



## GLASS TIL SYSTEMVEGGER

**Veileder for valg av lydisolerende  
glass til systemvegger**



Foto: CreoNordic



## INNHold

|                   |                                                 |       |
|-------------------|-------------------------------------------------|-------|
| <b>Kapittel 1</b> | Innledning .....                                | s. 3  |
| <b>Kapittel 2</b> | Støy – lydteori .....                           | s. 4  |
| <b>Kapittel 3</b> | Støydemping med glass .....                     | s. 8  |
| <b>Kapittel 4</b> | Hva sier byggt teknisk forskrift, TEK 17? ..... | s. 10 |
| <b>Kapittel 5</b> | Systemvegger .....                              | s. 13 |

## KAPITTEL 1

### Glass tåler mye - men ikke alt!

Glass er et materiale med høy motstandsdyktighet både mot mekanisk og klimatisk påkjenning. Som klimaskjerm er glass det eneste materialet som åpner for lysgjennomgang, inn- og utsyn, samtidig som det kan optimaliseres for å imøtekomme de strengeste krav til energibruk, støydemping, sikkerhet og trygghet. I ett og samme produkt! For å sikre varig nytte og glede av disse høyverdige produktene anbefaler Glass og Fasadeforeningen, gjennom sine veiledere, å ta hensyn til produktenes naturlige begrensninger.

Denne veilederen har som formål med å belyse valg av innvendig skillekonstruksjoner med glass ut ifra beskrevne lydkrav, samt å tilfredsstille kravet til personsikkerhet.

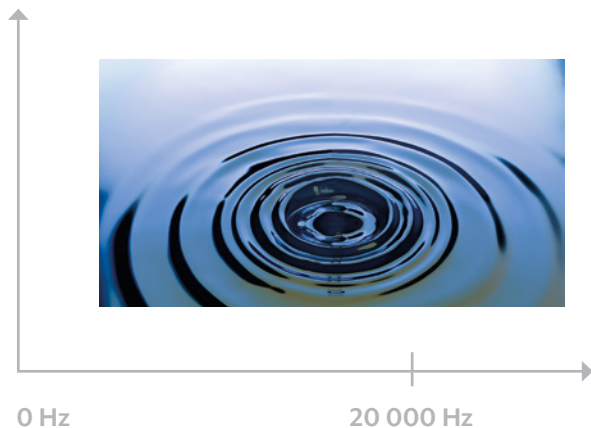


## KAPITTEL 2

### Støy – lydteori

Lyd oppstår når en gjenstand settes i svingninger. Partikler i lufta omkring gjenstanden vil da bli skjøvet fram og tilbake, og det oppstår bølger av trykkvariasjoner som brer seg utover med en hastighet på ca. 340 m/sek (luft ved ca. 20°C og 50% rel. luftfuktighet). Lyd karakteriseres av frekvenssammensetning (Herz – Hz) og styrke (desibel – dB).

#### Måleenheter for lyd



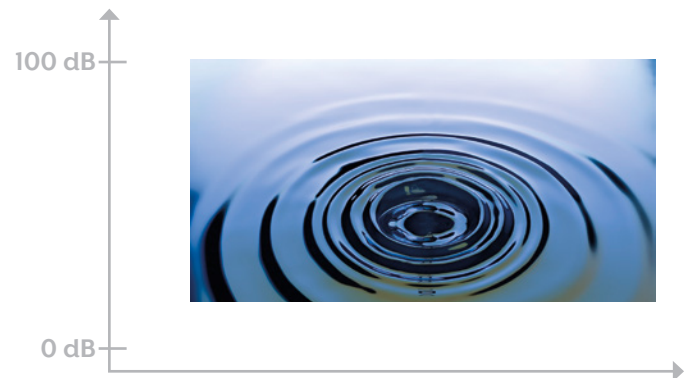
Figur 1: Måleenhet for frekvens (hyppighet), Hz.

#### Herz

Hertz er måleenhet for frekvens (hyppighet), og symbolet er Hz.

1 Hz er definert som én svingning (eller hendelse) per sekund.

Slår vi på en stemmegaffel kan vi høre svingninger, men vi kan ikke se dem. Mønsteret er derimot synlig i vann. Svingningen kan sammenliknes med bølgen i vann., Antallet bølger forteller noe om tonehøyden/-dybden.



Figur 2: Måleenhet for lydstyrke (lydtrykk), dB.

