Heildekkande himling, ≥ 200 mm nedhengd og med 30-40 mm tjukke mineralullsabsorbentar kan vera ei løysing i dette rommet, altså ein lydhimling i lydabsorpsjonsklasse A. Over kjøkenbenken bør himlingsplatene vera av hygienetypen, Rockfon Hygienic, eller tilsvarande frå andre leverandørar.

7.2.4 Garderobe / rom for personleg verneutstyr

Det er ingen formelle krav til romakustikken i garderobar, som me vurderer rommet for personleg verneutstyr (unummerert, 11,1 m²) til å vera. Me vil likevel rå til at slike rom får ein heildekkande himling med god lydabsorpsjon, helst lydabsorpsjonsklasse A. Ein slik himling vil gje tydeleg auka brukskvalitet for rommet samanlikna med ein situasjon der alle overflatene i rommet er lydreflekterande

Under føresetnad av rett dimensjonert og fungerande ventilasjon i dette rommet trengst det *ikkje* spesielle fukt-tølige himlingsmaterial utover standardkvalitet.

Heildekkande himling, ≥ 200 mm nedhengd og med 30-40 mm tjukke mineralullsabsorbentar kan vera ei løysing i desse romma.

7.2.5 **Bøttekottet BK 1**

Bøttekottet BK 1 treng ikkje tiltak i form av lydabsorberande overflater. Om det likevel skal få systemhimling kan det vurderast om himlingsplatene kan vera enklaste sort lydhimling, t.d. 20 mm tjukke mineralullsplater.

Under føresetnad av rett dimensjonert og fungerande ventilasjon i dette rommet trengst det *ikkje* spesielle fukt-tølige himlingsmaterial utover standardkvalitet.

7.2.6 **Lager/mottak**

Byggverket inneheld rom/areal for lagring/mottak av somme sortar varer, m.a. eigne areal for desse kategoriane:

- Farleg avfall, 101 m²
- EE-avfall, 100 m²
- Vindauge,
- Trelast for ombruk, 64 m².

Med gjennomsnittleg takhøgde på 6 m krevst det ei etterklangstid på maksimalt 1,2 s for desse romma/areala¹. Samstundes skal den gjennomsnittlege absorpsjonsfaktoren, $\alpha > 0,2$.

Me legg til grunn heildekkande himling, ≥ 200 mm nedhengd og med 30-40 mm tjukke mineralullsabsorbentar i desse romma/areala.

For at romma skal oppfylle krav etter den byggtekniske forskrifta TEK17 til etterklangstid og lydabsorpsjonsfaktor må takabsorpsjonen supplerast med veggabsorbentar av type og kvalitet som omtala nedanfor.

Ut frå type lokale rår me til at veggabsorbentane vert i form av porøse absorbentar, t.d. i mineralull eller polyetylen-skum, direkte monterte på veggane. Døme på aktuelle produkt er Rockwool Rockfon VertiQ (mineralull), Stratocell Whisper (polyetylen-skum), eller tilsvarende produkt frå andre leverandørar.

Treullsementplater med mineralull bak kan også vera eit alternativ, likeeins perforerte metallplater eller strekkmotallplater framfor mineralull. Alle absorbentane må tilfredstilla aktuelle krav til overflater og material (mekanisk styrke, reinhald, brannmotstand, osv.) i denne typen lokale. Me rår til at alt disponibelt areal på ein kortvegg og ein langvegg i kvart rom vert dekkja med slike absorbentar. Dei to hine veggane i kvart rom treng *ikkje* få lydabsorbentar. Lydabsorbentane må gå frå underkanten av systemhimlingen ned til underkanten av dei høgaste plasserte vindaugo.

Med desse overflatene på plass ligg mykje til rette for at det skal verta eit tilfredsstillande akustisk miljø i areal/for for lagar/mottak i dette byggverket.

