

design · planlegging · installasjon

Lyddemping for økt levestandard

Praktisk kunnskap innen sanitærteknikk



Tre tiår med kunnskap om lydisolering for byggeprosjektet ditt

Enten du skal pusse opp eller bygge nytt, bygge boliger eller næringsbygg, hoteller, sykehus eller sykehjem: Lydoptimaliserte rom er en avgjørende egenskap for hvor attraktivt bygget er.

Å velge den beste lydisoleringen i sanitærområdet til en rimelig pris er alt annet enn enkelt. Du må ta hensyn til mange variabler, beregningsmodeller og rørsystemer i planleggingen. I tillegg kommer støyforskrifter og komplekse krav fra investorer, eiere og bygningens brukere.

Vi har mer enn 30 års erfaring med støykontroll: Det var tross alt vi som fant opp det første drikkevannsrøret og det første lydisolerende røret av plast innenfor avløpssektoren. Wavin er fortsatt en innovatør innen drikkevannsinstallasjoner, oppvarming, overvann og avløpsrør samt avløp i bygninger.

Vi vil gjerne tilby vår ekspertise innenfor lydisolering, vannforsyning og avløpssystemer – fra arkitektonisk og økonomisk design til effektiv og trygg planlegging og feilfri installasjon. Arkitekter, byggherrer og installatører kan på en pålitelig måte få kontroll over støyen fra sanitærløsningene ved hjelp av denne praktiske brosjyren og systemløsningene våre.

Ta kontakt hvis du har spørsmål.

Kontakt ekspertene våre i de lokale avdelingene



Merk: I denne akustikkbrosjyren henviser vi for det meste til standarder og forskrifter fra Tyskland. De lokale kravene i de respektive landene må alltid følges.



Mer enn 30 år med trygg, førsteklasses isolering med Wavin AS

Ta en titt på dette eksempelet fra Steigenberger Hotel i Bremen i Tyskland



Innhold

Innledning	06
Grunnleggende om akustikk	07
Informasjon om lydisolering for arkitekter	14
Informasjon om lydisolering for byggherrer	15
Informasjon om lydisolering for installatører	17
Lydisolering i arkitektur	18
Grunnleggende om design for optimal lydisolering	20
Komponentene for optimal lydisolering	24
Praktiske råd	25
Lydisolering i planleggingen	26
Grunnleggende informasjon om planlegging av forsynings- og avløpsrør	28
Design av renseanlegg	32
Planlegging av drikkevannsinstallasjoner	34
Praktiske råd	39
Lydisolering under installasjon	40
Velge de riktige materialene for optimal lydisolering	42
Installere komponentene for lydisolering	45
Krav til lydisolering under installasjon	48
Praktiske råd	53
Testing av akustiske systemer	54
Testing i henhold til DIN EN 14366	56
Måling i henhold til DIN 4109	57
Systemtesting i henhold til DIN 4109	58
Fraunhofer IBP testrapporter	59
Liste over forkortelser	65
Kildeangivelse	65



Innledning

Så lite støy som mulig. For optimal livskvalitet.

Vann- og avløpsrør og andre installasjonselementer fører til støy i bygninger, noe som både kan være irriterende og påvirke livskvaliteten. Dette må motvirkes ved hjelp av egnet lydisolering, spesielt i boligblokker og andre bygninger hvor flere mennesker oppholder seg samtidig.

Konsekvensene av utilstrekkelig lydisolering i installasjonsteknologien er ekstra tydelige i gamle bygninger. Du kan for eksempel høre når naboen over eller ved siden av deg bruker toalettet. Lyden av vannet som renner i rørene, kan være like høy som om du hadde stått ved siden av en brusende elv. For å kunne optimalisere lydisoleringen må du forstå de viktigste konseptene og hvordan de skal brukes i arkitektur, planlegging og installering.

Grunnleggende om akustikk

Nedenfor forklarer vi kort de viktigste fysiske kjernebegrepene for å måle og evaluere en lydhendelse.

I andre kapitler i brosjyren utdyper vi den grunnleggende

kunnskapen ved hjelp av en praktisk tilnærming for anvendelse innen arkitektur, planlegging og installasjon.

Lyd

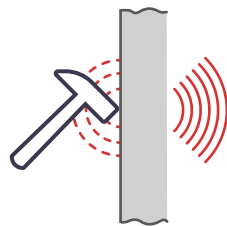
Lyd oppstår når et elastisk medium vibrerer mekanisk. For eksempel når luftmolekyler beveges. Gass, væsker og faste stoffer

kan lage lyd som forplanter seg som en lydbølge.

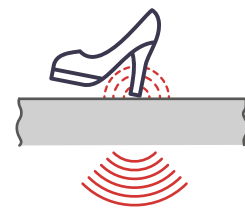
Disse lydene er relevante i bygninger:



⌚ **Luftbåren lyd** genereres av for eksempel mennesker, maskiner og til og med vann som renner i rør, og den forplanter seg gjennom luften.



⌚ **Strukturbåren lyd** oppstår i faste konstruksjoner og forplanter seg langs overflaten som luftbåren lyd. I rørinstallasjoner skjer dette vanligvis via rørklammer og braketter i veggen.



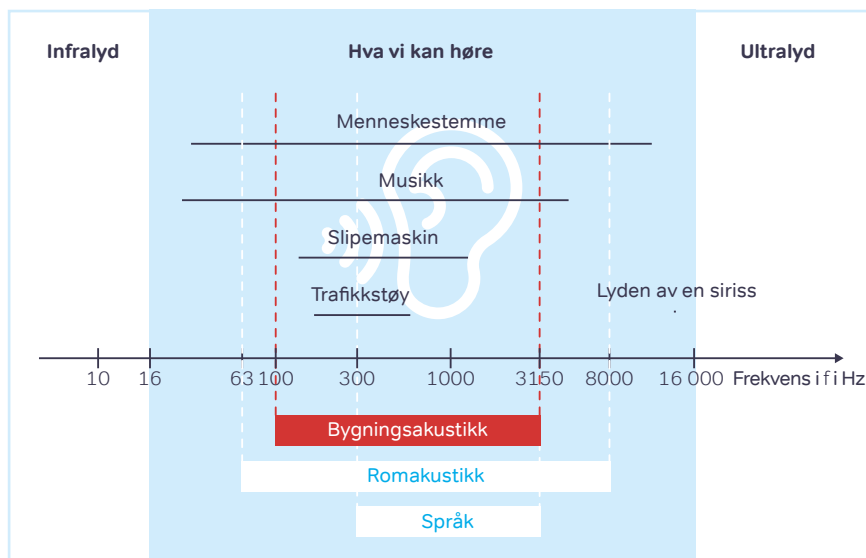
⌚ **Trinnlyd** er en spesiell type strukturbåren lyd som oppstår av fottrinn eller når ting faller. Den forplanter seg som luftbåren lyd.

Frekvensspekter

100 til 3150 Hz anses som det relevante området for bygningsakustikk, altså strukturell lydisolering. I romakustikk er imidlertid frekvensområdet 63–8000 Hz.

Hørselen vår oppfatter sinustoner med forskjellige frekvenser

ved forskjellige volumer. De indikerer lydtrykknivået som gir inntrykk av samme lydstyrke som en sinustone med frekvens på 1000 Hz. Menneskets hørsel er mest følsom mellom 2000 og 5000 Hz (se figur 1 og 4).



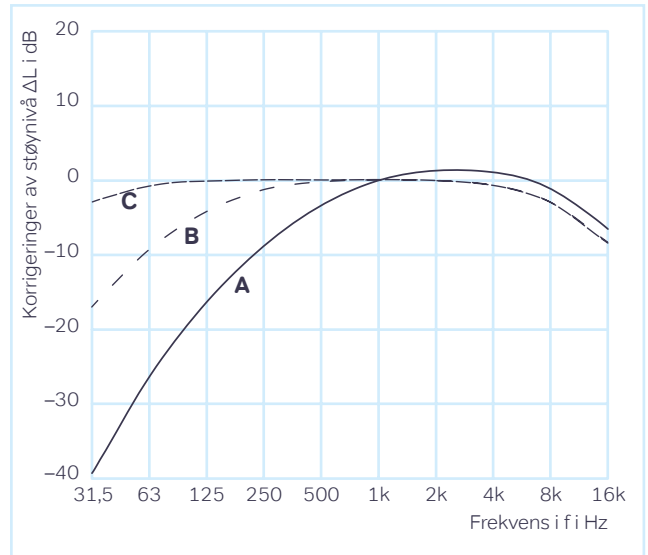
Figur 1: Presentasjon, navngiving og eksempler på forskjellige områder av frekvensbåndet (figur nr. 6)

Frekvensvekting

Det er et frekvensavhengig forhold mellom lydtryknivå og oppfattet lydstyrke. Det representeres med filtre for vekting av frekvens.

Disse filterne reduserer målerens følsomhet ved lave og høye frekvenser for å tilpasse den til den menneskelige hørselens følsomhet.

Støymålinger vurderes vanligvis ved hjelp av A-vektingskurven. De målte verdiene vises som A lydtryknivå i dB(A).



Figur 2: Korrigering av lydtryknivå ΔL i henhold til DIN EN ISO 16032 (eller DIN EN 60651, som er tilbaketrukket) for klassifiseringene A, B, og C

Lydtrykk

Amplituden til lydvisrasjoner anses å være lydtrykket. Størrelsen på amplituden starter i det hørbare området ved 20 μPa, og smertegrensen er 20 Pa. Lydtrykket har ingen øvre grense. Det avhenger bare av hvilken energi som brukes til å generere lyden. (Kilde nr. 6)

Lydtryknivået L_p beregnes på følgende måte:

$$L_p = 10 \cdot \lg \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \cdot \lg \frac{p}{p_0}$$

Hvor:

- L_p Lydtryknivå i dB
- p Lydtrykk i Pa
- p_0 Referanseverdi (høreterskel med $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$)



Hvis to lydilder med samme styrke legges til, blir resultatet 3 dB høyere.
50 dB + 50 dB = 53 dB

Lydtryknivå L_p i Støy dB		
	0	Høreterskel
	15–20	Rolig rasling av blader
	30–40	Rolig boligområde
	40–50	Lavmælt samtale, stille kontor
	50–60	Normalt miljø
	70–80	Tung veitrafikk
	80–85	Roping, skriking
	80–90	Lastebil som passerer
	90–100	Trykklufthammer 10 meter unna
	100–110	Hurtigtog som passerer
	110–120	Sirkelsag
	120–130	Propellfly 3 meter unna

Figur 3: Eksempler på lydtryknivåer

Verdens høyeste lyd



172 dB

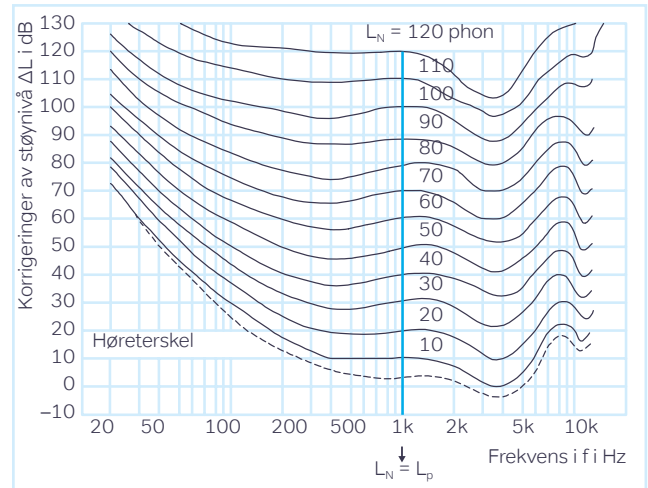
På 160 km avstand.

Utbrudd fra Krakatau i Indonesia (i 1883)

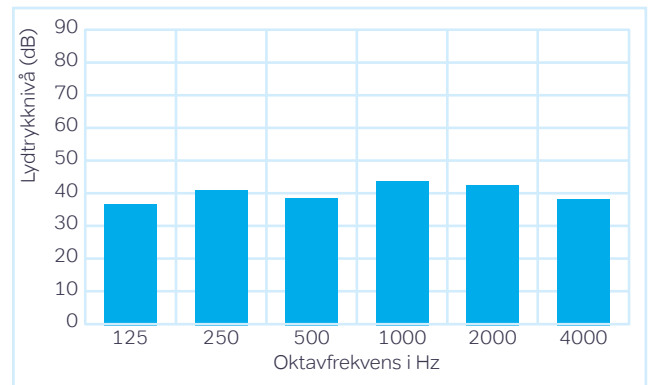
Vulkanutbruddet lagde så mye lyd at det kunne høres 4800 kilometer unna ved Rodrigues Island i Det indiske hav. Se for deg at du hører en lyd i New York som kommer fra Dublin i Irland!

Tredje oktavnivå, oktavnivå, totalt nivå

Støy består vanligvis av mange frekvenser. Frekvensspekter viser hvilke frekvenser som er representert i støyen, og i hvilken grad. Frekvensområdet deles i frekvensbånd for undersøkelse. Avhengig av båndenes bredde kalles de tredje oktavnivå eller oktavnivå. Filtre for å måle disse båndene er innebygd i mange moderne målere. Hvilket frekvensområde er relevant for bygningsakustikk? Det avhenger av oppgaven. For eksempel er frekvensområdet mellom 100 og 5000 Hz viktig for måling av lyddemping. Korte metoder evaluerer oktaver mellom 125 og 2000 Hz.



Figur 4: Sammenheng mellom subjektivt oppfattet lydstyrke L_N og objektivt målt lydtryknivå L_p . L_N og L_p samsvarer bare ved frekvensen $f = 1000$ Hz.

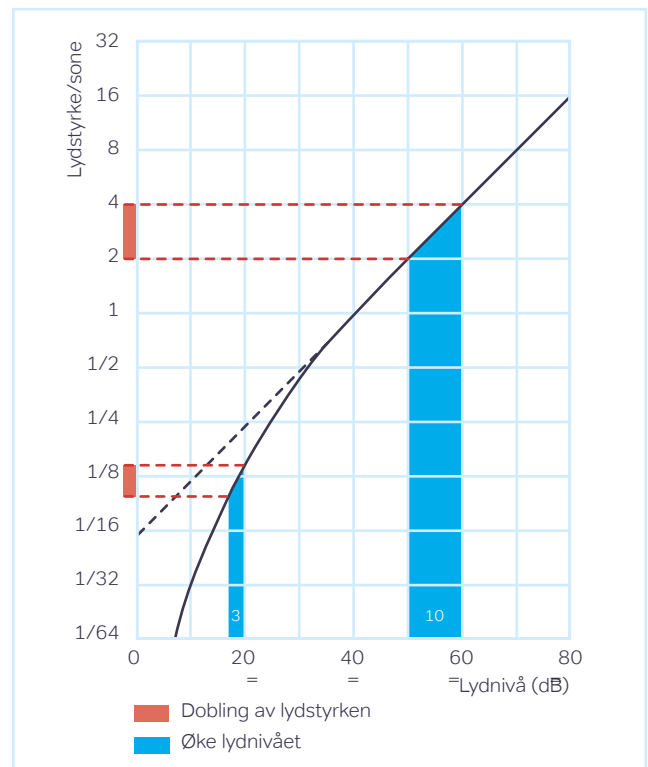


Figur 5: Oktavspektrum

Oppfattet lydstyrke og frekvensvekting

Menneskelig oppfattelse av lydstyrke er subjektiv og frekvensavhengig: Vi oppfatter lyder ved lave og høye frekvenser som å ha betydelig lavere volum enn lyder ved middels frekvenser og med samme lydtryknivå.