#### Desibel

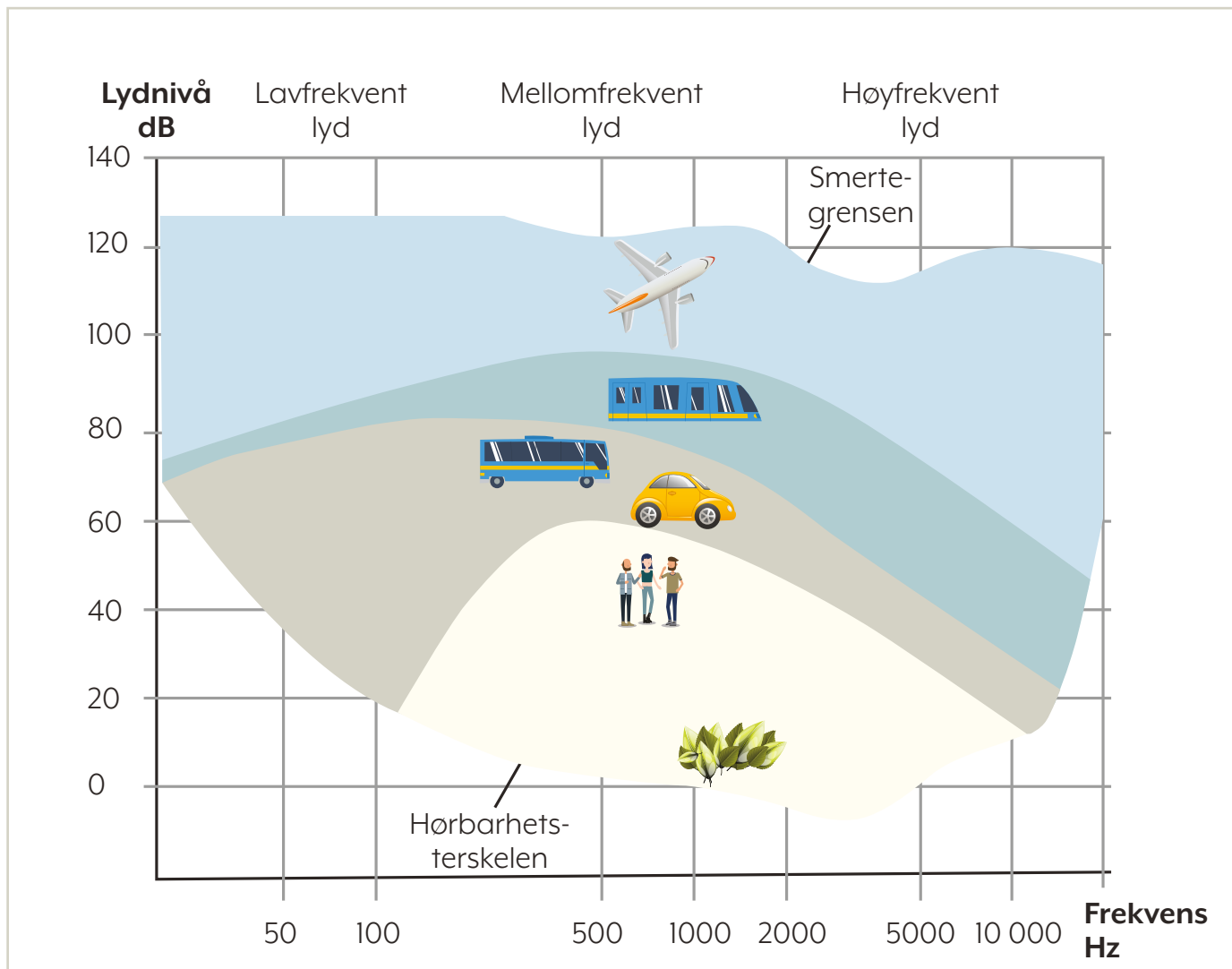
Desibel er måleenhet for lydstyrke (lydtrykk), og symbolet er dB. Slår vi på en stemmegaffel kan vi høre svingninger, men vi kan ikke se dem. Mønsteret er derimot synlig i vann. Svingningen kan sammenliknes med bølgen i vann, hvor bølgens høyde forteller noe om lydstryken.

Lydtrykk måles i Pascal (Pa). Det svakeste lydtrykket en ung, frisk, gjennomsnittsperson kan høre er 20  $\mu$ Pa (0,00002 Pa).

Når lydtrykket er på ca. 200 000 000  $\mu$ Pa gjør det vondt.

Størrelse Pascal blir uhåndterlig (forholdet mellom den laveste og den høyeste lyden er et forhold på 1 til 10 millioner) og det benyttes derfor en u -linjer, eller 1 logaritmisk enhet – desibel, hvor:

- 10 dB tilsvarer 10 ganger sterkere intensitet (lydenergi) enn ved høreterskelen
- 20 dB tilsvarer 100 ganger sterkere intensitet
- 30 dB tilsvarer 1000 ganger sterkere intensitet
- 40 dB tilsvarer 10000 ganger sterkere intensitet
- 50 dB tilsvarer 100000 ganger sterkere intensitet
- 60 dB tilsvarer 1000000 ganger sterkere intensitet



Figur 3: Menneskets hørselsområde.

### Menneskets hørselsområde

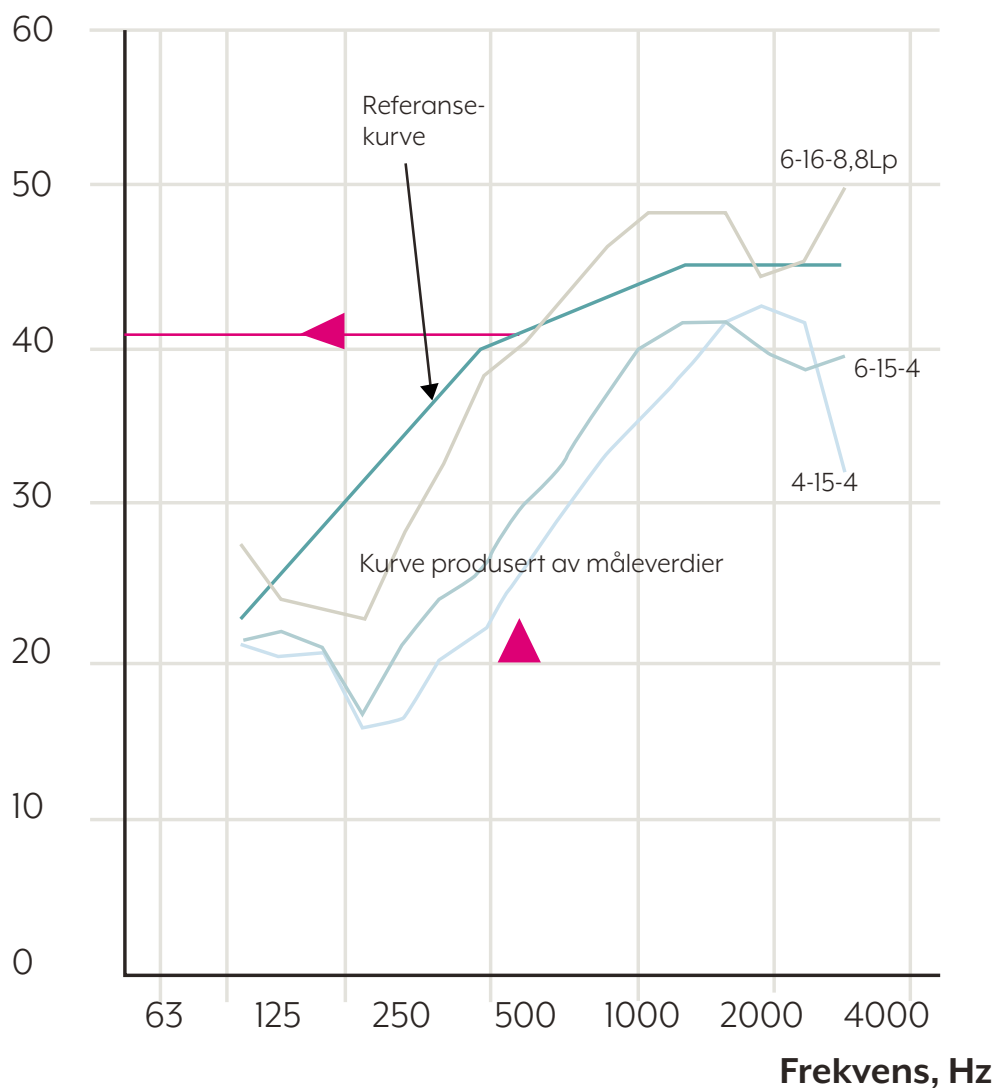
Menneskets hørselsområde omfatter lyd i frekvensbåndet mellom ca 20 Hz og 20 000 Hz.