7.2.7 **Utandørs overbygd areal**

Anlegget inkluderer eit stor overbygd utandørs areal for mottak/levering. Arealet er venta å verta bråkete, både i form av jamn støy (papp/papirkomprimatorar, allmenn støy frå internt transport i miljøparken, osv.) i

¹ I store lokale for industri gjeld grenseverdiane til etterklangstid frå 250 Hz

tillegg til slaglydar frå kasting og anna handtering av avfall. Dette, saman med at arealet vert brukt av kundar, gjer at overflater i den overbygde delen av byggverket bør ha ein viss lydabsorpsjon slik at arealet vert mindre klangfullt. Svakare lydrefleksjonar og neddempa areal gjev også dette mykje trafikkerte arealet tryggare både som arbeidstakar og som avfallsleveringskunde, m.a. ved at ein då lettare oppfattar eventuelle varslingsignal, unormale/farlege situasjon, osv.

Me føreslår at det vert hengt opp lydabsorbentar under overbygget, gjerne i form av flåtar opphengde i kjettingar, el.l. Karmøy kommune ynskjer at saueull skal vurderast brukt som lydabsorbent i dette arealet. Så vidt kjent er saueull lite brukt som lydabsorbentar her i landet². Internasjonalt er det gjort studier av lydabsorpsjonsegenskapane til saueull, både i rå form og i bearbeidd form, sjå t.d. (1) og (2). Materialet er funne å ha lydabsorberande eigenskapar på line med mineralull. Så framt saueulla er komprimert/pakka høveleg fast vil ho fungera greitt som lydabsorbent i dette prosjektet. Andre tema enn akustikeigenskapane må vurderast, t.d. motstand mot skadedyr, lukt, fiberavgang, levetid, brannmotstand, osv. Like eins må det finnast høveleg innkapsling/monteringsform. Alle desse tema går det an å koma attende til seinare, om ynskjeleg.

7.2.8 Utebu

Anlegget skal få ei utebu / lager for ombruksmøblar, o.l. Arealet til bua vert på 82 m². Det kan vera fare for lydrefleksjonar frå ytterveggane til bua, frå slaglydar i samband med avfallsleveringa. Etter avtale med rådgjevar i Omega areal AS føreslår me at det kjem eit lag lydabsorbentar i mineralull innanfor det utvendige spilepanelet på denne bua. Mellom lydabsorbentane og spilene må det leggjast ein eigna akustikk-duk.

7.2.9 Rom/celle for luftkompressor

Under rampen utanfor rommet for farleg avfall kjem det eit rom / ei celle for ein luftkompressor. For å dempa klang og ståande lydbylgjer der, og dermed minka lydsmitten til omgjevnadene rår me til at taket, ein kortvegg og ein langvegg i rommet vert dekkja med porøse og direkte monterte lydabsorbentar. For at lydabsorbentane skal verka brukande i aktuelt frekvensområde for kompressorstøy må dei vera tjukke. Plassbygde lydabsorbentar i mineralull med høg densitet (t.d. Rockwool Markplate, eller plate med tilsvarande akustiske eigenskapar) dekkja med perforerte stålplater eller strekkmetylplater eignar seg godt. Absorbentane må vera minimum 50 mm, helst 100 mm tjukke.

Luftkompressoren må vera montert på vibrasjonsisolatorar eller ha innebygd vibrasjonsisolering for å minka overføring av vibrasjonar og strukturlyd.

² Det finst ein norsk produsent/leverandør av lydabsorbentar i ull-filt, primært for innandørs bruk.

8 Referansar

1. *Characterization of sheep wool panels for room acoustic applications.* **Berardi, Umberto og al.** Buenos Aires : Acoustical society of America, 2016.
2. **Borlea (Mureșan), Simona Ioana og al.** Innovative use of sheep wool for obtaining materials with improved sound-absorbing properties. *Materials*. februar 2020, ss. 1-13.

Vedlegg A Lydplan

Lydplanen ligg ved denne rapporten som ei eiga fil, i PDF-format.

Vedlegg B Lydfugeplan

Lydfugeplan ligg ved denne rapporten som ei eiga fil, i PDF-format.