Hvis det oppstår lydtryknivåer over 40 dB, kan den menneskelige hørselen oppfatte endringer på 1–2 dB. Det oppnås en sterkere og mer signifikant endring i lydstyrke ved en økning av lydnivået på 3 dB. Spesielt interessant: Ifølge Zwicker er ikke lydstyrken lineær under 40 dB. Derfor vil endringer på 3 dB føre til en dobling av lydstyrken. Dette refererer til spesifikasjonene som må oppnås i henhold til DIN 4109.

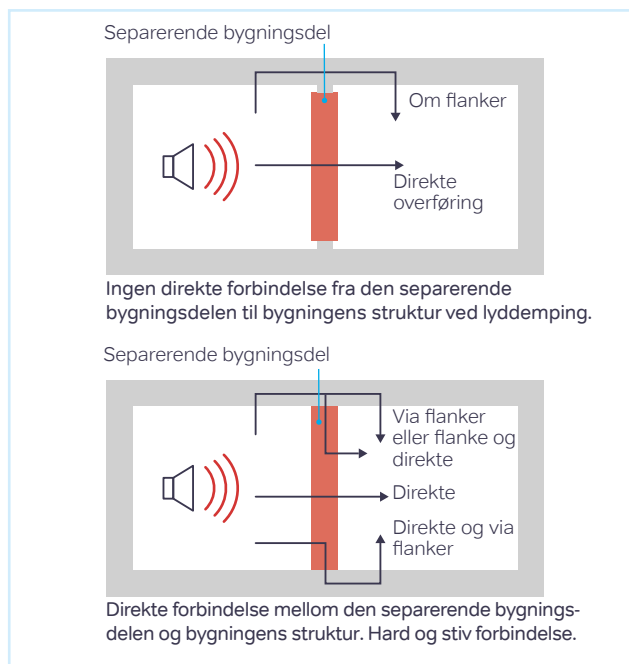


Figur 6: Subjektiv oppfattelse av lydvolume i henhold til Zwicker

Isolering av luftbåren lyd / lydoverføringsbaner

Lydoverføring mellom to rom i bygninger skjer via den separerende bygningsdelen samt via tilstøtende bygningsdeler og via rør, lekkasjer, ventilasjonsanlegg og lignende. Derfor brukes det to forskjellige begreper (figur nr. 7):

- ⊙ Sekundær overføring: Enhver form for luftbåren lydoverføring mellom to tilstøtende rom via lekkasjer, ventilasjonsanlegg, rør og lignende.
- ⊙ Flankeoverføring: Sekundær overføring via bygningsdeler



Figur 7: Informasjon om de mulige overføringsbanene for forskjellige bygningsdeler

Etterklangstid og lydabsorpsjonsområde

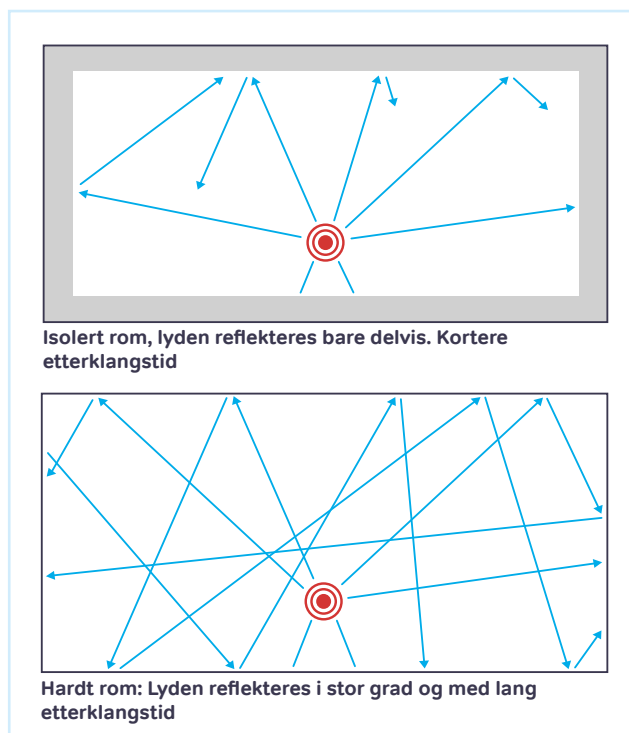
Lydabsorpsjon er det tilsvarende absorpsjonsområdet A , som kan bestemmes basert på etterklangstiden i et rom. Derfor indikerer etterklangstiden hvor lenge lyden i et rom / en sjakt fortsatt kan høres etter at opphavet til lyden ikke lenger finnes. Etterklangstiden kan brukes til å bestemme absorpsjonskoeffisienten for rommet eller sjakten. Begge avhenger av frekvensen.

$$A = 0,163 \cdot V/T$$

A = tilsvarende lydabsorpsjonsområde for et rom, i m^2

V = volumet til det aktuelle rommet, i m^3

T = rommets etterklangstid, i s



Figur 8: Lydrefleksjon

Lydoverføring fra teknisk utstyr i bygningen

Ifølge definisjonen i DIN 4109 er tekniske bygningssystemer forsynings- og avløpssystemer i bygninger, transportsystemer, permanent installert utstyr og andre tekniske bygningssystemer. Rent lydteknisk er det spesielt vanskelig å håndtere teknisk utstyr i bygninger, siden lydkildene genererer både luftbåren og struk-

turbåren lyd. Det kan bare gis generelle råd til arkitekten og byggherren, for eksempel når det gjelder utforming av planløsninger, siden det ikke finnes noen pålitelig måte å beregne dette på forhånd på.



DIN 4109

Ingen ønsker å høre lyder fra tekniske løsninger, enten det er en dusj eller et toalett som trekkes ned. Minimumskravene til lydisolering er forankret i DIN 4109 i Tyskland.

DIN 4109 er standarden for lydisolering i bygninger. For å oppnå målene for lydisolering beskriver DIN 4109 de tillatte lydnivåene for bygningsdeler i beskyttede rom.

Rom som skal beskyttes:

- ⊙ **Stue** (inkludert gulv og kjøkken)
- ⊙ **Soverom** (inkludert overnattingsrom på overnattingssteder)
- ⊙ **Pasientrom på sykehus og sanatorier**
- ⊙ **Klasserom i skoler, høyskoler og lignende**
- ⊙ **Kontorlokaler**
- ⊙ **Øvingsrom, møterom og lignende arbeidsrom**

Som en tommelfingerregel skal et lydtryknivå på 80 dB(A) i boarealet ikke overskrides. De tillatte lydtryknivåene i det mottakende rommet, altså rommet lyden kommer til, er mellom 30 og 40 dB(A).

Som en allment anerkjent teknisk regel er DIN 4109 juridisk relevant. Standarden angir ikke en konkret struktur for målinger av lydisolering. Derfor kontrolleres overholdelse av DIN 4109 med lydmålinger under realistiske forhold i objektet.

Den karakteristiske måleenheten for støy fra sanitærteknikk er det A-vektede lydtryknivået $L_{AF, max, n}$. Ett hovedkrav er at støytutslipp fra vann og avløpsinstallasjoner skal vurderes samlet. Lydisoleringen skal også sertifiseres på korrekt vis i henhold til DIN 4109-1.

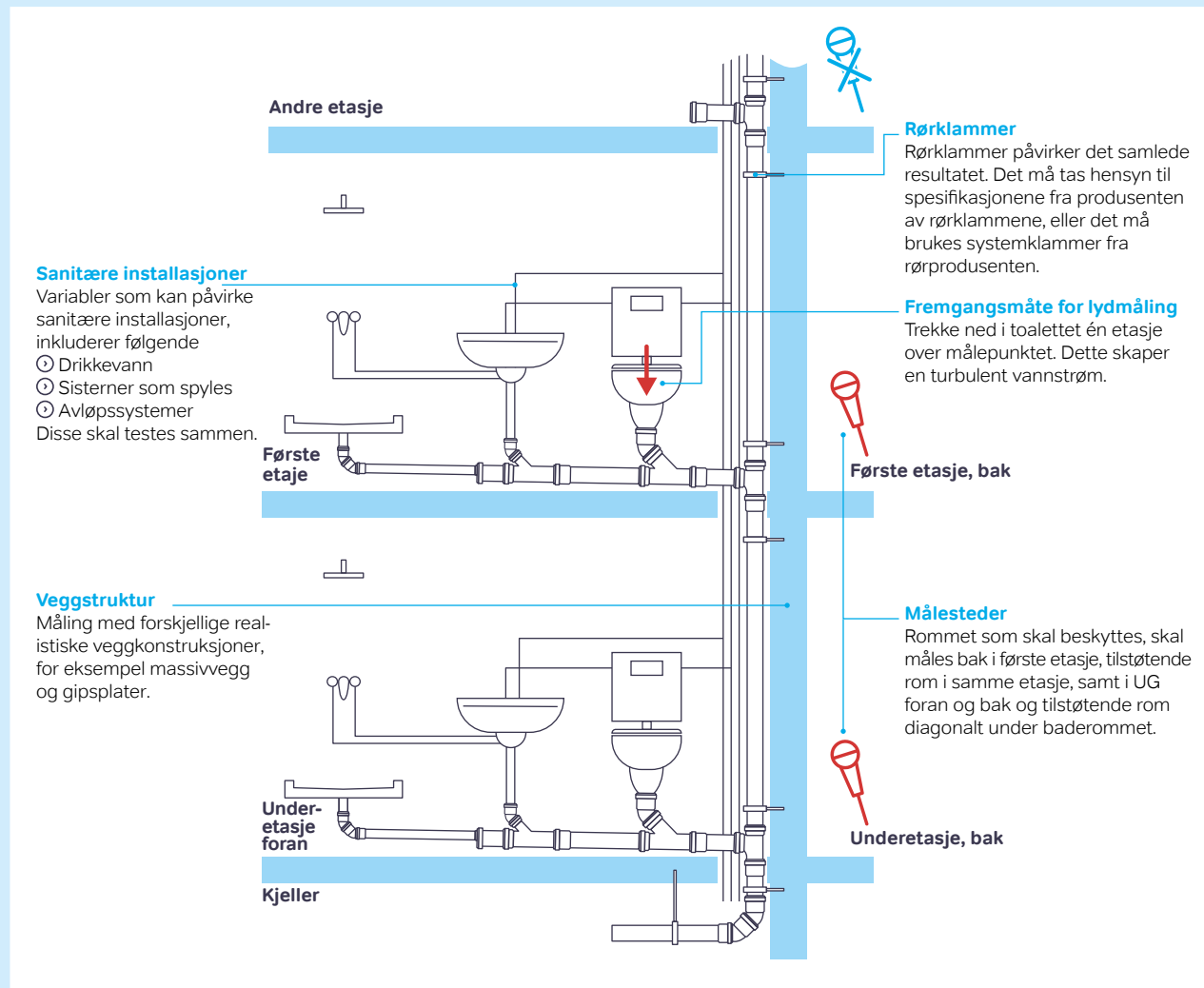
Ifølge DIN 4109 er det to muligheter for å dokumentere avløpsinstallasjoners egnethet med tanke på akustikk:

1. Måling og testing av bygningsakustikk med fokus på sanitærinstallasjon med integrerte avløpsrør i henhold til DIN 4109-4 «Byggeakustiske tester», med måling av samtidig krav, variabel $L_{AF, max, n}$.

2. Beregnet verifisering i henhold til DIN 4109-2

«Beregningsbevis for samsvar» sammen med DIN 4109-36 «Data for verifisering av lydisolering (komponentkatalog) – teknisk utstyr», ved hjelp av testresultatene i henhold til DIN EN 14366. (Kilde nr. 7)

DIN 4109-4 Byggeakustiske tester



Figur 9: Representativt oppsett for måling under virkelige forhold.



Informasjon om lydisolering for arkitekter

Ved å ta hensyn til disse punktene kan man redusere uønsket støy i bygningens designfase.

Planløsning

Med riktig planløsning kan lydproblemer reduseres betydelig. Kjøkken og badrom bør plasseres ved siden av hverandre, og i leilighetsbygg bør de også plasseres over hverandre. Rør skal ikke plasseres i vegger mot soverom eller andre rom der støy må unngås.

Lett prøvevegg for installasjon

Lettvegger med avløpsinstallasjoner, drikkevannsinstallasjoner eller sanitærutstyr kan også brukes i henhold til DIN 4109-1 uten ytterligere testing av bygningsakustikk. De må bygges som en lett prøvevegg for installasjon for dette. Vi forklarer dette nærmere i kapittelet om arkitektur. (Figur nr. 13)

Massiv prøvevegg for installasjon

Massivegger brukes vanligvis ved installasjon av sanitærutstyr og for å feste vann- og avløpssystemer. Under enkelte forhold kan den bygges i henhold til DIN 4109-1 uten ytterligere testing av bygningsakustikk. Dette beskrives i kapittelet Arkitektur. (Kilde nr. 7)

Bygningsdeler med ett skall

Bygningsdeler med ett skall består av ett materiale eller flere lag med forskjellige materialer med ulike akustiske egenskaper, for eksempel mur med gipslag. Ett eksempel er murvegg med gipslag. Jo tyngre en bygningsdel med ett skall er, desto bedre lydisolerende egenskaper har den.

Bygningsdeler med flere skall

Bygningsdeler med flere skall består av flere faste eller fleksible skall som er festet sammen. Det skapes et vibrasjonssystem med en resonansfrekvens i bygningsdelene.



Det kreves ikke ytterligere verifisering av lydisoleringen hvis det bygges en prøvevegg for installasjon.

Informasjon om lydisolering for byggherrer

Planlegging av forsynings- og avløpssystemer

Grunnlaget for god bygningsakustikk og optimal isolering av sanitærløyd er basert på nøye planlegging av vannforsynings- og avløpssystemer.

Det kan brukes referanseløsninger, siden ikke alle situasjoner på byggeplassen har separat sertifisering av bygningsakustikk. Disse verdiene er nyttige i vurderingen av akustikken og bygningssituasjonen.

Støyen som oppstår fra drikkevanns- og avløpsinstallasjoner, overføres alltid til veggen via fester (for eksempel rør med rørklamme). Deretter overføres den strukturbårne lyden til andre rom eller vegger og tak som luftbårne lyd.

Det kreves lyddemping mellom bygningsdeler og bygningens struktur for å forhindre strukturbårne lydbroer. Dette må inkluderes i planleggingen.

Planlegging av avløpssystemet

Avløpssystemet består av forskjellige delkomponenter. Dette inkluderer rør, støpte deler og rørklammer samt materialer for å dempe strukturbårne lyd og luftbårne lyd i rør.