Er lydstyrken lavere enn hørbarhetsterskelen gis det ikke tilstrekkelig trykk til at trommehinnen settes i bevegelse, som er en forutsetning for at hjernen skal kunne motta, analysere og definere sanseinntrykket.

Selv om det er lyd rundt oss oppleves det som stille og fredelig. 0 dB betyr ikke at det ikke er lyd, bare at lydtrykket ikke er sterkt nok til at vi registrerer det.

Passeres smertegrensen gis det signaler til hjernen om at den skal sette inn forsvarsmekanismer (vi holder oss for ørene). Det gjør fysisk vondt.

## Lydreduksjonstall, dB



Figur 4: Måletall for lydreduksjon.

### Måltall for støydemping

Rw uten korreksjonsfaktor brukes når støyen er mellomfrekvent, for eksempel i vanlig støyutsatte omgivelser som fra tale, musikk, radio og TV, landeveis- og tungtrafikk.

Det er kun Rw eller R'w som det stilles krav til innvendige vegger i næringsbygg. Rw er labbmålt verdi og R'w er feltmålt verdi.

Rw + C brukes som oftest i forbindelse med boliger, skoler og overnattingssteder.

Rw + C brukes ved mellom- eller høyfrekvent støy. Det brukes også ved jernbane- eller landeveistrafikk med høy hastighet eller jettfly på kort avstand.

Måletallet Rw + Ctr anvendes når støyen er lavfrekvent, for eksempel bytrafikk med innslag av tung trafikk, propellfly, discomusikk med kraftig bass, eller fra fabrikker med mye lav- og mellomfrekvent støy.

Om lydkilden er svært lav- eller høyfrekvent, kan C og Ctr bestemmes fra et større frekvensområde; 50 – 5000 Hz.



## KAPITTEL 3

### Støydemping med glass

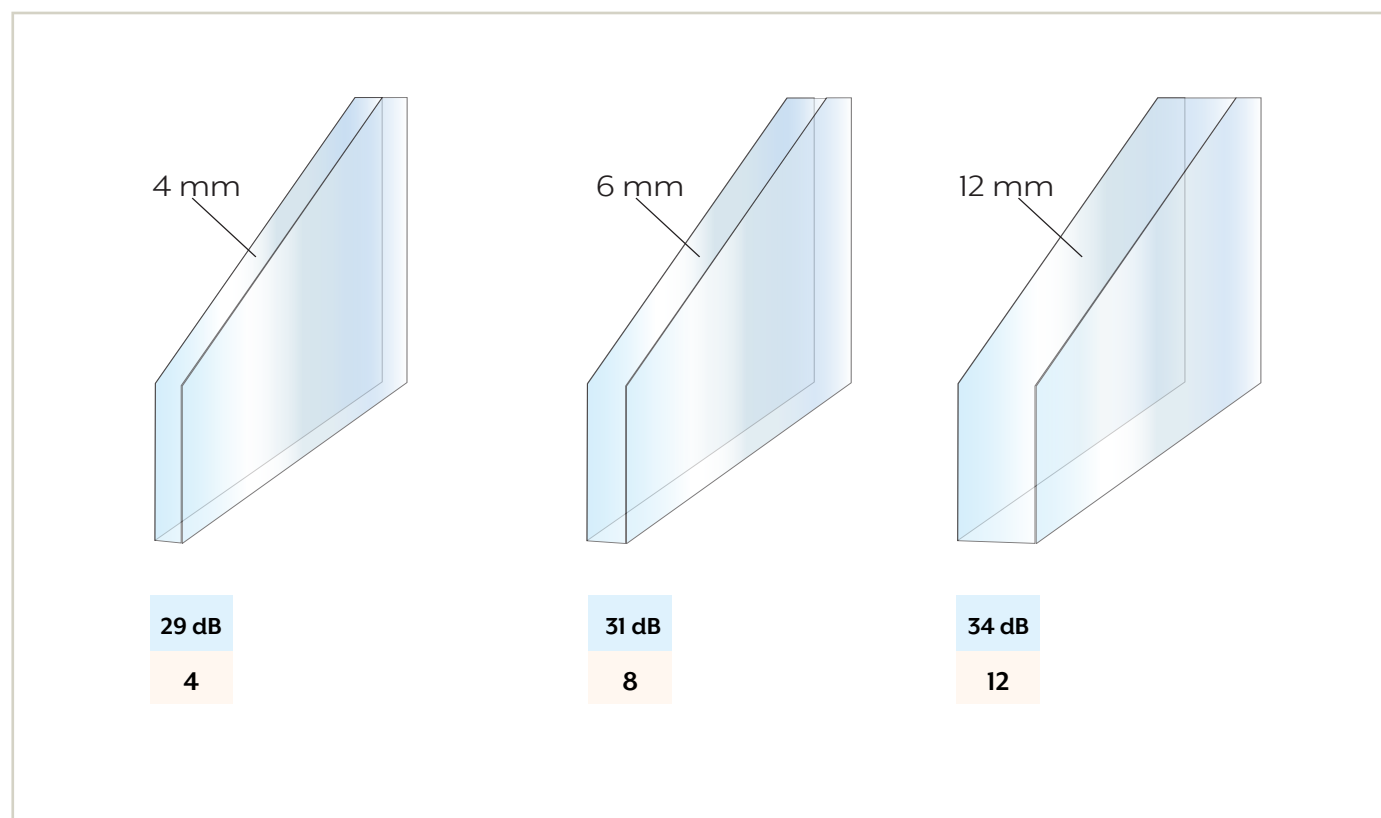
#### Hovedregel for støydemping med glass:

- Tykkere glass gir bedre lydreduksjon enn tynt glass ettersom det er mer masse lydtrykket skal sette i bevegelse.
- Folier i laminert glass gir ytterligere forbedring. Folien tjener som lydabsorbent.