Vedlegg C Grenseverdier direkte frå TEK17

Dei overordna krava i TEK17 om tilfredsstillande lydforhold (sjå ovanfor) kan oppfyllest på fleire måtar, til dømes ved å utføra bygget etter lydklasse C i den nemnde standarden. I denne standarden er det gjevne grenser for tillateleg støy, lydisolasjon, etterklangstid med meir for nye bustader, kontor, forretningar, møterom, kantiner, hallar, osv. Minstekrava for nye bygg i standarden er gjevne i ein eigen lydklasse C. I denne akustikkprosjekteringa er det lagt til grunn lydklasse C i for dei romma/situasjonane som er dekkja av standarden.

Tabell 4. Utdrag frå NS 8175 lydklasse C. Dette utgjer preaksepterte ytingar/grenseverdier. Forklaring: Midlare høgd til rom er kalla «h» og er føresett gjeven i meter.

| Akustisk parameter/storleik, og type rom/bruksområde | Eigenskap | Lydklasse C |
|--|-----------------|-------------|
| Luftlydisolasjon | | |
| Mellom kontor, mellom kontor og fellesareal utan dørsamband | R'_{w} [dB] | 37 |
| Mellom kontor og kommunikasjonsveg med dørsamband | R'_{w} [dB] | 24 |
| Trinnlydnivå | | |
| I kontor frå eit anna kontor. Mellom eit kontor og eit møterom. I kontor frå kommunikasjonsveg, som fellesareal/fellesgang/korridor. | $L'_{n,w}$ [dB] | 63 |
| I møterom frå kommunikasjonsveg, som fellesareal/fellesgang/korridor. | $L'_{n,w}$ [dB] | 58 |
| Romakustikk | | |
| Høgaste etterklangstid i kantine, spiserom, pauserom o.l. | T_h [s] | 0,2 x h |
| Midlare absorpsjonsfaktor i kantine, spiserom, pauserom o.l. | α [-] | 0,2 |
| Høgaste etterklangstid i resepsjon, venteareal, inngangsparti, o.l. | T_h [s] | 0,2 x h |
| Midlare absorpsjonsfaktor i resepsjon, venteareal, inngangsparti, o.l. | α [-] | 0,2 |
| Høgaste etterklangstid i lokale for industri, handverk, forretning o.l. | T_h [s] | 0,2 x h |
| Midlare absorpsjonsfaktor i lokale for industri, handverk, forretning o.l. | α [-] | 0,2 |
| Høgaste etterklangstid i kommunikasjonsveg | T_h [s] | 0,27 x h |
| Midlare absorpsjonsfaktor i kommunikasjonsveg | α [-] | 0,15 |
| Høgaste etterklangstid i trapperom | T [s] | 1 |

I kapittel 4.3 i NS 8175 står det følgjande om etterklangstid:

«De spesifiserte grenseverdiene gjelder rommidlet etterklangstid i hvert enkelt av oktavbåndene 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz og 4000 Hz.» og vidare: «For 1/1-oktavbånd 125 Hz kan etterklangstiden overstige grenseverdiene i tabellene med inntil 40 %.»

| Lydnivå frå tekniske installasjonar, gjeld i brukstida til byggverket | | |
|---|---------------------|----|
| Utanfor vindauge i kontor, møterom, o.l. | $L_{p,AF,max}$ [dB] | 45 |
| I kontor, fellesareal og møterom | $L_{p,AT}$ [dB] | 33 |
| | $L_{p,AF,max}$ [dB] | 35 |
| I videokonferanserom | $L_{p,AT}$ [dB] | 28 |
| | $L_{p,AF,max}$ [dB] | 30 |
| I restaurant, serveringsstad, kantine, eterom, pauserom o.l. | $L_{p,AT}$ [dB] | 35 |
| | $L_{p,AF,max}$ [dB] | 37 |