Avløpssystemer skal planlegges basert på bygningsakustikken. Gode planløsninger tar for eksempel hensyn til at rom som skal beskyttes, ikke deler vegger der sanitærinstallasjoner og rør skal festes.

Retningsendringene må planlegges grundig når avløpsrøret designes: Endringer på 90° med bend bør unngås. Det kreves isoleringstiltak mot strukturbårne lyd i områder der det er gjennomføringer i vegger og tak.



Planlegging av drikkevannsinstallasjoner

Rørdeler, drikkevannsrør, vannvarmere, trykkøkingsanlegg, sirkuleringspumper og vannbehandlingssystemer er en del av vanninstallasjonen.

For det første må drikkevannsrøret designes på riktig måte. For eksempel vil for høy strømningshastighet føre til støy som følge av interferens. Hvis drikkevannssystemet designes på riktig måte, vil støyen fra tappearmatur og toalettssystemet være den største støykilden.

Å sikre at rørene ikke er festet til bygningens struktur er et av de viktigste tiltakene for lyddemping, også for drikkevannsinstallasjoner. De viktigste støykildene er rørdeler og overføring gjennom rørsystemet, og derfor må det iverksettes kompensierende tiltak.

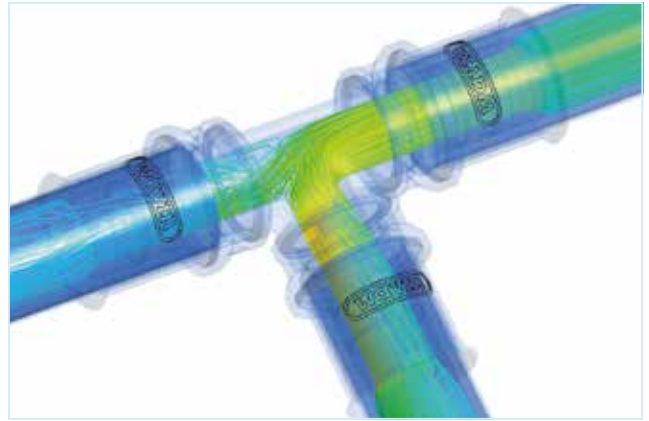
Stigerør og sjakter skal ikke kobles til skillevegger ved rom som skal beskyttes.

Massen per arealenheter påvirker den strukturbårne støyen når røret festes til strukturelle deler. Jo større masse, desto mindre vibrasjoner fra rørfestet overføres til den strukturelle delen. De ideelle festepunktene for rørene er de stivere delene av veggene. Egne stendere kan om mulig etableres i lettere konstruksjoner.

Forsynings- og avløpssystemer og sanitærutstyr

Forsynings- og avløpssystemer inkluderer sanitærutstyr som servanter, toaletter og badekar, samt rammer som påhengsvegger og sjakter bygges av. Følgende punkter må vurderes i planleggingen av dette:

- ⦿ Det må tas hensyn til preventiv brannbeskyttelse, lydisolering, fuktsperre og termisk isolering i planleggingen.
- ⦿ Nødvendige åpninger eller kanaler i veggene må ikke påvirke den strukturelle stabiliteten. Veggens masse må være tilstrekkelig til å oppfylle kravene til lydisolering.
- ⦿ Det anbefales å arbeide med motstående skall eller påhengsvegg med metallramme, siden installasjoner i vegg med åpninger vanligvis fører til strukturbårne lydbroer.
- ⦿ Sanitærutstyr som toaletter eller servanter, skal festes med fester som demper strukturbåren lyd.



Figur 10: Strømningsforhold i en T-skjøt



Figur 11: Feste til elementer med masse



Figur 12: Gipsvegger med fester mot tak og gulv



Informasjon om lydisolering for installatører

Optimal lydisolering avhenger av profesjonell installasjon. Disse punktene beskriver de viktigste faktorene som installatører må ta hensyn til.

Rørsystem

Ved installasjon av rørene er det avgjørende å unngå strukturbårne støybroer ved at de isoleres fra bygningens struktur. Valget av rørsystem kan påvirke strukturbåren og luftbåren lydoverføring. For å unngå støy må avløpsrør ikke legges fritt i rom. Hvis det er teknisk umulig å unngå dette, må det brukes en isolert kanal.

Rørklammer

Rørene skal festes med egnede rørklammer som isolerer mot strukturbåren lyd.

Hvis rørklammere utsettes for ulik eller ensidig belastning, vil overdreven komprimering av gummiinnlegget i klammeret føre til betydelig reduserte akustiske egenskaper.

Når rør installeres i tak og vegger, må røret isoleres fra bygningens konstruksjon for å unngå lydbroer. Gjennomføringer må være store nok, og det må ikke være kontakt med taket og veggen. Isoleringshylser, mineralull eller silikon er egnet for dette.



Arkitektur



Arkitektur for lydisolerte rom.

God lydisolering er avgjørende for å skape rom det føles behagelig å oppholde seg i, uten generende lyd. Dette starter med gode planløsninger og slutter med det riktige rørsystemet.

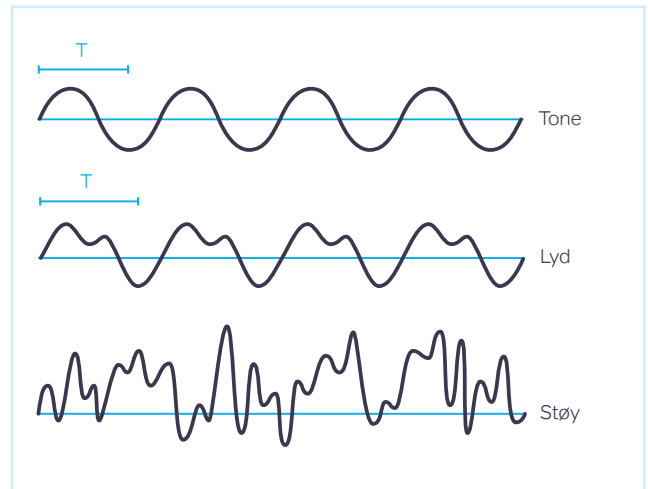
Støy kan føre til stress og gjøre det vanskelig å konsentrere seg. Lydisolering blir stadig viktigere og er nå et viktig fokus for utviklere. Mennesker som lever og arbeider i bygninger med god lydisolering, er mer uthvilte, våkne og sunne.

Lydisolering må være en del av de arkitektoniske vurderingene for både byggherrer og installatører. Man må ikke gå på akkord med lydisoleringen for å oppnå ønsket bygningsetetikk. Selv design med åpne rom og sofistikerte geometrier med komplekse lydrefleksjoner kan isoleres godt mot støy.

Grunnleggende om design for optimal lydisolering

Vakker lyd eller irriterende støy?

Hva skjer fysisk når en person oppfatter en tone, en harmonisk lyd eller støy? Hvis lydsignalet oscillerer likt og jevnt, oppstår det en tone. Toner fra flere frekvenser som overlapper hverandre jevnt og i heltall, danner en lyd. Ellers vil det oppstå støy som den menneskelige hjernen oppfatter som irriterende.



Figur 13: Tone – lyd – støy

Arkitektur kan redusere uønsket støy

Man kan optimalisere og planlegge bygningen på en smart måte når det gjelder akustikk for å holde støy fra utsiden unna innvendige rom, inkludert oppholdsrom. Isolering av vinduer og yttervegger skaper en lukket akustisk barriere for bygningen. Følgelig kan svake lyder fra vann- og avløpssystemer plutselig bli merkbare og forstyrrende:

- ⊙ I bygninger med flere boenheter, for eksempel hoteller, kan det for eksempel oppstå lyder når noen trekker ned i toalettet i naborommet,
- ⊙ eller fra vannrør som ikke er plassert på gunstig måte, eller som er designet feil.
- ⊙ Bankelyd fra varme- eller vannrør.

Disse problemene er knapt merkbare i gamle bygninger og bygninger med dårlig lydisolering, der støy fra utsiden oppfattes som høyere og overdøver støyen fra rommene. I nye bygninger må imidlertid arkitekten besvare disse spørsmålene:

- ⊙ Hvilke rom skal beskyttes, og hvordan kan de beskyttes akustisk på best mulig måte?
- ⊙ Hvor skal sjakter for avløp og drikkevannsforsyning plasseres?
- ⊙ Hvilken kvalitet og materialer består installasjonsvegger av?
- ⊙ Hvordan kan de akustiske kravene i forskjellige land oppfylles?



Rådgivning og opplæring i designfasen

Det må velges riktige produkter, og produsenter bør konsulteres allerede før byggefasen. Wavin gir arkitekter råd om hvordan de bør vurdere lydisolering, og vi tilbyr også teknisk opplæring. Det gjør at arkitekter kan unngå feil allerede i designfasen.

De grunnleggende parametrene må defineres tidlig. Da blir det enklere for byggherrer og installatører å gjennomføre prosjektet.

Boliger og boligbygninger (SINTEF)

Det finnes forskjellige krav til akustikk og brannsikring samt ulike standarder avhengig av bygningsklassen:



Byggforskerien 330.009

Frittstående bygninger med høyde på opptil 7 meter og maksimalt to enheter som ikke overstiger 400 m², samt frittstående bygninger som brukes til jordbruk eller skogbruk.



Byggforskerien 330.009

Ikke-frittstående bygninger med høyde på opptil 7 meter og maksimalt to enheter som ikke overstiger 400 m².



Byggforskerien 330.009

Andre bygninger med høyde på opptil 7 meter.



Byggforskerien 330.009

Bygninger med høyde på opptil 13 meter og enheter som ikke overstiger 400 m².



Byggforskerien 330.009

Andre bygninger, inkludert bygninger under bakken



Ikke spesifisert

Alle bygninger som ikke faller inn under bygningsklasse 1–5, er spesialbygninger.

§ REGLER	KARAKTERISTISKE VERDIER FOR									LYDISOLERING MOT STØY FRA		
	Utvendige komponenter	Boligblokker	Enebolig, tomannsbolig og rekkehus	Dedikert oppholdsrom	Kontorbygg	Kombinert bruk	Hoteller og overnattingssteder	Sykehus og sanatorier	Skoler og lignende anlegg	Restauranter og bowlingbaner	Spesielt bråkete rom	Bygningstjenester Anlegg
DIN 4109-1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
DIN 4109-5		X	X			X	X	X			X	X
DIN SPEC 91314		X	X		X						X	X
VDI 4100	X	X	X	X							X	
DEGA 103	X	X ¹⁾	X						X		X	X
DEGA 104				X							X	
VDI 2569	X				X					X		
VDI 3726	X ²⁾								X		X	

Tabell 1: Oversikt over gyldighetsområdene for de forskjellige reglene (kilde nr. 6)

¹⁾ Begrepet boenhet brukes generelt.

²⁾ Støy fra utsiden dekkes i den grad den trenger inn fra restauranter og bowlingbaner.

Verdens mest lydløse sted



-20,6 dB

99,99 prosent av lyden
absorberes.

Ekkofritt kammer

En normal samtale er på omtrent 60 desibel. Det er fortsatt rundt 30 desibel rundt oss når vi sover om natten. Det er mye støy sammenlignet med et ekkofritt kammer, for eksempel det som Microsoft Audio Labs har: Rommet er så godt isolert at det er verdens mest støyfrie sted med -20,6 desibel. En nesten uhyggelig stillhet.

Økt lydisolering i hotellrom

Hotellets gjester ønsker at rommene skal være komfortable, stille og ikke minst avslappende. I arkitekturen har romakustikken en ekstra viktig rolle her. DIN 4109 definerer også minimumskravene for overnattingssteder. Gjestenes behov for ro er imidlertid vanligvis høyere enn kravene til lydisolering. Derfor brukes det en lydreduksjonsindeks på 53 dB for design for hotellbygninger, noe som tilsvarer verdien for skillevegger i beboelsesrom.



Lydisolering i arkitekturen – ting å vurdere i design og utforming:

- 01** For å oppnå god lydisolering i oppholdsrommet bør man unngå åpne planløsninger.
- 02** For å oppnå maksimal designfrihet kan man med fordel projekte med installasjonsvegger eller ikke bærende skillevegger. Hermed kan man oppnå fremragende romakustikk, selv med en uhensiktsmessig planløsning.
- 03** Uansett om det er et murhus eller et trehus, så det finnes lydisoleringsløsninger for alle konstruksjoner. En ting er imidlertid alltid sikkert: en høy vekt er avgjørende for å redusere overføring av lyd i konstruksjonen. Derfor må relevante vegger være godt konstruert.
- 04** Tekniske installasjoner ført i sjakter skal plasseres slik at de medfører minst mulig ulempe for brukeren. Det er en dårlig idé å plassere en sjakt rett ved siden av et oppholdsrom.

Samspillet mellom akustisk gunstig konstruksjon og installasjon av tekniske installasjoner

Man kan ikke oppnå god lyddemping i et bygg alene ved å bruke de mest moderne lydisolerende produktene.

Det er også viktig å velge riktig bygningsteknologi - med en akustisk gunstig planløsning og akustisk-vennlige tak og vegger. Kun ved å kombinere byggeteknikk og tekniske installasjoner kan nødvendig lyddemping i bygninger oppnås.

Komponentene for optimal lydisolering

Planløsning

Lydisolering starter med planløsningen. Rom der det oppstår støy fra vann- og avløpssystem, skal plasseres ved siden av eller over hverandre. Sistnevnte er aktuelt i boligblokker, leilighetsbygg og hotell. Rør skal ikke legges i vegger mot soverom.

Installasjonsvegger

Det er ikke avgjørende med en test av bygningsakustikken i henhold til DIN 4109 hvis installasjonsveggene oppfyller enkelte krav.

Massive installasjonsvegger med ett skall

En massiv prøvevegg for installasjon med enkelt skall skal planlegges og gjennomføres som en «massiv prøvevegg for installasjon med ett skall». Her gjelder avsnitt 6.4.4.2.2 i DIN 4109-36. Slike installasjonsvegger skal ha en masse per arealenheter på minimum 220 kg/m². Bestemmelsene i avsnittene 6.4.4.2.3–6.4.4.2.5 i DIN 4109-36 må oppfylles for de installasjonstekniske og strukturelle grensebetingelsene. (Kilde nr. 7)



Figur 14: Eksempel på hvordan man lager en utkravning

Lettvegger

Lettvegger kan også brukes som installasjonsvegger uten ytterligere lydmålinger. De må oppfylle kravene til «lett prøvevegg for installasjon» i avsnitt 6.4.4.3.2 av DIN 4109-36. Avsnittene 6.4.4.3.3–6.4.4.3.5 gjelder de strukturelle og installasjonstekniske grensebetingelsene. (Kilde nr. 7)



Du finner mer informasjon om prøvevegger for installasjon i kapitlet «Planlegging» fra side 35.

Rørsystem og montering

Huseiere har vanligvis ikke stort fokus på valg av hvilket avløpssystem som skal installeres i bygningen. Kundene fokuserer vanligvis på interiørdetaljer som fliser, kjøkkeninnredning og lignende. Arkitekter må være klar over at det er vanskelig å forbedre verdiene for lydavgivelse fra et rørsystem etter at det er installert. Produsentene gir råd om riktig lydisolerende rørsystem, inkludert monteringsklammer og forgreininger med innvendig radius. Disse valgene får store konsekvenser for fremtidig overføring av strukturbåren og luftbåren lyd.