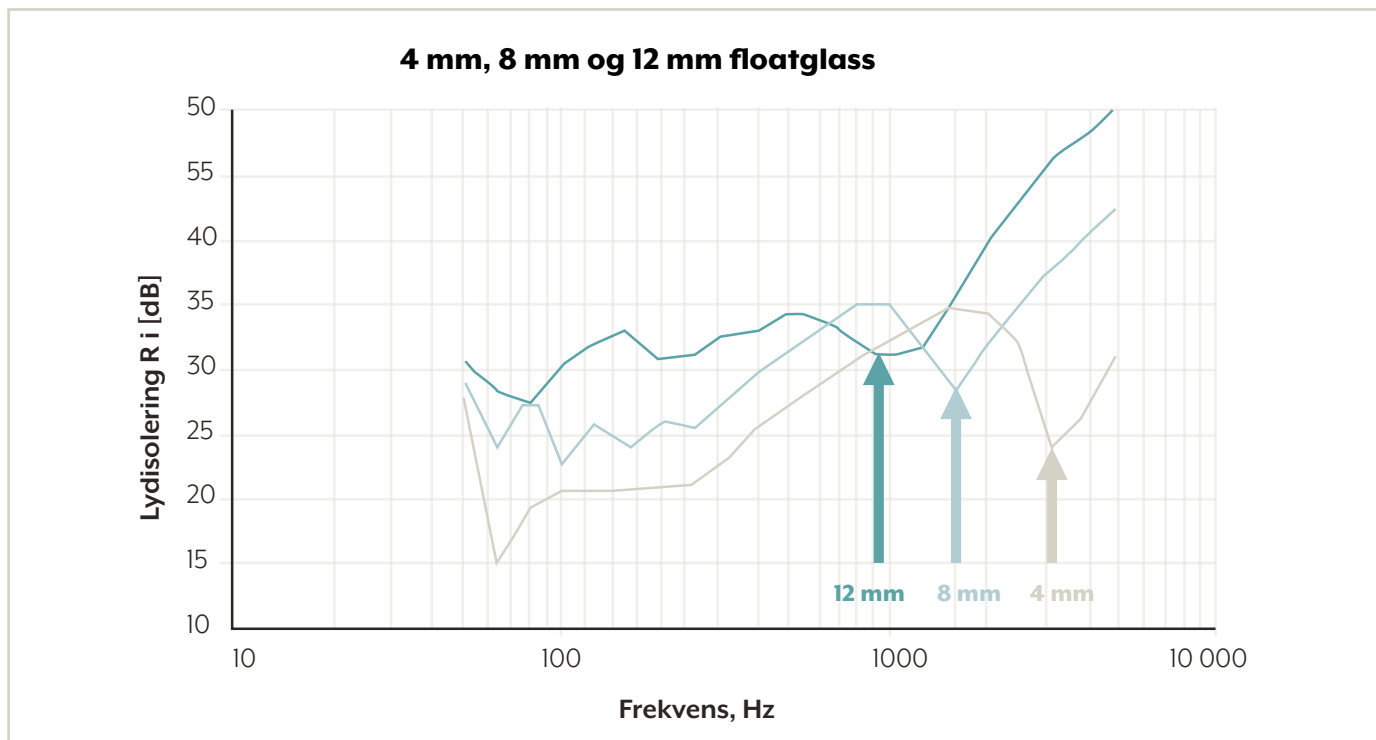
Ruter med forskjellige støyreduksjonskurver kan komme ut med samme  $R_w$ .

Avviket fra veiekurven kan være ulik men den totale lydreduksjonsverdien kan allikevel bli den samme. Derfor bør man også vurdere hvilket frekvensområde støykilden har, for å gjøre et mest mulig riktig glassvalg.