| | | |
|---|---------------------|----|
| I lokale for industri, handverk, forretning, o.l. | $L_{p,AT}$ [dB] | 45 |
| | $L_{p,AF,max}$ [dB] | 47 |
| I kommunikasjonsveg | $L_{p,AT}$ [dB] | 38 |
| | $L_{p,AF,max}$ [dB] | 40 |
| I trapperom | $L_{p,AT}$ [dB] | 38 |
| | $L_{p,AF,max}$ [dB] | 40 |
| I resepsjon, venteareal, inngangsparti, o.l. | $L_{p,AT}$ [dB] | 30 |
| | $L_{p,AF,max}$ [dB] | 32 |

| | | |
|--|---------------------|----|
| Innandørs lydnivå fra utandørs lydkjelder | | |
| I kontor og møterom | $L_{p,AF,max}$ [dB] | 35 |

Vedlegg D Grenseverdier avleidde frå TEK17

Tabellen nedanfor oppsummerer grenseverdier som er avleidde frå samanliknbare rom/funksjonar, og utgjer tilrådingane våre i dette prosjektet.

Tabell 5. Norconsult-tilrådde akustiske ytingar avleidde v.h.a. rettleiinga til TEK17. Berre rom som er relevante i dette bygget er tekne med. Forklaring: Midlare høgd til rom er kalla «h» og er føresett gjeven i meter.

| Akustisk parameter/storleik, og type rom/bruksområde | Eigenskap | Norconsult-tilråding |
|--|-------------|-------------------------|
| Luftlydisolasjon | | |
| Veggar kring toalett, utan dørsamband | R'_w [dB] | ≥ 44 |
| Veggar kring toalett, med dørsamband ³ | R'_w [dB] | ≥ 34 |
| Romakustikk | | |
| I garderobar (inkludert rom for personleg verneutstyr og med fleire enn ein samtidig brukar) | | Lydabsorberande himling |

³ Der det vert brukt dør med lydklassifisering inn mot toalett medfører dette at avtrekk ikkje kan leggjast under dør. Det må då anten monterast ventil med lyddemping i vegg, eller så må det leggjast opp eigen kanal med tilluft til toalett.

Vedlegg E Ord og uttrykk i akustikk

E.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 best 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. For lydmålingar er det difor 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 svake og middels sterke lydar. Alle lydnivåa i denne rapporten er A-vekta lydnivå⁴.

E.2 Desibel

Alle lydnivåa her vert gjevne som eit nivå (i desibel, og forkorta til dB) i forhold til høyreterskelen vår.

E.3 Oktavband og frekvens

Innan akustikken er det vanleg å handtera dei ulike frekvensane 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.

E.4 Korttidsmidla lydtryknivå

$L_{p,A,ekvT}$ 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. Lydtryknivå vert gjeve som forholdstal i desibel (forkorta dB) samanlikna med 20 μPa (mikropascal), som svarar om lag til høyreterskelen vår.

$L_{p,A,ekvT}$ kan vera både utandørs og innandørs lydtryknivå.

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

Døme 2: $L_{p,A,ekv8t23-07}$ er støynivået midla over ei natt som startar kl. 23 og sluttar kl. 7 neste morgon, dvs. 8 timar.

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

E.5 Støyeksponeringsnivå

Støyeksponeringsnivå, $L_{EX,t}$ er lydtrykk tidsintegrert over ei viss tid t . Integreringa («summeringa») gjer at dette nivået gjev eit tal for «støydosen» i tida t .

⁴ 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 brukt innan akustikken, m.a. C-vekting. Desse dekkjer andre føremål, t.d. i vurdering av fare for akutte høyrskader.

Døme 1: $L_{EX,8h}$ er lydtrykk integrert over åtte timar.

Døme 2: $L_{EX,1h}$ er lydtrykk integrert over ein time.

$L_{EX,t}$ er mykje brukt for å talfesta sjansen for varige skader på høyrsla som fylgje av jamnt og høgt lydnivå og vert difor mykje brukt i arbeidsmiljøsamaheng.