Man unngår broer for strukturbåren lyd når rørene installeres på riktig måte. Dette oppnås ved å isolere rørene fra bygningsstrukturen. Avløpsrør må ikke legges fritt i rom som skal beskyttes. Hvis det er uunngåelig, må rørende legges i en isolert kasse.



Virtuell støymåling med verktøyet Wavin SoundCheck

Støyforskriftene oppdateres regelmessig, og det er ikke alltid enkelt å beregne riktig støynivå for et konkret arkitektonisk design. Det nettbaserte verktøyet Wavin SoundCheck hjelper til med denne oppgaven. Verktøyet simulerer og beregner installasjonens systemakustikk basert på individuelle parametre. Etter noen få trinn finner du ut om designet oppfyller kravene til lydisolering.



Prøv verktøyet
Wavin SoundCheck nå!



Praktiske råd:

«Jeg fant tidlig ut hvor viktig det er å tenke fremover. Da kan man unngå mye som kan bli veldig kostbart senere, spesielt i de tidlige stadiene av byggeprosjektet når man begynner designfasen. Lydisolering er én av disse tingene. Det starter med planløsningen, og det er ikke over før alle sjaktene er plassert. Jeg ønsker å designe komfortsoner for kundene mine. Der skal det ikke være irriterende støy. Dette kan imidlertid ikke gjøres uten en teknisk forståelse for hvordan lyd og lydbroer oppstår.

Rådet mitt: Koordiner med erfarne byggherrer så tidlig som mulig, og velg også produsenter som kan gi gode råd om prosjektet når det gjelder lydisolering av vann- og avløpssystem – og som tilbyr de riktige løsningene.»

Christina M., arkitekt



Praktiske råd

- ⦿ Åpne planløsninger er en risiko for god lydisolering, siden områder med rørinstallasjoner ofte blir en del av oppholdsrom uten skillevegger. Derfor må rom som brukes til forskjellige formål, holdes godt adskilt av lydisolerende årsaker.
- ⦿ Du kan bedre oppnå optimal akustikk med ikke-bærende og lette skillevegger. Samtidig gir det maksimal designfrihet selv ved utfordrende planløsninger.
- ⦿ Lag installasjonsvegger med så høy egenvekt som mulig. Jo større masse, desto mindre strukturelbåren lyd overføres.
- ⦿ Installasjoner med bygningstekniske løsninger i sjakter må ikke plasseres ved beboelsesrom.



Kommunikasjon

- ⦿ I samarbeid med prosjekterende kan du finne planløsning som minimerer luftbåren og strukturelbåren lyd helt fra starten av.
- ⦿ Når du planlegger vann- og avløpssystemer, finner du mange viktige tips i kapittelet om planlegging i denne brosjyren.



Bemerk!

Forskjellige land har forskjellige grenser for lydisolering og akustikk. Hvis du jobber med internasjonale byggeprosjekter, må du innhente egnede råd, for eksempel fra ekspertene hos Wavin.



Juridiske forhold

- ⦿ Overhold de forskjellige normene og juridiske kravene for akustikk og brannsikring basert på bygningsklassen.
- ⦿ Avsnittet 6.4.4.2.2 i DIN 4109-36 gjelder for massivvegger med ett skall. Avsnittene 6.4.4.2.3–6.4.4.2.5 gjelder de installasjonstekniske og konstruksjonsmessige grenseverdiene.
- ⦿ Avsnittet 6.4.4.3.2 i DIN 4109-36 gjelder for lettvegger som brukes som installasjonsvegger. Avsnittene 6.4.4.3.3–6.4.4.3.5 gjelder de konstruksjonsmessige og installasjonstekniske grensebetingelsene.

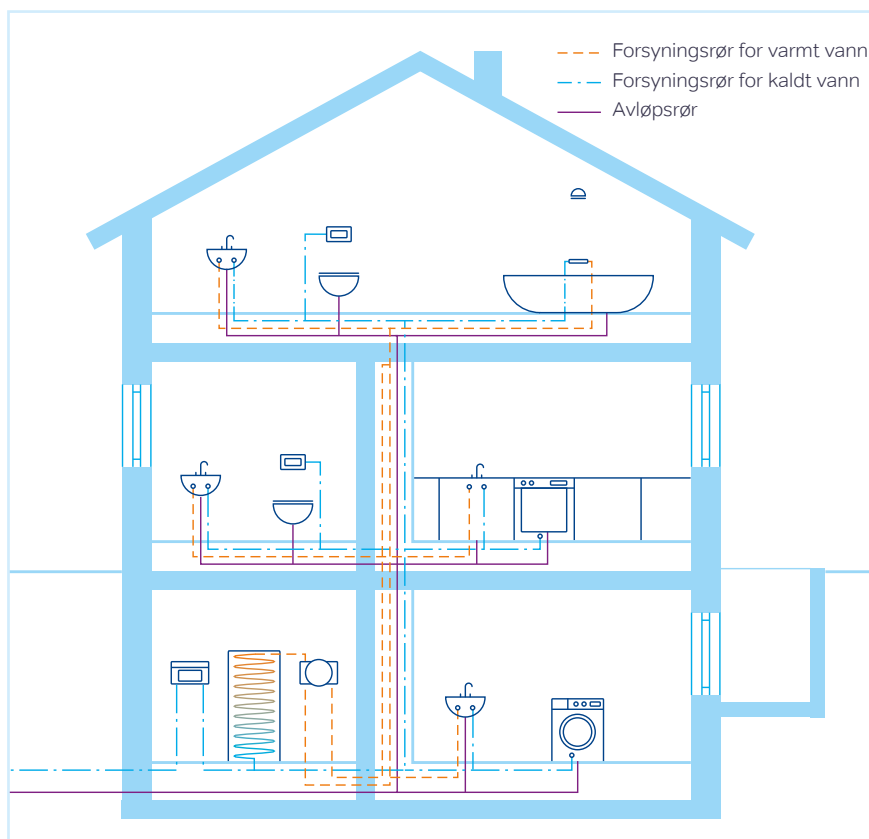
Planlegging



Planlegge vann- og avløpssystemer. For optimal akustikk.

Når du planlegger vann- og avløpssystemer, er det viktig å begrense uønsket lyd til et minimum. Sanitærinstallasjonene i bygninger består i hovedsak av rør og installasjonsvegger.

Referanseløsninger (for eksempel prøvevegger for installasjon) kan brukes som en veiledning når du planlegger vann- og avløpsrørene, siden det ikke finnes en separat sertifisering for bygningsakustikk for alle situasjoner på byggeplassen. Disse verdiene er nyttige i den akustiske vurderingen av bygningen.



Figur 15: Vann- og avløpsrør i en bygning

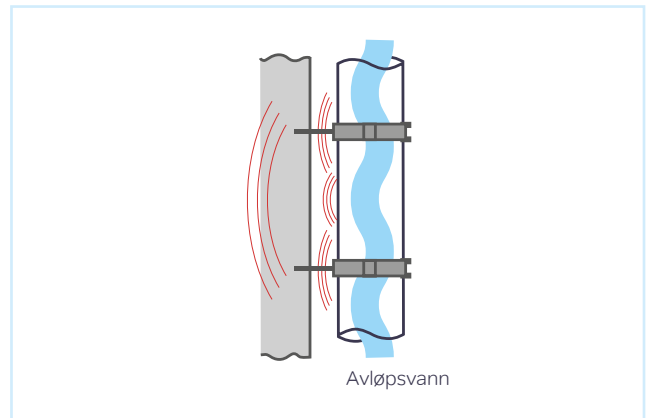
Grunnleggende informasjon om å planlegge forsynings- og avløpsrør

Strukturbåren lyd

Støyen som oppstår fra vann- og avløpsinstallasjoner, overføres alltid til veggen via innfesting (for eksempel rør med rørklammer).



Deretter overføres den strukturbårne lyden til andre rom eller vegger og tak som luftbåren lyd.



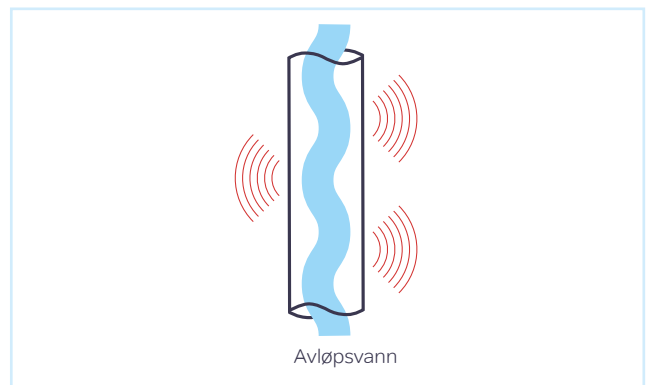
Figur 16: Strukturbåren lyd

Luftbåren lyd

Overføring av luftbåren lyd fra et rørsystem avhenger i stor grad av kvaliteten på røret. Hvis du skal sammenligne rør, kan det enkelt gjøres i henhold til DIN EN 14366, siden den rene luftbårne lydoverføringen også måles der. For en fullstendig vurdering av systemet er det også svært viktig å vurdere rørklammere og hvordan de er festet. Derfor er luftbåren lyd og strukturbåren lyd to viktige faktorer.

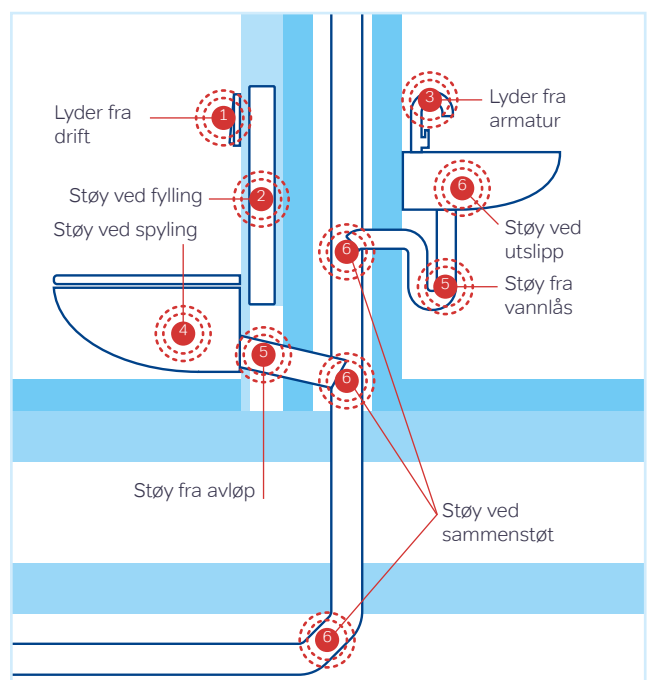


Se også kapittelet «Systemtesting i henhold til DIN 4109» på side 54



Figur 17: Luftbåren lyd

Luftbåren lyd oppstår fra strukturbåren lyd her:



Figur 18: Støykilder i drikkevann- og avløpsinstallasjoner

Broer for strukturbåren lyd

For å unngå broer for strukturbåren lyd, må utstyr (for eksempel toaletter) isoleres fra bygningens struktur, slik at det ikke oppstår lydbroer. Dette må vurderes i planleggingen. (Kilde nr. 6)



DIN 4109

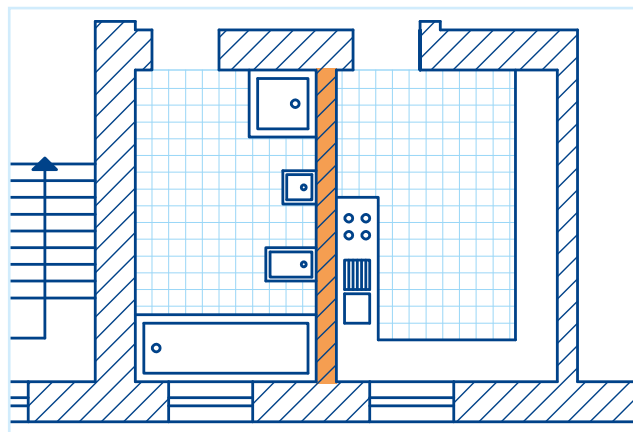
Følgende forhold er viktige under planlegging og utførelse for å oppfylle minimumskravene i DIN 4109:

- ⦿ Hvilke installasjonsvegger og med hvilken veggkledning er valgt?
- ⦿ Hvor i bygningen er badene plassert, og hvor er beboelsesrom som skal skjerme
- ⦿ Hvilke avløps- og drikkevannsystemer skal brukes?
- ⦿ Hvordan skal rørene festes?
- ⦿ Hvilke støykompenserende tiltak (for eksempel lydisolering av rør eller kanaler) er egnet?

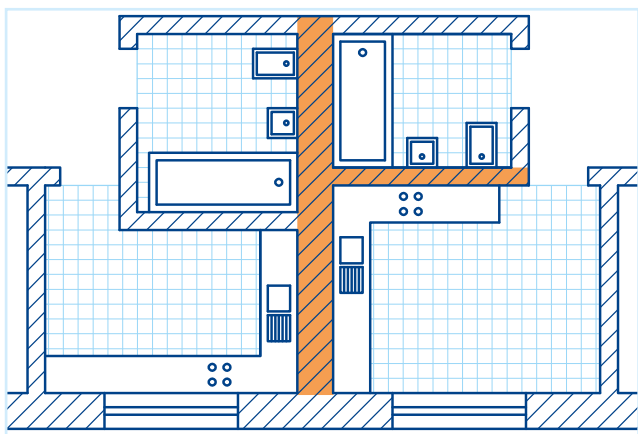
Planløsning

Potensielle lydproblemer kan i stor grad reduseres ved hjelp av egnet planløsning. For eksempel bør kjøkken og bad med vann- og avløpsrør alltid plasseres ved siden av hverandre, eller over hverandre i boligblokker. Vegger mot rom som skal beskyttes, må ikke inneholde rør. (Kilde nr. 6)

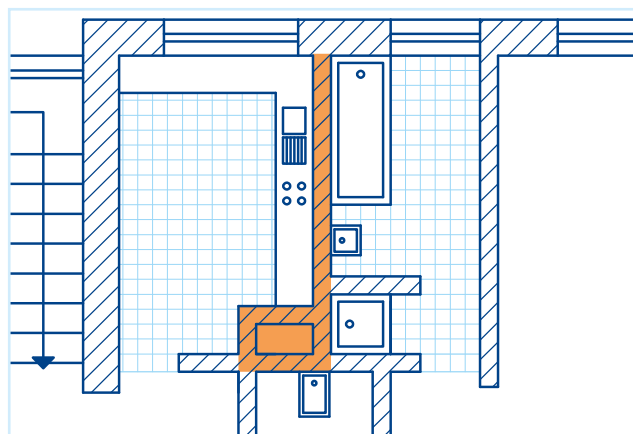
Bad og kjøkken mot en felles installasjonsvegg



Bad og kjøkken mot felles installasjonsvegg



Bad, kjøkken og toalett i samme installasjonssjakt



Verktøyet Wavin SoundCheck kan brukes til å sammenligne forskjellige sjaktmaterialer for å oppnå ønsket lyddemping eller unngå lydrefleksjoner (se også side 11).