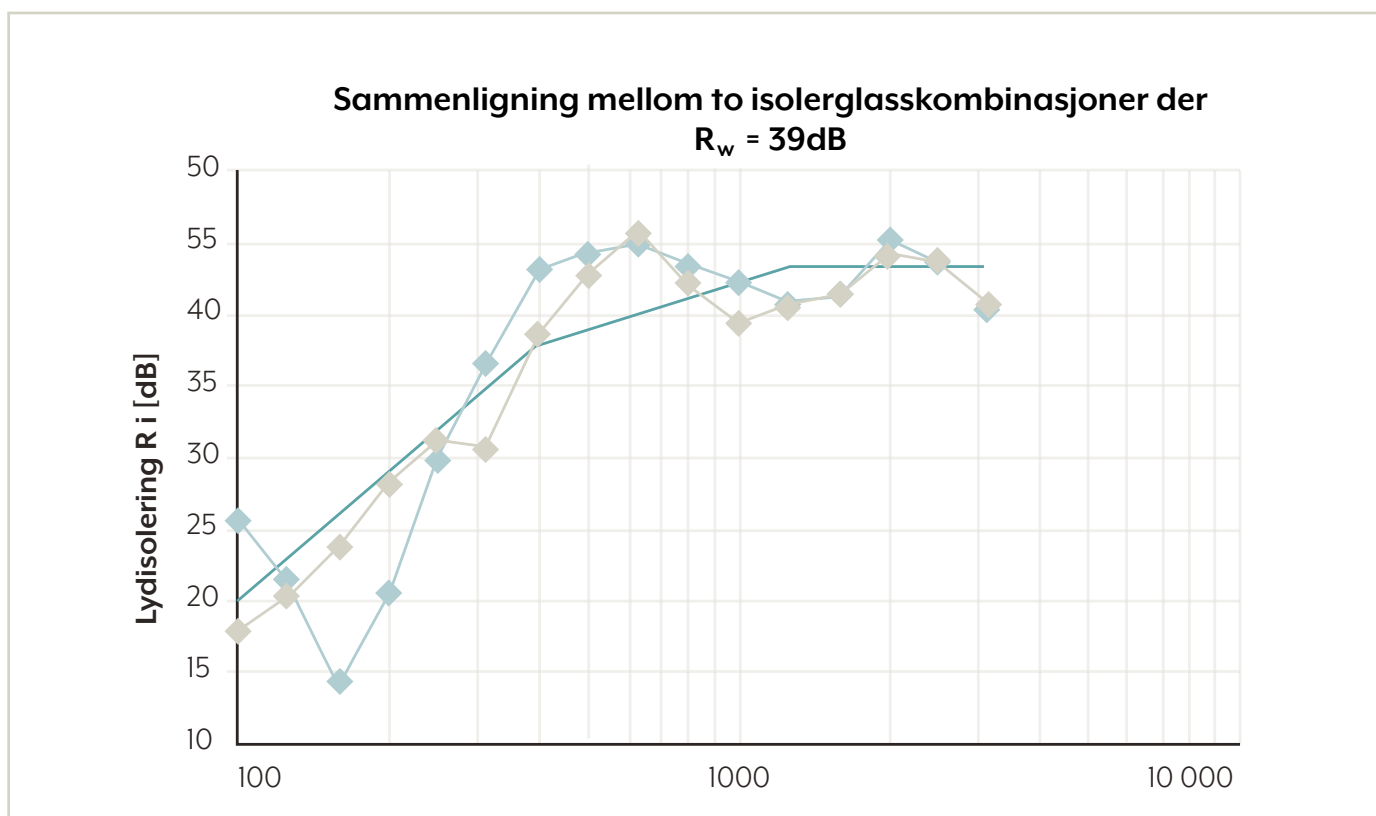
Vær klar over at det er nødvendig at hele bygningen fungerer og at glass alene ikke vil løse alle lydreduksjonsproblemer. Lyd trenger kun en liten inngangsvei for å trenge inn i en bygning eller gjennom innvendige skiller mellom rom.



Figur 5: Tykkere glass gir bedre lydreduksjon enn tynt glass ettersom det er mer masse lydtrykket skal sette i bevegelse. Rutas lyddempingstall øker med 3 dB for hver dobling av rutas vekt.



Figur 6: Store talls lov. Støykilde – reduksjon av støy i konstruksjon = reststøy.



Figur 7: Sammenligning mellom isolerglasskombinasjoner.

## KAPITTEL 4

### Hva sier Byggteknisk forskrift, TEK 17?

#### Kapittel 13. Inneklima og helse

##### Lyd og vibrasjoner. § 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.

##### **Veiledning første ledd.**

Hensikten med krav til lydforhold er at personer skal ha mulighet for arbeid, hvile, rekreasjon, søvn, konsentrasjon, kommunikasjon, god taleforståelse, oppfattelse av faresignaler og mulighet for orientering. Krav til tilfredsstillende lydforhold omfatter:

##### *Etterklang:*

|          |                                                                             |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| $T$      | etterklangstid                                                              |
| $T_{20}$ | etterklangstid basert på kurveforløpet fra 5 dB til 25 dB under startnivået |
| $T_{30}$ | etterklangstid basert på kurveforløpet fra 5 dB til 55 dB under startnivået |
| $T_h$    | etterklangstid relatert til rommets høyde                                   |

Etterklangstiden bestemmes etter teknisk metode i NS-EN ISO 3382-2 for vanlige rom og etter NS-EN ISO 3382-1 for spesialrom. Alternativt kan metoder etter NS-EN ISO 18233 brukes. I henhold til anbefaling i NS-EN ISO 3382-2 skal  $T_{20}$  brukes.

##### *3.7 Etterklangstid*

$T$  den tiden det tar for lydtryknivået å avta 60 dB etter at lydkilden er stoppet.

- Begrepsmerknad 1: Etterklangstiden angis i sekunder. Kort etterklangstid tyder på høy akustisk absorpsjon i rommet. I vanlig møblerte boligrom er  $T$  ofte lik ca 0,5 s.
- Begrepsmerknad 2: I dette dokumentet er høyeste etterklangstid til dels angitt med faste verdier og til dels relatert til rommets gjennomsnittlige høyde,  $T_h$ .

##### *3.15 trinnlydisolasjon*

en konstruksjons evne til å isolere mot lyd fra fottrinn, dunking o.l. i bygninger.

- Begrepsmerknad 1: Trinnlydisolasjon angis i dette dokumentet med målestørrelsen feltmålt veid normalisert trinnlydnivå  $L_{n,w}$  ·  $L_{n,w}$  angis i desibel (dB).

##### *3.10 lydnivå (støynivå)*

styrken av lyd (støy) i eller utenfor en bygning.

- Begrepsmerknad 1: Lydnivå angis i dette dokumentet med målestørrelsene A-veid tidsmidlet lydtryknivå  $L_{p,A,T}$ , A-veid maksimalt lydtryknivå  $L_{p,A,F,max}$  eller  $L_{p,AS,max}$ , statistisk maksimalverdi av A-veid lydtryknivå for støyhendelse  $L_{p,A,F,max,95}$  eller  $L_{p,AS,max,95}$ , eller som oktavbåndvinåer. Lydnivået angis i desibel (dB).

Definisjonen av brukerområde framgår av tabellene for lydklassene for de enkelte bygningstyper i NS 8175:2019.

Krav til lydforhold gjelder ut fra forutsatt bruk, og kan oppfylles ved å tilfredsstille *lydklasse C* i Norsk Standard NS 8175:2019 Lydforhold i bygninger Lydklasser for ulike bygningstyper.