E.6 Toppverdi for lydtrykknivået

$L_{p,C,peak}$ er det høgaste lydtrykknivået («peak») for ein lyd målt med C-vekting over tida t . Dette talet seier noko om sjansen for akutte eller varige skader på høyrsla som fylgje av skarpe lydar i liten avstand (smell, slag, avfyring av våpen, osv.). $L_{p,C,peak}$ er difor også mykje brukt i arbeidsmiljøsamaheng, men då for å talfesta sjansen for skade frå *einskildhendingar* med svært høge lydnivå.

E.7 Grenseverdiar

Grenseverdiar er verdiar for lydnivå som ikkje skal overskridast.

E.8 Tiltaksverdiar

Tiltaksverdiar er verdiar for lydnivå som krev at ein set i verk tiltak for å minska helserisiko og uheldig belastning til eit minimum.

E.9 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. Etterklangstida påverkar også det totale lydnivået i eit rom.

E.10 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.

E.11 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.

E.12 Lydisolasjonstal

Lydisolasjonen til ei skiljeplate / ein konstruksjon vert ofte skildra ved eit tal R_w . Skiljeplate vil ha ulik lydisolasjon ved ulike frekvensar, men desse vert samanlikna med ei referansekurve for å finna eit representativt tal. R_w er då den laboratoriemålte lydisolasjonen til ei skiljeplate. I bygg vil lyden også gå andre

lydvegar enn berre gjennom skiljefflata. Lydisolasjonskrava skal inkludera den samla lydisolasjonen i skiljefflata og via andre lydvegar. Dette tilhøyrande kravet vert kalla feltmålt lydisolasjon, R'_w .

E.13 Litt om vanleg førekomande lydtrykknivå⁵

| | |
|------------|---|
| 180 dB | – Kanonskot, trommehinna sprekk |
| 120–130 dB | – Smerteterskelen |
| 105–125 dB | – Typisk høg rockekonsert |
| 100–110 | – Plateverkstad |
| 90–115 dB | – Typisk diskotek |
| 80–100 dB | – Mindre, lågmælt liveband |
| 50–70 dB | – Samtale, ved øyret på lydaren |
| 50–60 dB | – Restaurantstøy, bakgrunnsmusikk |
| 20–30 dB | – Kviskring, ved øyret på lydaren |
| 15–30 dB | – Stille innspelingsstudio, ingen aktivitet |
| 0 dB | – Høyreterskel (ved 1 kHz og enkle lydar, svarar til eit lydtrykk på 20 μ Pa) |

Den svakaste lyden eit friskt og ungt menneske kan høyra vert altså vanlegvis definert som 0 dB. Ei øvre grense for sansing er vanskelegare å gje, men det ligg altså ein såkalla «smerteterskel» ein stad mellom 120 og 130 dB. Lydtrykknivå over 80 dB kan vera skadelege over lang tid. Lydtrykknivå over 120 dB er skadelege, sjølv ved kort eksponering. Evna til å tola høge lydtrykknivå varierer mykje frå person til person, men storleiken til desse forskjellane er fyrst nokså nyleg vortne kjend for vitskapen. I dei siste åra har også medvitet auka om kor skadelege *høge* impulslydar (t.d. våpenstøy og kvasse slag) i *liten* avstand er for hørselen. Det er grunn til å tru at ein del av hørselskadar som ein før trudde skuldast langvarig eksponering for mellomhøge lydtrykknivå kanskje skuldast *høge impulslydar i staden for*, t.d. på arbeidsplassar i industrien.

E.14 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 oppfattar 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.

E.15 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 lydtrykknivået (sjå ovanfor). Når ein kjenner lydeffekten til maskina kan ein rekna ut lydtrykknivået i alle avstandar frå maskina.

⁵ Dei fleste tala her er henta frå Wikipedia, men har fått utfyllande kommentarar her.

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). Det tyder vidare at menneske høyrer lydar svært lett, dvs. at høyrsla er ein god sans!