Feil som oppstår i planleggingen av vann- og avløpsrør, får konsekvenser

Lyder fra avløpet er en vanlig årsak til dårlige anmeldelser av hoteller, for eksempel:



«Høye vann- og avløpslyder fra naborommet ødela oppholdet.»



«Støyforurensning grunnet støy fra vannrør – ikke bestill rom her!»

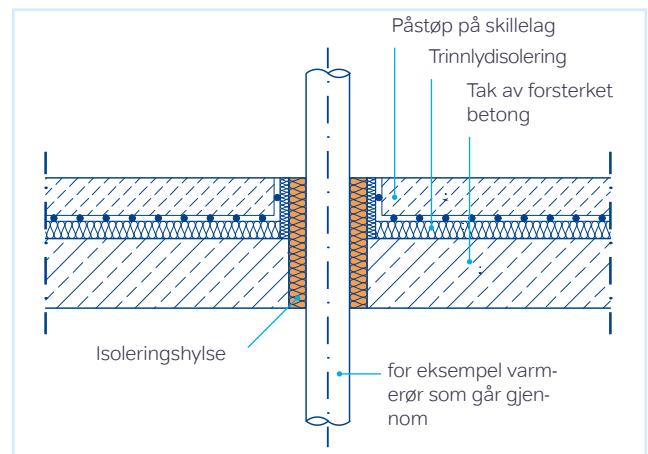


«Høye bankelyder fra vannrør i vegg holdt meg våken fra klokken 05.00.»



Planlegge gjennomføringer i tak og vegger

Det er viktig at gjennomføringene er store nok, og at det ikke er kontakt mellom rørene og vegg eller taket, slik at det ikke kan oppstå en lydbrø. Isoleringshylser, mineralull eller silikon kan brukes til dette. Lyddemping må installeres på riktig måte, og man må unngå lydbroer under installasjonen.



Figur 19: Rørgjennomføring uten lydbrø



En lydbrø kan for eksempel være bygningsavfall som lager en brø for strukturbåren lyd. Feil under installasjonen kan være en annen årsak, for eksempel hvis man har glemt å installere et klammer som isolerer mot strukturbåren lyd.



Figur 20: Glemt lyddemping av strukturbåren lyd



Figur 21: Bygningsavfall som brø for strukturbåren lyd

Verdens mest støyende vann



40 km

avstand kan fortsatt vannet fra fossen Augrabies i Sør-Afrika høres på stille kvelder.

Fossen Augrabies i Sør-Afrika

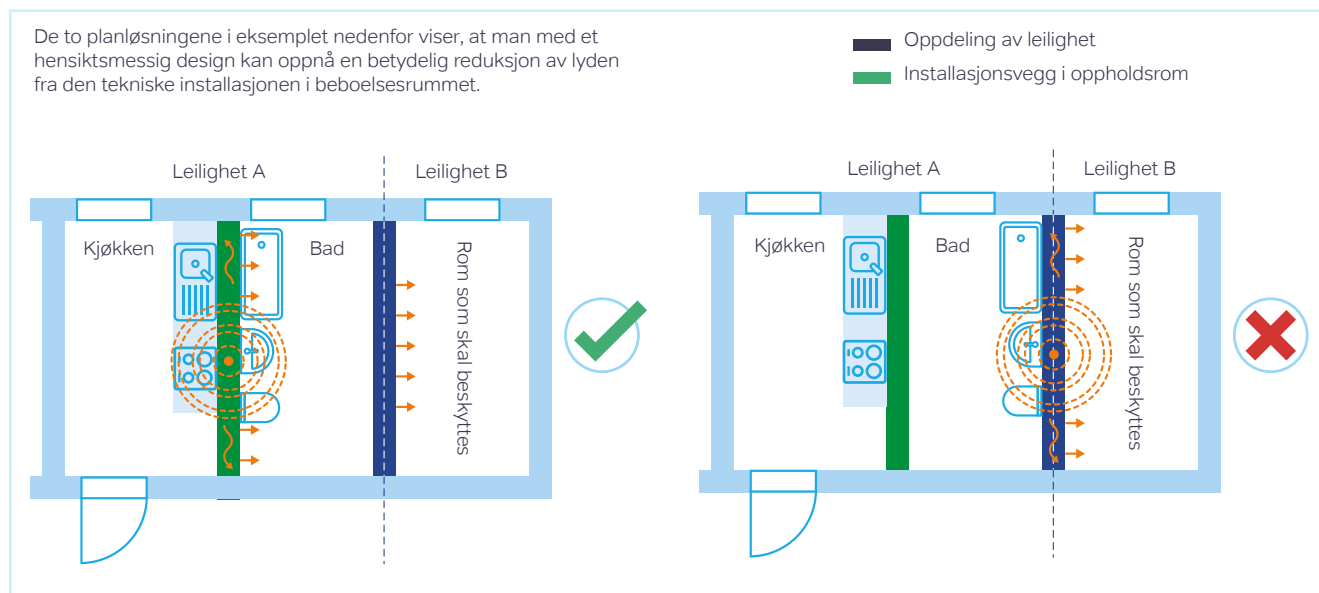
Navnet kommer fra det Sør-Afrikanske uttrykket «Aukoerebis» – «et sted med tordnende støy». Fossen har fått navnet siden den sannsynligvis er den fossen som bråker mest. Lyden forsterkes av de karrige, flate fjellsidene i juvet.

Design av planløsning

Et komplett avløpssystem består av rør og rørdeler, klammer og materialer for å dempe strukturbåren og luftbåren lyd.

En god planløsning er utgangspunktet for optimal lydisolering:

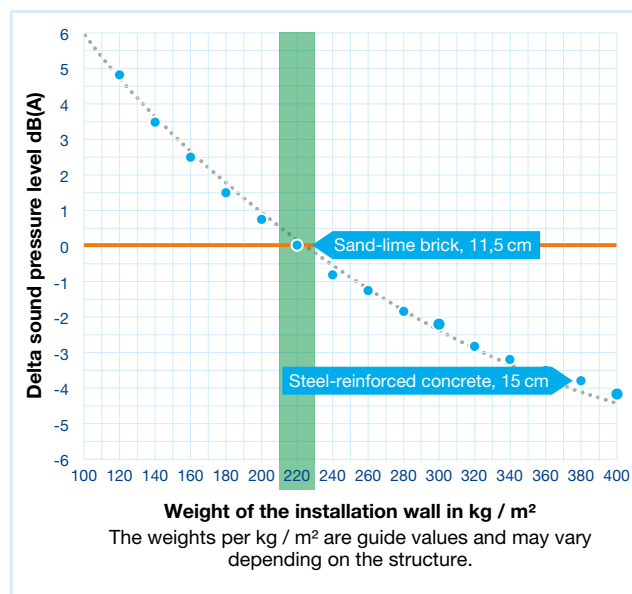
For eksempel må ikke rom som skal beskyttes (leilighet B), plasseres mot vegg med installasjoner på den andre siden, eller der det er installert avløpsrør.



Figur 22: En planløsning som er gunstig med tanke på bygningsakustikk

Installasjonsvegg

Hvis installasjonsveggenes masse endres, vil referanselydtryknivået på 220 kg/m² også endres. For en installasjonsvegg på 160 kg/m² vil resultatet derfor avvike med cirka 2,5 dB(A) sammenlignet med en vegg på 220 kg/m².



Figur 23: Illustrasjon av endringen i lydtryknivå i tilstøtende rom som en funksjon av forskjellige veggmaterialer, fra Wavin SoundCheck.

Avansert veggkonstruksjon

Hvis der er tale om en lett veggkonstruksjon, eller hvis et beboelsesrum er plassert på den andre siden av veggen, bør der anvendes en dobbeltkonstruksjon til veggen. Påbyggsveggen er et frittstående stålskjelett - det vil si, den bygges opp, slik at det er plass til isolering mellom stålskjelettet og massiv vegg, og forsterkninger til sanitære installasjoner. En slik dobbeltkonstruksjon forbedrer lyddempningen markant og fungerer også som varmeisolering.

Et påhengs veggssystem forbedrer dempingen i hele bygningsstrukturen, inkludert i massivvegger.



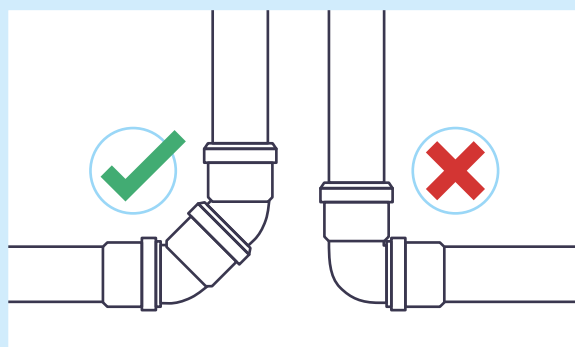
Figur 24: Avansert veggkonstruksjon foran en massivvegg (kilde: Knauf)



Prosjektering av avløpsinstallasjoner

Ved prosjektering av installasjon må man være ekstra oppmerksom på retningsendringer. Unngå helst endringer på 90°. Bruk om mulig to bend på 45°.

Det er viktig å velge et rørsystem med optimal lyddemping. Dette vil bidra til å redusere både konstruksjonsbåren og luftbåren lyd. Systemet som velges bør også være enkelt å installere.



Figur 25: Installasjon med forskjellige bend



Fem praktiske råd for å unngå lydbroer i PROSJEKTERINGSFASEN

- 01** Klamre i tunge konstruksjoner eller i påbyggsvegger
- 02** Bruke klammer med demping mot strukturbåren lyd
- 03** Unngå skarpe retningsendringer
- 04** Hvis avløpsrør legges i sjakt, må resterende vegg fortsatt være 220 kg/m²
- 05** Sanitærutstyr må ha lyddemping mot konstruksjon



Ta hensyn til brannsikringen

Lydisolerende tiltak må også hensyntas i forbindelse med branntetting.

Wavin tilbyr brannteip/mansjett for alle Wavins vann og avløpsrør. De tetter gjennomføringen i veggen eller taket i tilfelle brann, og de forhindrer spredning av brann, røyk og gass.

Planlegging av drikkevannsinstallasjoner

Drikkevannsrør og rørdeler, vannvarmere, trykkøkningsystemer, sirkulasjonspumper og vannbehandlingssystemer utgjør et komplett system.

Viktig for lydisoleringen er at drikkevannsrøret er riktig dimensjonert. Hovedkilden til støy er rørdeler og overføring av lyd gjennom rørsystemet. Hvis det oppstår for høy vannhastighet, kan det føre til interferens. ER dimensjonering av rørsystemet korrekt, vil lyd fra tappearmatur være den høyeste.



Vannhastigheten må ikke overstige 2 m/s i bygningens hovedtilførsler. I koblingsledninger kan den være opptil 4 m/s, avhengig av forbruksmønster og trykkfallet i avstengningsventiler.

Det viktigste tiltaket for lydisolering i planleggingen av drikkevannsinstallasjoner er også isolering fra bygningsstrukturen ved gjennomføringer i vegger og tak. Egnede tiltak kan velges her:

- ⊙ Armatur med inegreert lyddemping
- ⊙ Rørklammer med gummidempere
- ⊙ Akustiske veggplater
- ⊙ Unngå å montere rør og tilkoblinger av utstyr til skillevegger i rom som skal beskyttes.

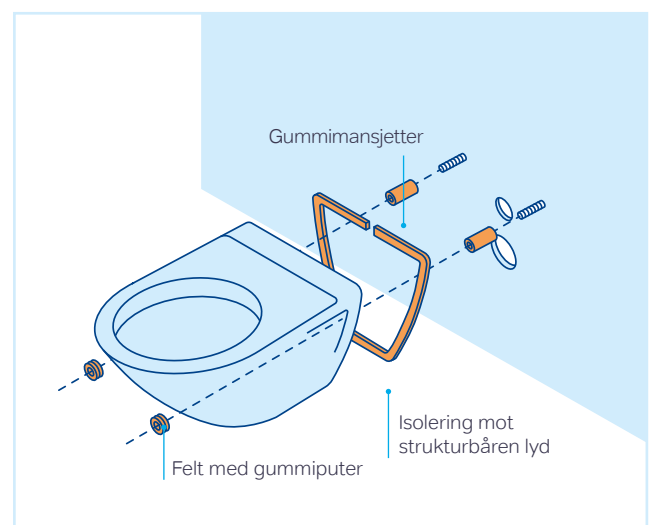
Jo høyere masse veggen har, desto mindre sannsynlighet for overføring av vibrasjoner fra rør og klammer.. Bruk alltid de tyngre bygningsdelene til montering, slik at det unngås vibrasjon i gipsvegger. Massivvegger tyngre og mer stabile, og overfører vesentlig mindre vibrasjon.

Installasjonssystemer og sanitærutstyr

Det finnes konkrete regler for planlegging av påbygningsvegger, installasjoner i vegger, metallrammer, installasjonssjakter eller -kanaler, servanter, badekar, toaletter, bideer, urinaler og sanitærutstyr. Disse reglene må også vurderes:

- ⊙ Brannsikring, lydisolering, fuktsperre og termisk isolering.
- ⊙ Hvis det er nødvendig med slisser i veggen, må ikke konstruksjonen endres. Veggens masse må være tilstrekkelig til å oppfylle kravene til lydisolering.
- ⊙ I stedet for installasjon i veggen med slisser, anbefales det å bruke påbygningsvegg med metallramme for å unngå broer for strukturbåren lyd.
- ⊙ Sanitærutstyr, for eksempel toaletter, må monteres med lyd-dempende materiell for å hindre strukturbåren lyd, samtidig må ikke konstruksjonens strukturelle egenskaper endres.