TEK17 henviser fortsatt til NS 8175:2012. DiBK har, under utarbeidelsen av denne veileder, en pågående konsekvensanalyse om 2019-utgaven.

Det er opp til beskrivende ledd i å henvise til de forskjellige utgavene av NS 8175, 2012 eller 2019 utgaven.

| Tabell 31 - Lydklasser for kontorer - Luftlydisolasjon. NS8175:2019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                    |                |                |                |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Typebrukerområde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Måle-<br>størrelse | Klasse A<br>dB | Klasse B<br>dB | Klasse C<br>dB | Klasse D<br>dB |
| Mellom kontorer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                    |                |                |                |                |
| Mellom kontor og fellesareal/kommunikasjonsvei som fellesgang, korridor uten dørforbindelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $R'_{w\geq}$       | 44             | 40             | 37             | 34             |
| Mellom et vanlig kontor som foran, og kommunikasjonsvei som fellesgang/korridor med dørforbindelse (se merknad)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | $R'_{w\geq}$       | 34             | 28             | 24             | 24             |
| Mellom møterom og et annet rom/kontorlandskap/korridor uten dørforbindelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $R'_{w\geq}$       | 48             | 48             | 44             | 40             |
| Mellom møterom og kommunikasjonsvei, som fellesgang/korridor med dørforbindelse (se merknad)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $R'_{w\geq}$       | 38             | 38             | 34             | 28             |
| Mellom stillerom/møterom/kontor og kontorlandskap med dørforbindelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    |                |                |                |                |
| Mellom rom med behov for konfidensielle samtaler, samtalerom, legekontor o.l. og et annet rom, uten dørforbindelse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $R'_{w\geq}$       | 56             | 52             | 48             | 44             |
| Mellom møterom med videokonferanse og andre rom uten dørforbindelse <sup>a</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                |                |                |                |
| Mellom rom med behov for konfidensielle samtaler og korridor med dørforbindelse (se merknad)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $R'_{w\geq}$       | 46             | 42             | 38             | 34             |
| <b>MERKNAD</b><br>Se Tillegg C for beregning av det samlede lydreduksjonstallet for konstruksjoner med dørforbindelse for vanlige kontorer, mellom møterom og korridor, samt mellom rom for konfidensielle samtaler, legekontorer o.l. og korridor.<br><br>a Med rom for videokonferanse menes her rom hvor det er tilrettelagt med faste mikrofoner og høyttalere i tillegg til skjerm for å kunne se og høre hverandre ved hjelp av kommunikasjonsteknologi. |                    |                |                |                |                |

Tabell 1: Lydklasser for kontorer – Luftlydisolasjon.

## Nøkkelhullseffekten

Mht. lydreduksjon bør man unngå konstruksjoner med hull eller åpne spalter. Tabellen viser hvor mye lydreduksjon forringes i en 10 m<sup>2</sup> vegg ved ulike størrelser på hull eller spalter.

Labmålte verdier av lydreduserende glass er testet under ideelle forhold. Velg derfor et vindu med minst 3 dB sikkerhetsmargin i forhold til det beregnede kravsnivået.

| 10 m <sup>2</sup> vegg<br>Tett konstruksjon | Lydreduksjon, dB |    |    |
|---------------------------------------------|------------------|----|----|
|                                             | 30               | 40 | 50 |
| Ø 5 mm hull                                 | 30               | 40 | 49 |
| Ø 50 mm hull                                | 29               | 35 | 37 |
| Ø 100 mm hull                               | 27               | 31 | 31 |
| 1×1000 mm spalte                            | 30               | 37 | 40 |
| 2×1000 mm spalte                            | 29               | 35 | 37 |
| 5×1000 mm spalte                            | 28               | 32 | 33 |
| 10×1000 mm spalte                           | 27               | 30 | 30 |

Tabell 2: Eksempler på nøkkelhullseffekten.

Dette er spesielt viktig når det stilles krav til feltnålinger for ytterveggdemping  $R_w + C_{tr}$ . For innvendige glassvegger  $R_w$  er det ikke nødvendig med denne sikkerhetsmarginen.

Tenk da på at ulike testinstitutt kan komme frem til forskjellige lydreduksjonstall på grunn av at det testes under forskjellige forutsetninger. Ett eksempel på dette er at vi i Norden tidligere har brukt kvadratiske testformater (1,2×1,2 m), mens man på kontinentet lenge anvendte rektangulære ruter som kunne gi høyere verdier. Selv de nordiske testinstituttene tester nå ruter etter internasjonale standardiserte mål 1,23×1,48 m.

Støy kan virke trettende og redusere konsentrasjons- evnen og oppmerksomheten, og i verste fall kan det være skadelig, ifølge [Arbeidstilsynet](#). Støy kan gi høyere blodtrykk og påvirke hjerte- og karsystemet.

- Alle miljøer der mennesker oppholder seg, bør ha god akustikk tiltenkt miljøets faktiske formål. Det er spesielt viktig på skoler, kontorer og ikke minst i helsebygg. Man skal også huske at universell utforming gjelder for lyd, slik at folk med lytteutfordringer kan delta i samfunnet på lik linje som hørende.

Krav til lydforhold påvirkes av valg av konstruksjoner og byggematerialer. Summen av alle konstruksjoner avgjør lydreduksjonen.

| Produktkode  | Type | Lydreduksjon <sup>1)</sup> |                      | Sikkerhet og sikring   |                       | Målangivelser  |                           |
|--------------|------|----------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|----------------|---------------------------|
|              |      | $R_w$<br>dB                | $R_w + C_{tr}$<br>dB | Sikkerhets-<br>klasse* | Motstands-<br>klasse* | Tykkelse<br>mm | Vekt<br>kg/m <sup>2</sup> |
| 6,5L (33.1)  | 1    | 36                         | 32                   | 2(B)2                  | PIA                   | 6,5            | 15,5                      |
| 8,8L (44.2)  | 1    | 37                         | 35                   | 1(B)1                  | P2A                   | 8,8            | 20,8                      |
| 10,8L (55.2) | 1    | 38                         | 35                   | 1(B)1                  | P2A                   | 10,8           | 25,8                      |
| 12,8L (66.2) | 1    | 40                         | 37                   | 1(B)1                  | P2A                   | 12,8           | 30,8                      |
| 16,8L (88.2) | 1    | 41                         | 38                   | 1(B)1                  | P2A                   | 16,8           | 40,8                      |

Tabell 3: Eksempler på lab-målte verdier med lydlaminat,  $R_w$ .