Lydisolerende komponenter for toaletter

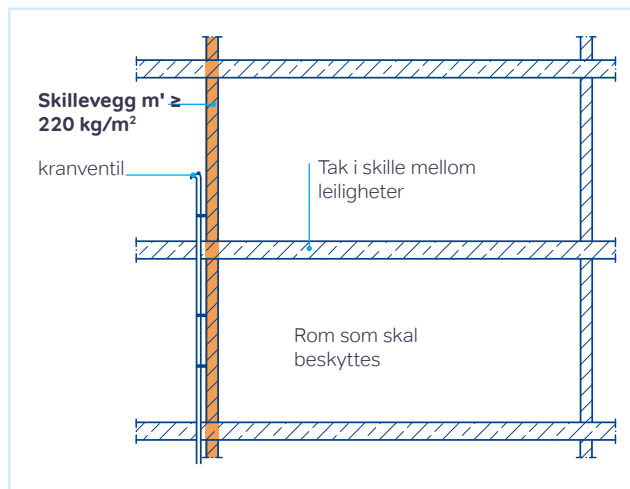


Figur 26: Design av vegghengt toalettssystem uten lydbroer

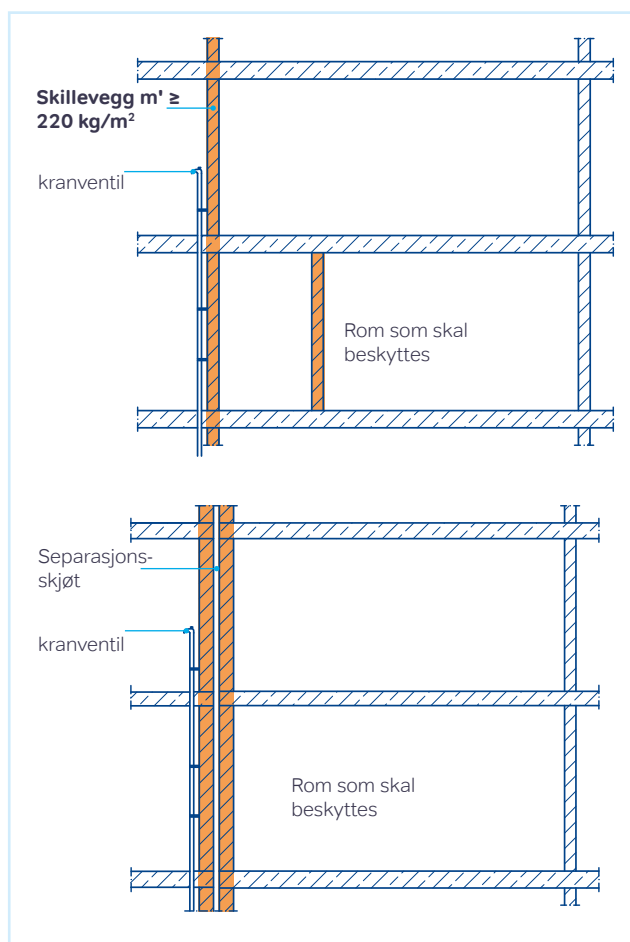
Design av en massiv prøvevegg for installasjon

Massivvegger med vann- eller avløpsinstallasjoner eller sanitærutstyr skal oppfylle disse kravene i henhold til DIN 4109-1 uten ytterligere testing av bygningsakustikk:

- ⊕ Massivveggen med kledning har en masse per arealenheter på $\geq 220 \text{ kg/m}^2$, med hensyntagende til puss/gipslag.
- ⊕ Rørdeler og utstyr oppfyller kravene i DIN 4109-1.
- ⊕ Trykket i forbruksvannsinstallasjonens fordelingsledninger må ikke overstige $0,5 \text{ MPa}$ ($5,0 \text{ bar}$).
Et høyere trykk krever reduksjonsventiler.
- ⊕ Ventiler er alltid i full åpen posisjon under drift.
- ⊕ Rørdeler har ikke større gjennomstrømning enn det de er dimensjonert for.
- ⊕ Reguleringsventiler skal begrense vannmengden igjennom installasjonen. Derfor må de ikke tilhøre høyere gjennomstrømningsklasser enn tilhørende ventilutløp.
- ⊕ Drikkevanns- og avløpsrør er lydisolert foran vegg.
- ⊕ Vann og avløpsrør er installert med lyddempende klammer.
- ⊕ Avløpsrør på vegger i rom som skal beskyttes, skal ikke monteres åpent.
- ⊕ Installasjoner i påbygningsvegg eller på massivvegg må isoleres fra konstruksjonen for å unngå strukturbåren lyd.
- ⊕ Rør på massive vegger eller på bygningsdeler som er festet til vegg, må festes med lyddempende rørklammer. Det er ikke tillatt å feste dem direkte til vegg.
- ⊕ Gjennomføringer for rør og rørdeler i massivvegger må ikke berøre konstruksjonen, slik at strukturlyd oppstår.
- ⊕ Sanitærutstyr monteres med støydempende utstyr før de strammes mot vegg.
- ⊕ Armatur fra rørdelgruppe I og tilhørende vannrør, avløpsrør og sanitærutstyr er installert på massivvegger med $\geq 220 \text{ kg/m}^2$.
- ⊕ Armatur fra rørdelgruppe II og deres vannrør, avløpsrør og sanitærutstyr uten egen dokumentasjon kan ikke installeres på vegger mot rom som skal beskyttes. (Kilde nr. 6 og 7)



Figur 27: Plassering av rørdeler fra rørdelgruppe I

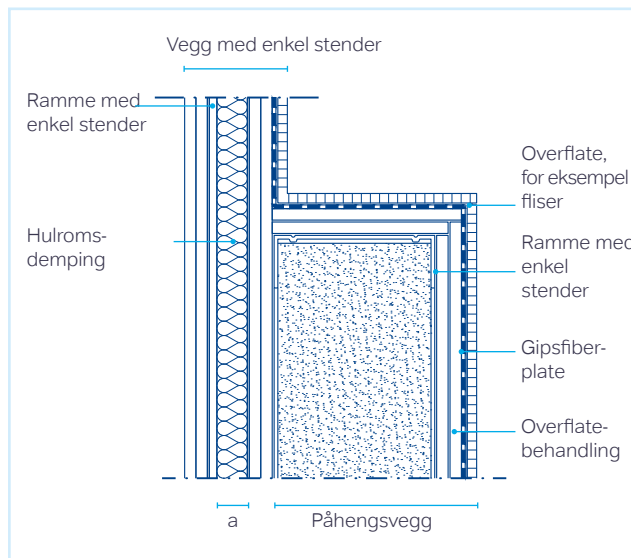


Figur 28: Plassering av rørdeler fra rørdelgruppe II

Design av en lett prøvevegg for installasjon

I henhold til DIN 4109-1 skal lette vegger hvor drikkevann og avløpsinstallasjoner eller sanitærutstyr er montert, overholde disse betingelsene uten videre lydmålinger:

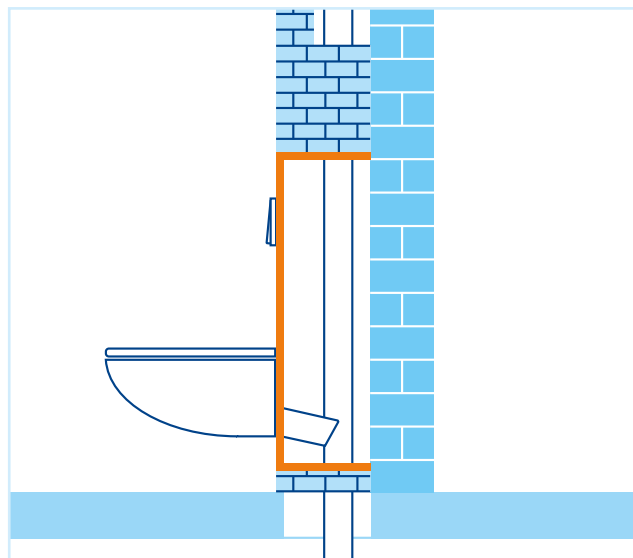
- ⊕ Verifiseringen som er basert på den lette prøveveggen for installasjon, er bare tillatt hvis takets arealrelaterte masse er $\geq 450 \text{ kg/m}^2$ og det brukes rørdeler fra rørdelgruppe I.
 - ⊕ Den lette prøveveggen for installasjon er en gipsvegg med metallramme og følgende oppbygging:
 - Vegg med enkel stender med ekstra installasjonsvegg
 - Vegg med doble stender med ekstra installasjonsvegg
 - Vegg med doble stender med intern sanitærinstallasjon
 - ⊕ Følgende grensebetingelser gjelder for stendervegger med ekstra installasjonsvegg:
 - Minst én tolags kledning per side, laget av 12,5 mm gipsplate eller gipsfiberplate med masse per arealenhet på $\geq 11 \text{ kg/m}^2$ per platelag
 - Enavstand mellom kledningen på $\geq 75 \text{ mm}$ (hulromstykkelse)
 - Enhulromsdemping med 60 mm tykk fiberisolering med lengdespesifikk gjennomstrømningsmotstand på $\geq 5 \text{ kPa s/m}^2$
 - ⊕ Minst tolags kledning med 12,5 mm gipsplate eller gipsfiberplate med $\geq 11 \text{ kg/m}^2$ per lag og hulromsdemping må brukes for den ekstra installasjonsveggen.
 - ⊕ Installasjonsveggenes kontaktpunkter må designes med for eksempel tetninger og isolering mot strukturbåren lyd.
 - ⊕ Følgende gjelder vegger med doble lekter og innebygd teknisk installasjon:
 - ⊕ Følgende gjelder vegger med doble lekter og innebygd teknisk installasjon:
 - Lektene i påbyggingsveggen kan kobles til hverandre med gipsplater og aluminiumsprofiler i 1/3 og 2/3 av høyden på veggene ved hjelp av lasker som gir strekk og kompresjonsstyrke.
 - Rørinstallasjoner må festes til bygningsstrukturen med lydabsorberende klammer montert som frittstående og uten kontakt med kledningsplater eller lekter i hulrommet.
- (Kilder 6 og 7)



Figur 29: Vegg med enkel stender med ekstra installasjonsvegg.

Massiv konstruksjon

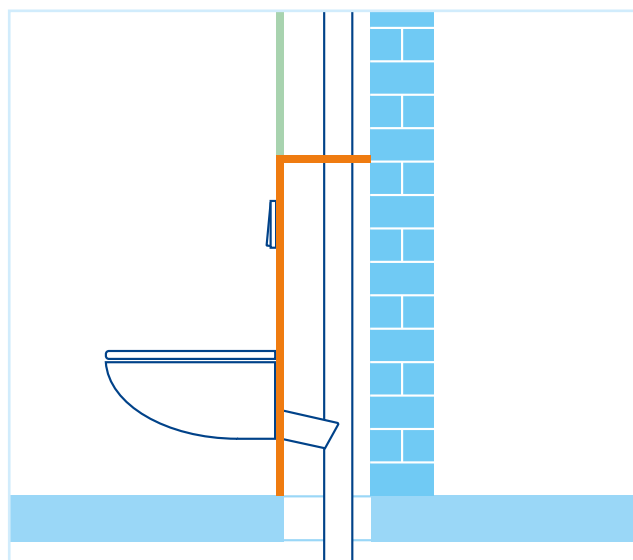
Veggene og installasjonsveggen er laget av murblokker, betong eller forsterket betong ved massiv konstruksjon. Monteringselementene er fastgjort til installasjonsveggen og resten av veggene er en massiv, ikke-bærende vegg. Selve elementet har praktisk talt ingen statisk funksjon. Derfor må installasjonsveggen absorbere kreftene. Denne løsningen er utsatt for strukturbårne lydbroer, og brukes derfor sjelden.



Figur 30: Støpe vegg foran massiv vegg (basert på kilde nr. 8)

Installasjonsvegg av gips foran en massiv installasjonsvegg

Her en installasjonsvegg til den massive installasjonsveggen så godt isolert som mulig. Det er også viktig at gipsplatene og festene som installeres, ikke kommer i kontakt med murverket, slik at det unngås broer for strukturbåren lyd. Sanitærporselen monteres med lydabsorberende løsninger mot konstruksjonen.

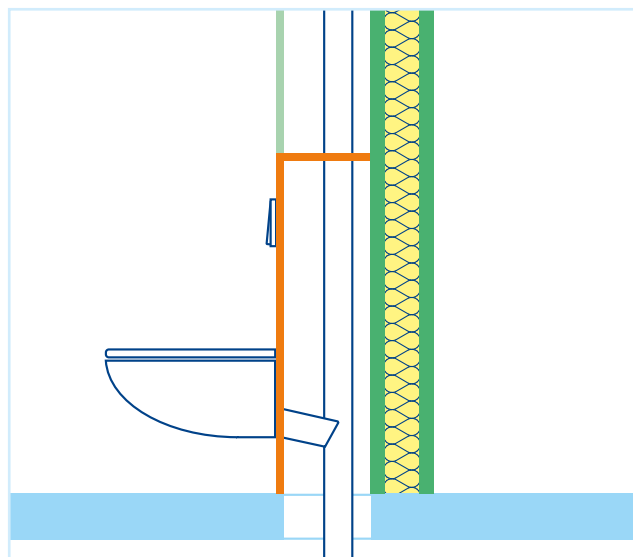


Figur 31: Installasjonsvegg av gips foran en massiv vegg (basert på kilde nr. 8)

Installasjonsvegg foran en gipsvegg

I gipsveggkonstruksjonen er der anvendt lette vegger med en markant lavere flatevekt enn massive vegger. Monteringselementer er festet til gipsveggenes lekter, og det hele er bekledd med gipsplater.

Erfaringen viser, at lyddempningskravene best kan overholdes, når hele installasjonsveggen, inklusive sanitærutstyr monteres av den samme installatøren.



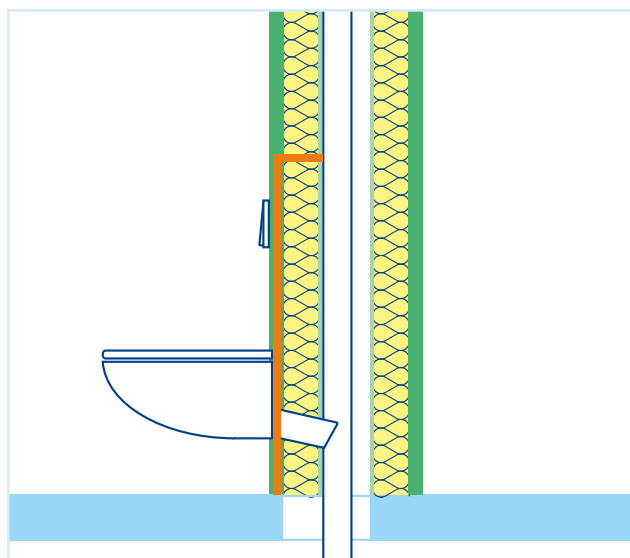
Figur 32: Installasjonsvegg foran en gipsvegg (basert på kilde nr. 8)

Skillevegg

Det kan også brukes en skillevegg til å planlegge sanitærinstallasjoner. De nødvendige rørene legges i skilleveggen, og derfor må det legges til rette for et hulrom i veggen.



Du finner mer informasjon om etterklangstid og lydabsorpsjonsområde i kapittelet Innledning på side 11.



Figur 33: Installasjon i veggen (basert på kilde nr. 8)



Beregning av støy. Enkelt ved hjelp av verktøyet Wavin SoundCheck

Verktøyet Wavin SoundCheck simulerer systemakustikken for installasjonsdesignen basert på individuelle parametre. Det kreves ikke mer enn fire tydelig definerte trinn for å utføre beregningen. Resultatene viser om planløsningen oppfylder kravene til støynivå. Resultatene er en verdifull indikasjon for materialvalget.

Prøv verktøyet Wavin SoundCheck nå!



Mer avslappet planlegging – med 360 graders-service fra Wavin

- ⊙ Wavin leverer alle dokumenter som trengs for planlegging av vann- og avløpssystemet: Anbudstekster, data til planleggingsprogramvaren, artikkelnummer og rapporter fra Fraunhofer IBP-testen med vurderinger av individuelle produkter og hele systemet i henhold til DIN EN 14366 og 4109.
- ⊙ Wavins planleggingsavdeling fungerer som rådgivere i designstadiet og leverer hele lydisoleringspakken til de som utfører arbeidet.

Praktiske råd:

“Det er mange variabler som skal vurderes i planleggingen av byggeprosjekter. De inkluderer kundens ønsker, arkitektens ideer, de økonomiske aspektene, og ikke minst brannsikring og lydisolering. Det er en spennende utfordring å samle alt dette og sørge for at alle blir fornøyde. Det er nyttig å møte alle involverte så tidlig som mulig, samt å ha fokus på lydisolering fra starten. Det handler om mer enn bare å overholde DIN 4109. For eksempel teller hver centimeter i rommene i hotellbygninger. Bad og soverom er ofte plassert ved siden av hverandre, men likevel må man unngå forstyrrende støy.”

Det er smart å innhente kompetent rådgivning om dette og andre ting. Da er det godt å ha kontakt med produsentene av lydisolerende rør.»

Roland S., byggherre



Praktiske råd

- ⌚ Fest vannrør til tunge bygningsdeler eller motstående dobbeltvegg.
- ⌚ Klammer må ha gummiinnlegg mot strukturbåren lyd.
- ⌚ Skarpe retningsendringer fører til interferens og må unngås.
- ⌚ Når det lages utsparringer/riller for avløpsrør, må resten av veggens fortsatt ha en masse på minst 220 kg/m².
- ⌚ Noe som ofte glemmes: Sanitærutstyr og rørinntakninger må også ha lyddempende detaljer inkludert.



Kommunikasjon

- ⌚ Koordinerer med både arkitekten og installatøren i planleggingsprosessen.
- ⌚ Arkitektoniske vurderinger som er relevante for lydisolering, kan tas på et tidlig stadium, allerede i planleggingsfasen, noe som lønner seg senere i prosjektet.
- ⌚ Vurder kravene og behovene til installatøren på byggeplassen. Det er de som installerer vann- og avløpsrørene og alt sanitærutstyret. Du finner viktig informasjon i kapittelet om installasjon i denne brosjyren.



Obs!

Vær oppmerksom på vannhastigheten i tilførselsrør. Den må ikke overstige 2 m/s. Dette kan være opptil 4 m/s for koblingsledninger i bygget.



Juridiske forhold

- ⌚ Minimumskravene i DIN 4109 må overholdes i planlegging og utførelse av lydisolering. Følgende punkter er spesielt viktige:
 - Installasjonsveggen konstruksjon.
 - Plassering av bad og rom som skal beskyttes i bygningen.
 - Type avløps- og drikkevannsystemer.
 - Hvordan rørsystemene er festet.
 - Lyddempende tiltak.
- ⌚ Det kan også stilles strengere krav hvis prosjekter legger til grunn strengere standarder. Derfor er det avgjørende å velge riktig rørsystem, og montere dette korrekt.

Installasjon






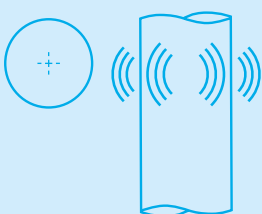
Installere optimal lydisolering.

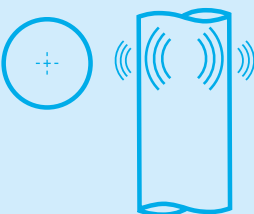
Minimer støy fra vann- og avløpsinstallasjoner. For fornøyde byggherrer og brukere – og en vellykket kontrakt.

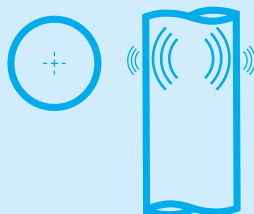
Velge de riktige materialene for optimal lydisolering

Installatører kan ta avgjørelsen hvis rørmaterialet ikke er angitt, slik at de kan legge grunnlaget for god lydisolering.









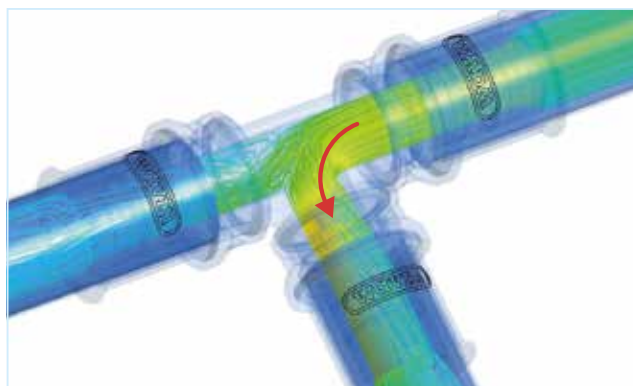
Tradisjonelle rørsystemer produseres med PP, eventuelt med PVC-U i andre markeder. Disse systemene har tynne vegger og lav tetthet. Disse rørene gir minimal beskyttelse mot luftbåren og strukturbåren lyd.

Rør i midt-segmetet skiller seg allerede fra standardrør på grunn av materialvalget. De er laget av PP, og de er ytterligere forsterket med mineraler. Det gjør at disse rørene har tykkere vegger og høyere tetthet.

Premium rørsystemer har enda høyere tetthet og enda tykkere vegger. Denne massetettheten sikrer høy vekt per areal, noe som gir klasseledende isolering mot luftbåren og strukturbåren lyd.

Velge de riktige rørdelene

Installatører må velge riktige rørdeler for drikkevannsrør. Ikke alle rørdeler designes på samme måte, og det er viktig at det oppnås god gjennomstrømning med minimal motstand på steder der det kan oppstå støy.

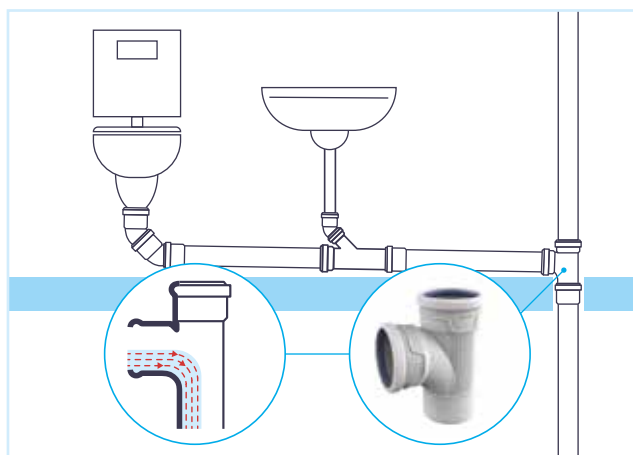


Figur 34: Strømningsforhold i en T-skjøt

Velge de riktige støpte delene

Når avløpssystem er valgt, har man et godt utgangspunkt for å minimere støy fra installasjonen.

Rørdeler med lydempende egenskaper har store fordeler, ved at de kan belastes mer med minimal lydpåvirkning. Samtidig vil en optimert utforming redusere strømningslyd og etterfølgende drypplyd.



Figur 35: Strømlinjeformede støpte deler

Dette er grunnen til
at du hører toget før
du ser det.



18 000 km/t

er lydets hastighet i jern

Et sted i Midtvesten i USA

Cowboyer i gamle westernfilmer pleier å legge øret mot skinnene for å høre om det kommer et tog. Det fungerer faktisk: Lyden overføres raskere gjennom masser enn i luften. Lydens hastighet er 5000 m/s i jern, men bare 340 m/s i luften (ved 20 °C). I westernfilmene brukte de skinnene til å lytte etter toget, slik at de kunne gjøre seg klare til å rane det.

Lyddempingsutstyr som isolerer mot strukturbåren lyd

I forbindelse med tilslutning av vannrør til installasjonsdeler bør man anvende lyddempningssett, som normalt er utført i gummi. Installasjonsdelene har ingen direkte kontakt med veggen, og transmisjon av bygningslyd minimeres dermed. Lyddempningsverdier kan finnes i den tekniske manual om drikkevann.



Figur 36: Lydisoleringssett

Velg riktig rørklammer

For å oppfylle lydkrav må rørsystemer installeres i veggen på en profesjonell måte.

Her er det avgjørende at det velges riktige rørklammer. Mange produsenter av rørklammer tilbyr tilpassede løsninger og det gjør også leverandører av komplette installasjonssystemer.

Her er gummiinnlegg i rørklammen viktig. De må også designes basert på installasjonssystemet som skal anvendes.



Figur 37: Forskjellige typer rørklammer

Risikoen reduseres med systemklammer som er designet for rørsystemet.

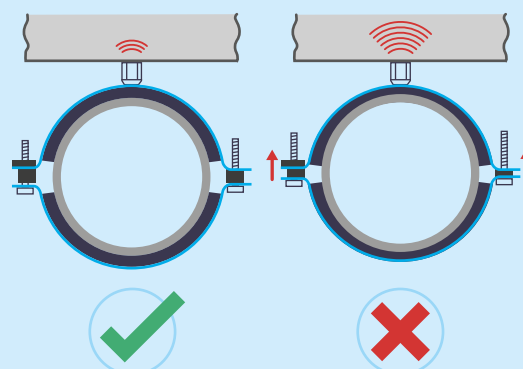


Video

Installere systemklammer på riktig måte:
<https://bit.ly/3Aq7F3F>



Mange standardiserte rørklammer på markedet kan brukes for flere rørdimensjoner, for eksempel 108–114 mm. Hvis rørklammerne strammes helt under installasjon, eller hvis det brukes rørklammer som ikke passer til rørets utvendige diameter, øker overføringen av strukturbåren lyd. På den ene siden må det brukes tilstrekkelig klemkraft til å holde rørsystemene på plass. På den andre siden må ikke gummiinnsetsen komprimeres for mye, siden rørklammen da ikke vil dempe lyden.



Figur 38: Komprimering

Installere lyddempende komponenter

Bruke lyddemping

I enkelte tilfeller må rørene isoleres før de installeres. Det kan for eksempel gjøres for å forhindre kondens, eller for å oppnå ytterligere lyddemping av luft- og strukturbåren lyd i problemområder. Med andre orde, på steder der man ikke kan unngå bruk av krappe bed ved retningsendringer, på steder som påvirkes av avløpsstøy, eller der lokale forskrifter krever det. Der avløpsrør monteres i bindingsverk med isolasjon. Lyddempingsverdi på isolasjon angis av produsenten.



Figur 39: Avløpsrør med lydisolerende slange



Kontroller installasjonsmaterialene for skader på forhånd. Hvis rør må kappes til ønsket lengde, må de kappede kantene avfases og avgrades. Det bidrar også til å forebygge interferens senere.

Installere rør og rørklammer

Rør må alltid installeres spenningsfritt. Ellers vil det overføres for mye strukturbåren lyd. Rørklammer skal monteres i rett vinkel på røret. Avstanden mellom rørklammerne kan variere, siden veggene ikke alltid er rette, spesielt i eksisterende bygninger. Alle rørklammer må justeres individuelt. Bolter som skal holde rørklammene, må festes i murverket med egnede plugg. Plastplugg er å foretrekke med hensyn til akustikken, men de må være egnet for oppgaven.

Kontroller rørklammerne etter installasjon: Hvis gummien kun komprimerer mot én side, må de justeres.



Unngå broer for strukturbåren lyd.



Figur 40: Justere rørklammerne på riktig måte



Figur 41: Unngå kontakt med konstruksjonen

Gjennomføringer i vegger og tak

Gjennomføringer i vegger og tak kan føre til at lyden overføres, og de kan også føre til økt støy i de beskyttede rommene, og derfor må man ta hensyn til dette i installasjonen. Ved installering av rør må det brukes lydisolering i veggen eller gulvet for å oppnå best mulig lyddemping. Sørg for at det ikke oppstår broer for strukturbåren lyd når åpningen fylles. Det må vurderes ekstra brannsikringstiltak ved gjennomføringer i vegger og tak, basert på bygningsklassen. Den valgte utførelsen må være en preakseptert løsning, eller godkjennes lokalt.



Figur 42: Plassere et avløpssystem for en gulvplate

Installering av fliser og sanitærutstyr

Når rørene er installert, monteres fliser og sanitærutstyr. Det er viktig at flisene ikke kommer i kontakt med rørsystemet, siden dette kan medføre lydoverføring. Det bør likeledes anvendes lyddempingssett. Et toalettsskyl vil forårsake en del støy, og kun ved en korrekt installasjon som beskrevet ovenfor, vil man kunne forhindre en sjenerende bygningslyd.



Figur 43: Forberedelser før installasjon av toalettet

Sertifisering av lydisolering

Efter at installasjonen er avsluttet skal den dokumenteres. Dokumentasjon på produktnivå kan rekvireres fra de respektive produsentene.



Figur 44: Fraunhofer IBP-testrapport



200 kHz

Den menneskelige hørselen
slutter ved 16–18 kHz.

Pattedyret som har den beste hørselen.

Hørsel i stedet for syn

Flaggermusen er det pattedyret som har best hørsel. Det er et nattdyr som knapt kan se i mørket. I motsetning til mennesker bruker flaggermusen høyfrekvent ultralyd for å orientere seg ved hjelp av reflekterende lydbølger. Den beregner hvor langt det er til gjenstander eller dyr, hvor raskt den flyr, og i hvilken retning den flyr.

Krav til lydisolering under installasjon



Disse kravene til lydisolering må overholdes under installasjon.

Det finnes to juridiske oppdelinger innen design og kontroll av lydisolering:

- ⊙ Krav i byggeforskrifter
DIN 4109 part 1-2
- ⊙ Krav i sivilrett
DIN 4109-5
VDI 4100
DEGA 103-direktiv

DIN 4109 definerer krav til lydisolering. Disse minimumskravene til konstruksjonen skal sikre at brukeren beskyttes mot urimelige plager på grunn av lydoverføring, forutsatt at det ikke skapes unormalt høy lyd i tilstøtende rom.



Obs: Det har allerede blitt tatt avgjørelser som krever høyere sivile krav hvis det implementeres bestemt utstyr i leiligheten. Materialvalget må overholdes.

Minimumskrav til lydisolering

Ifølge DIN 4109-1 gjelder følgende minimumskrav for lydisolering mot tekniske bygningssystemer og drift som er strukturelt forbundet med bygningene:

- ⊙ forsynings- og avløpssystemer
- ⊙ transportsystemer
- ⊙ permanent installert ekstrautstyr





Følgende anses også som installasjoner av bygningstjenester

- ⊙ Felles vaskerom
- ⊙ Svømmebasseng, badstuer og lignende
- ⊙ Idrettsanlegg
- ⊙ Sentralstøvsugersystemer
- ⊙ Garasjeanlegg
- ⊙ Fast motorisert utvendig solskjerming og skodder

Støy fra brukere, som å sette et tannglass på en benk, lukke toalettsetet hardt, gli i badekaret eller støy fra bærbare maskiner (for eksempel støvsugere, vaskemaskiner, kjøkkenutstyr og sportsutstyr) i eget hjem er ikke underlagt disse kravene.

Disse minimumskravene kan skjerpes i private avtaler. Det kan avtales strengere krav til lydisolering i for eksempel DIN 4109-5 og VDI 4100.