*Systemvegg med topp og bunninnfesting (helglass vegg). Foto: Moelven*

## KAPITTEL 5

### Systemvegger

Planlegg kontorets akustikk fra start.

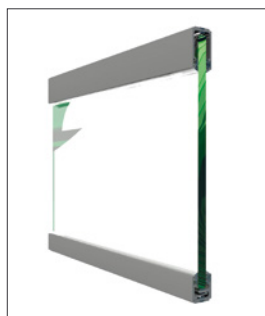
Kravene til et godt lyd miljø har raskt blitt en av de viktigste parameterne i et kontorbygg. Det kan bli kostbart å ikke ta akustikk på alvor fra første stund.

Kravene til hvordan kontorlokaler skal utformes har endret seg, det har også kravene til god akustikk gjort. I dag er det for eksempel vanlig at vi jobber på et aktivitetsbasert kontor, som kan gi en ny type eksponering for støy. Kravene til riktig lydisolering i rommene som bygges, bør derfor være høye for å sikre et godt arbeidsmiljø for de ansatte.

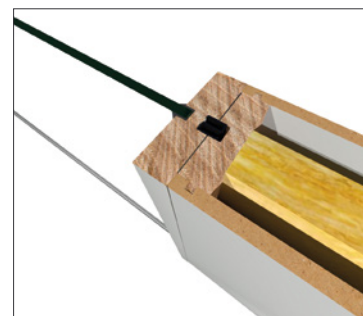
Det er avgjørende å etablere gjennomtenkte løsninger for akustikk og rett lydisolering på et tidlig stadium, for å sikre et godt arbeidsmiljø for de som benytter lokalet.

Lydmålinger i lab fra råvareleverandør av glass, til fullskalatest i lab og videre til plassmålt verdi.

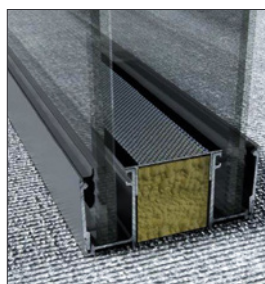
#### Eksempel på detalj avhengig av lydkrav:



*Glassfront.*



*Glassfront mot tettvegg.*



*Dobbelglasskonstruksjon. Glassfront mot skjørt.*



*Systemvegger med 4-sidig innfesting. Foto: Moelven*

### **Feltmåling av ferdig glassvegg i kontorlandskap:**

Det er ofte slik at man oppnår andre verdier på lydmålinger på bygget i forhold til i fullskala målinger i laboratorier.

Det er ofte slik at man drar nytte av andre bygningsmaterialer i forbindelse med glassveggen. Himlinger, tepper, gardiner og skjermer er bidragsyttere for gode resultater på en feltmåling.

Det er også flere parameter som kan virke negativt på en feltmåling.

### **Lydreduksjon:**

- Flanketransmisjon mot yttervegg. Rom til rom.
- Rom med parallelle glassvegger.
- 90 grader glasshjørne.
- Mer enn 2 glassvegger i samme rom.
- Små rom med største vegg-areal i glass.
- Lekkasjer og komponenter med svakere verdier.

Erfaringsmessig, er det ikke glasset som er problemet (forutsatt at det er valgt riktig glass), men de omliggende konstruksjoner. Summen av alle konstruksjoner avgjør lydreduksjonen.

Vi presiserer også at detaljen mot yttervegg skal utføres på en slik måte at man unngår lydlekasje fra et rom til et annet.

### **Hvordan velge riktig systemvegg til angitte lydkrav?**

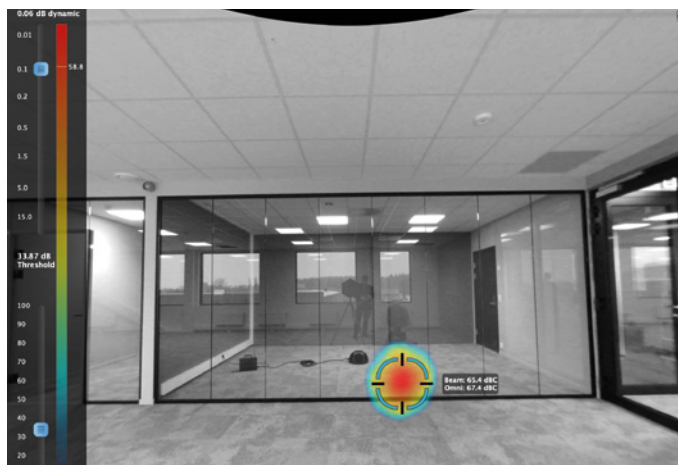
Vi mener det er viktig at systemleverandør kan dokumentere produktets lydisolasjon i sin helhet. Dører, glass og sviller mm.

Ved valg av systemveggleverandør til et prosjekt medfører det risiko å basere sine innkjøp på lydmålinger fra laboratorier kun på glasset isolert sett, eller på komponentnivå. Lydverdier for en systemvegg må baseres på målinger for den totale veggen.

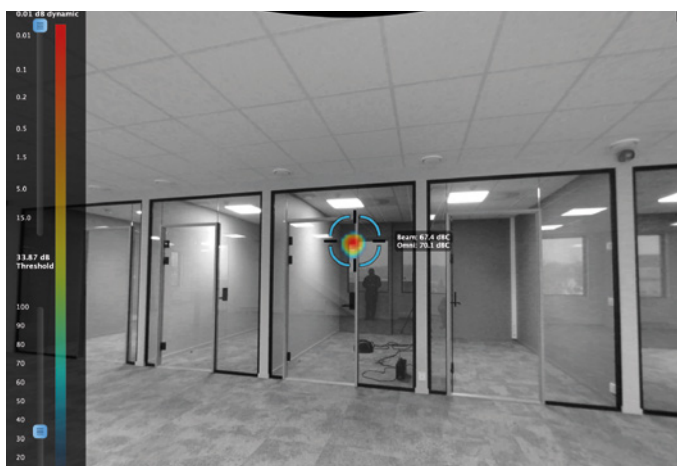
Kombinasjon av lydisolering av enkeltkomponenter som inngår i systemveggen kan ikke benyttes for å konstruere en ferdig konstruksjon som skal tilfredsstille et gitt lydkrav.

Ansvar for resultatet av plassmålinger  $R'w$  kan ikke legges på systemveggleverandøren. Her er det mange parameter fra tilstøtende fag som er med på å avgjøre det endelige lydresultatet. Innkjøpere må også ta i betraktning om man må ta spesielle hensyn i forhold til utformingen av arealene som skal lydisoleres.

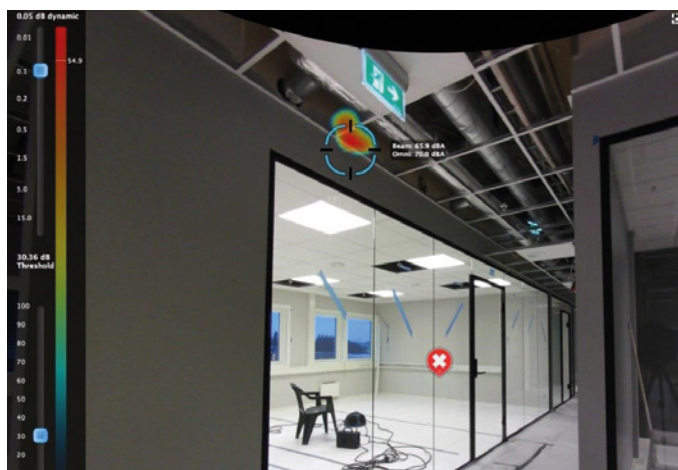
Som nevnt i denne veileder, kan det være forhold som gjør at man må iverksette ekstra lydreduserende tiltak, utover kravet til lydisolasjon i beskrivelsen til prosjektet.



Test 1: Dobbel glassvegg med  $R'_w$  krav=44 dB. Målingene viser at den holder kravet selv om det er en liten lekkasje ved gulvet noe en også ser i «droppen» på øvre del av kurven.



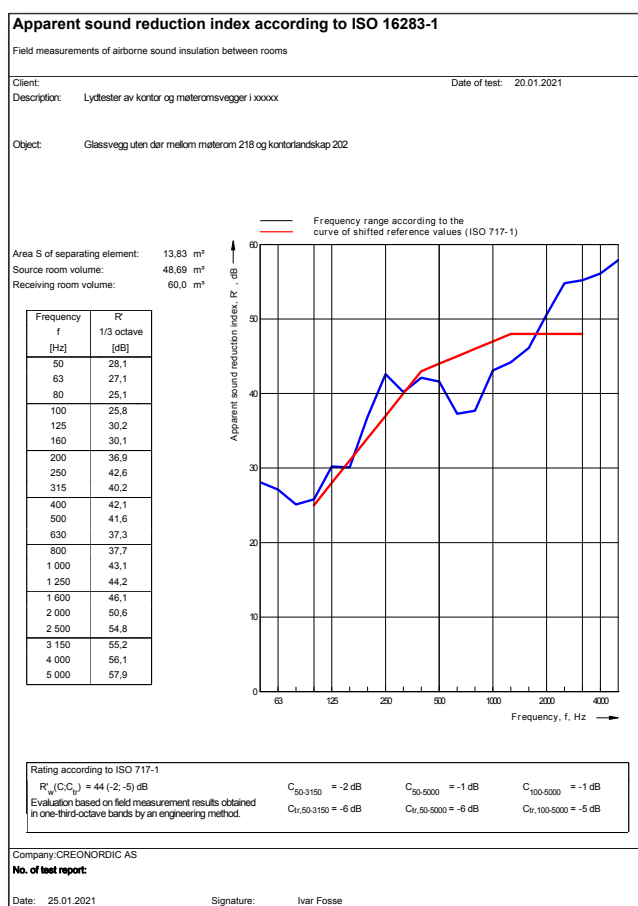
Test 2: Glassvegg i stillerom med  $R'_w$  krav=34 dB. Resultatet er innenfor kravet, men det er lekkasje i topp dørfelt som også sees på kurve ved at den flater ut. Selv om man er innfor kravet, kan det være hørbar lekkasje.



Test 3: Glassvegg i møterom med  $R'_w$  krav=34 dB. Lekkasje i skjørt. Det kan ofte være lekkasjer i forbindelse med gjen-nomføringer (El., Vent. og sprinkel). Se lydkurve.



Test av fullskala glassvegg i lab.



Dipp i det høyere frekvensområdet på målekurven kan tyde på lydlekkasje.

Testresultater fra andre akkrediterte laboratorier. Norm som benyttes er: EN / Din standard.



Veileder fra Glass og Fasadeforeningen.

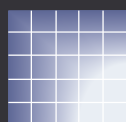
*Veileder for valg av lydisolerende glass til systemvegger.*

Utgitt: Mai 2021.

Virksomheter og organisasjoner uten formell tilslutning til Glass og Fasadeforeningen kan kun benytte denne veilederen som referanse for sine produkter og tjenester etter nærmere avtale med utgiver.

Ved behov for ytterligere råd og veiledning om *Veileder for valg av lydisolerende glass til systemvegger* kontakt Glass og Fasadeforeningen.

Glass og Fasadeforeningen (GF) er en interesseorganisasjon for bedrifter med virksomhet innenfor forvaltning, rådgivning, prosjektering, produksjon, bearbeiding, montering og handel/salg av glass- og tilhørende produkter.



# Glass og Fasadeforeningen

Fridtjof Nansens vei 19, 0369 Oslo ■ [post@gffn.no](mailto:post@gffn.no) ■ +47 47 47 47 05 ■ [www.glassportal.no](http://www.glassportal.no)