Kravene til lydisolering av tekniske installasjoner i henhold til DIN 4109-1

STØYKILDE	TYPE ROM SOM SKAL BESKYTTES		
	 Stuer og soverom	 Klasserom og arbeidsrom	
	Maksimalt tillatt lydtryknivå i dB(A)		
Vanninstallasjoner (vannforsynings- og avløpsinstallasjoner sammen) ^{1) 2) 3)}	$L_{AF,max,n} \leq 30$	$L_{AF,max,n} \leq 35$	
Andre permanent installerte tekniske lydkilder fra teknisk utstyr, forsyning og avløp samt garasjesystemer i bygningen	$L_{AF,max,n} \leq 30$ ³⁾	$L_{AF,max,n} \leq 35$ ³⁾	
Restauranter, inkludert kjøkken, butikker, bedrifter og lignende.	 fra 06.00 til 22.00	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$
	 om natten i henhold til TA-støy	$L_r \leq 25$ $L_{AF,max} \leq 45$	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$

¹⁾ Enkeltstående kortvarige støytopper som oppstår ved bruk av rørsystem og utstyr (åpne, lukke, veksle, avbryte og lignende) skal ikke vurderes.
²⁾ Krav for å oppfylle de tillatte lydtryknivåene:
 · Designdokumentene må ta hensyn til kravene til lydisolering. Det vil si at bygningsdelene må ha dokumentert lydisolering.
 · I tillegg må byggeledelsen navngis og innkalles for godkjenning før installasjonen tildekkes.
³⁾ I motsetning til DIN EN ISO 10052 (2010-10), 6.3.3 utelates måling i det hjørnet med mest støy i rommet (se også DIN 4109-4).

Tabell 2: Verdier for tillatte lydtryknivåer i rom som skal beskyttes mot støy fra tekniske bygningssystemer og drift som er strukturelt forbundet med bygningen, i henhold til DIN 4109-1 (kilde nr. 1)

Kravene til lyddemping av tekniske installasjoner i henhold til DIN 4109-5:

STØYKILDE	TYPE ROM SOM SKAL BESKYTTES	
	 Stuer og soverom i boligblokker	 Stuer og soverom i enebolig, rekkehus og tomannsboliger
	Maksimalt tillatt lydtryknivå i dB(A)	
Vanninstallasjoner (vannforsynings- og avløpsinstallasjoner sammen) ^{1) 2) 3)}	$L_{AF,max,n} \leq 27$ ^{1) 2) 3)}	$L_{AF,max,n} \leq 25$ ^{1) 2) 3)}
Andre permanent installerte tekniske lydkilder fra teknisk utstyr, forsyning og avløp samt garasjesystemer i bygningen	$L_{AF,max,n} \leq 27$ ³⁾	$L_{AF,max,n} \leq 25$ ³⁾

¹⁾ Enkeltstående kortvarige støytopper som oppstår ved bruk av rørsystem og utstyr (åpne, lukke, veksle, avbryte og lignende) skal ikke vurderes.
²⁾ Krav for å oppfylle de tillatte lydtryknivåene:
 · Designdokumentene må ta hensyn til kravene til lydisolering. Det vil si at bygningsdelene må ha dokumentert lydisolering.
 · I tillegg må byggeledelsen navngis og innkalles for godkjenning før installasjonen tildekkes.
³⁾ I motsetning til DIN EN ISO 10052 (2010-10), 6.3.3 utelates måling i det hjørnet med mest støy i rommet (se også DIN 4109-4).

Tabell 3: Maksimalt tillatte verdier for lydtryknivåer i rom som skal beskyttes mot støy fra tekniske bygningssystemer og drift som er strukturelt forbundet med bygningen, i henhold til DIN 4109-5 (kilde nr. 2)

Kravene til lyddemping av tekniske installasjoner i henhold til VDI 4100

TYPE STØY	OPPFATNING AV STØY FRA TILSTØTENDE LEILIGHET ¹⁾		
	SSt I	SSt II	SSt III
Høy samtale	hørbart	generelt hørbart	generelt uhørlig
Normal samtale	generelt uhørlig	uhørlig	uhørlig
Fottrinn	generelt irriterende	generelt ikke lenger irriterende	ikke irriterende
Støy fra tekniske installasjoner	Urimelig irritasjon blir vanligvis unngått	tidvis irriterende	ikke irriterende eller sjelden irriterende

¹⁾ Forutsetning: Bakgrunnstøy på 20 dB(A) om kvelden, og oppholdsrom av normal størrelse.

Tabell 4: Oppfatning av vanlig støy fra tilstøtende leiligheter og tildeling til de tre nivåene av lydisolering (SSt) I til III i henhold til VDI 4100 (kilde nr. 3)

Lyddemping av støy fra tekniske installasjoner

 STØY	SSt I	SSt II	SSt III	
	Maksimalt tillatt lydtryknivå			
 Leiligheter i boligblokker				
fra vanninstallasjoner (vannforsynings- og avløpsinstallasjoner sammen)	$L_{AF,max,nT}$ rt i dB	<= 30	<=27	<=24
 Tomannsbolig og rekkehus				
fra vanninstallasjoner (vannforsynings- og avløpsinstallasjoner sammen)	$L_{AF,max,nT}$ rt i dB	<= 30	<=25	<=22
 Eget område (hus eller leilighet som brukes av eieren)		SSt EB 1	SSt EB 2	
fra vanninstallasjoner (vannforsynings- og avløpsinstallasjoner sammen)	$L_{AF,max,nT}$ rt i dB	35	30	

Tabell 5: Maksimalt tillatte verdier for lydtryknivåer i rom som skal beskyttes mot støy fra tekniske bygningssystemer og drift som er strukturelt forbundet med bygningen, i henhold til VDI 4100 (kilde nr. 3)

Nivåene SST1–SST3 gjelder i henhold til denne tabellen, og de avhenger også av utstyret i bygningene

LYDDEMPINGSNIVÅ	FORVENTNING
I	...for en (nybygget) leilighet, hvor valgt materiale og installasjon utføres i henhold til minimumskrav.
II	...for en leilighet der materialer og installasjon oppfyller gjennomsnittskrav til komfort.
III	...for en leilighet der materialer og installasjon, samt plassering oppfyller konkrete krav til komfort.
EB I	...for et visst nivå av lyddemping i eget område.
EB II	...for høyere nivå av lydisolering i eget område.

Tabell 6: Tildeling av lydisoleringsnivåer I til III for boliger med forskjellige komfortkrav, i henhold til VDI 4100 (kilde nr. 3)

DEGA-anbefaling 103

Lydisoleringen i boenheter klassifiseres basert på lydisoleringsklassene A* til F eller EW 1 til EW 3 for eget oppholdsrom. Her kan følgende beskyttelsesklasser avtales for utstyr for bygningstjenester:

LYDISOLERINGSKLASSE	BESKRIVELSE
Klasse A*	Boenhet med svært god lydisolering, som gjør det mulig å leve uforstyrret nesten uten å ta hensyn til naboer.
Klasse A	Boenhet med svært god lydisolering, som gjør det mulig å leve uforstyrret uten å ta mye hensyn til naboer.
Klasse B	Boenhet med god lydisolering som med gjensidig hensyn mellom naboer, gjør det mulig å leve uforstyrret med stor grad av privatliv.
Klasse C	Boenhet med merkbart bedre lydisolering enn klasse D, der beboerne vanligvis unngår støy, og privatlivet opprettholdes ved vanlig, hensynsfull atferd.
Klasse D	Boenhet med lydisolering som i hovedsak oppfyller kravene i DIN 4109-1 for boligblokker med leiligheter og arbeidsrom, og som derfor beskytter beboerne i fellesrom mot uakseptabel plage på grunn av lydoverføring fra andre boenheter og utenfra, for å ta vare på helsen. Det kan ikke forventes at støy fra andre boenheter eller utenfra ikke er hørbar. Dette krever gjensidig hensyn for å unngå unødvendig støy. Disse kravene forutsetter at det ikke oppstår uvanlig høy støy i tilstøtende rom.
Klasse E	Boenhet med lydisolering som ikke oppfyller kravene i DIN 4109-1. Det kan oppstå irritasjon som følge av lydoverføring fra andre boenheter og utenfra. Det er helt nødvendig å ta spesielle hensyn. Privatlivet er ikke lenger garantert.
Klasse F	Boenhet med lydisolering som er betydelig dårligere enn kravene i DIN 4109-1. Det må forventes irritasjon som følge av lydoverføring fra andre boenheter og utenfra selv om det tas bevisst hensyn. Det kan ikke forventes privatliv.

Tabell 7: Tildeling av lydisoleringsnivåer A* til F for vanlig privat bruk i henhold til DEGA retningslinje 103 (kilde nr. 4 og 5)

STØY	LYDISOLERINGSKLASSE	F	E	D	C	B	A	A*
		Støy fra vanninstallasjoner og bygningstjenester, ^{1) 2)} brukerstøy fra urinering	$L_{AF, max,T}$ i dB(A)	> 35	≤ 35	≤ 30	≤ 27	≤ 24

¹⁾ Hvis det ikke finnes komponenter som skaper lavfrekvent støy (hvis forskjellen mellom de C-vektede og A-vektede sumnivåene i henhold til DIN 45 680 er mindre enn 20 dB), tildeles det bonuspoeng i sertifiseringen av lydisoleringen. Kravene gjelder også for varme- og ventilasjonsanleggene i eget område.

²⁾ Ved metrologisk verifisering kan også $L_{AF, max,T}$ brukes som alternativ for evalueringen.



Tabell 8: Krav til støy fra vann og avløpsinstallasjoner i henhold til DEGA anbefaling 103

LYDISOLERINGSKLASSE						
F	E	D	C	B	A	A*
ingen spesielle tiltak	Planleggingsinformasjon i henhold til DIN 4109	samme som E og nøye isolering mot strukturbåren lyd av alle bygningsdeler	samme som D og alle påbyggingsvegger er utført som gipsvegger.	dobbelt skall konstruksjon er påkrevd	dobbelt skall konstruksjon med god lydisolering er påkrevd	samme som A

Tabell 9: Veiledende planleggingsinformasjon for gruppering av forventet brukerstøy og isolering av strukturbåren lyd, avhengig av de individuelle klassene, i henhold til DEGA anbefaling 103

Universelle krav

Flere land har krav til lydavgivelse i rom som skal beskyttes, for eksempel soverom og stuer. Denne tabellen viser kravene som må overholdes for lyd fra tekniske installasjoner.

GRENSEVERDIER SOM SKAL OVERHOLDES FOR TEKNISKE INSTALLASJONER				
	 Soverom	 Stue		
	dB(A)	dB(A)	Beskrivelse av verdi	Forskrift
Italia	35	35	L_{ASmax}	Referansestandarden er DPCM 05/12/1997 «Bestemme krav for passiv akustikk i bygninger»
Danmark	20–35*	20–35*	L_{pALF}	Byggeforskrift 2018 og DS 490 «Lydklassifisering for boliger»
Norge	20–35*	20–35*	$L_{p,A,T}$	Byggeteknisk forskrift (TEK17) og NS 8175: 2019 Lydforhold i bygninger — Lydklasser for ulike bygningstyper
Sverige	27–35*	27–35*	$L_{pAF,max,nT}$	a. Byggeforskrift BBR, SS 25267: 2015 (leiligheter) og SS 25268 (skoler/hoteller)
Finland	29–35*	29–35*	$L_{AF,max,T}$	Standard SFS 5907 («Akustisk klassifisering av bygninger»)
Storbritannia	30	30	$L_{a,max}$	(2010) i godkjent dokument E «Motstand mot overføring av lyd»
Irland	30	30	$L_{a,max}$	(2010) godkjent dokument E «Motstand mot overføring av lyd»
Tsjekkia	30	30	$L_{a,max}$	ČSN 73 0532:2020
Nederland	30	30	$L_{i,A,k}$	Installasjonsstøy som angitt i NEN5077
Indonesia	55	55	L_{eq}	Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup KEP-48/MENLH/11/1996
Baltikum	35	35	L_{AeqT}	DIN 4109

*Avhengig av bygningstypen, klasse A–D

Tabell 10: Landvise krav til bygninger

Praktiske råd:

«Jeg ønsker å jobbe så raskt og effektivt som mulig på byggeplassen. Naturligvis feilfritt, slik at jeg slipper å rette opp feil senere. Derfor er det helt avgjørende at jeg forbereder meg godt. Når det gjelder lydisolering, foretrekker jeg å få alt levert til byggeplassen fra én leverandør – ett rørsystem av god kvalitet, fra en produsent jeg stoler på. Du bør tenke nøye gjennom hvilken kvalitet på rørsystem du velger, og hvordan dette er dokumentert. Jeg anbefaler tett kontakt og rådføring med prosjekterende av byggeprosjektet. De skal ha kunnskap om eventuelle tilleggskrav.

Det er også viktig med fyldestgjørende dokumentasjon av det valgte rørsystemet. Det er viktig at leverandøren kan bistå med dette.»

Simon B., installatør



Praktiske råd

- ① Velg rørdeler som er designet for god gjennomstrømning.
- ① Bruk svingte grenrør der det er mulig.
- ① Bruk veggkledning med riktige egenskaper for lyd.
- ① Bruk helst systemklammer, eller tilsvarende kvalitetsklammer som passer rørsystemet.
- ① Bruk premiumrør, spesielt i problemområder.



Kommunikasjon

- ① Som installatør jobber du i det siste fagområdet i en kjede som begynner med planlegging og arkitektur. Det er viktig å koordinere med planlegger hvis du har spørsmål om korrekt implementering av spesifikasjonene for lydisolering.
- ① Å velge riktig rørsystem og komponenter, er avgjørende for optimal lyddemping. Følg anbefalingene fra planleggingskontoret, eller be om råd fra en kompetent produsent.



Obs!

Når rørklammene er installert, bør du ta en ekstra kontroll: Hvis du ser skjev komprimering av dempegummi, må du justere tiltrekking av klammeret.



Juridiske forhold

Krav til installasjon i byggeforskrifter

① DIN 4109 del 1–2

Krav til installasjon i sivilrett

① DIN 4109-5

① VDI 4100

① DEGA 103-retningslinje

Lydmåling av tekniske installasjoner





Måling av lyd fra tekniske installasjoner

Lydmåling av tekniske installasjoner er en kompleks øvelse, og det finnes forskjellige metoder. En type metode er testing i henhold til DIN EN 14366, som gjør det mulig å sammenligne forskjellige produkter. Lydmålinger av systemet utføres i henhold til DIN 4109. Her tar man høyde for mer totalitet, som innbyggingssystemer, rørinstallasjoner i vegg, samt valgte veggkonstruksjoner.

Testing i henhold til DIN EN 14366

For planleggere og installatører er det viktig å finne riktige materialer før installasjon skal starte.

Standarden DIN EN 14366 beskriver en fremgangsmåte for å teste materialene i avløpssystemet. Man kan sammenligne systemer ved å brukes samme metode. Metoden gjenspeiler nok ikke så godt de faktiske forhold, slik som flushing av toaletter og andre komponenter i en installasjonsvegg.

Testoppsett inkluderer følgende:

- ⌚ Samme type rørklammer, og samme komprimering av gummiinnlegget i klammeret.
- ⌚ Plasseringen av fastklammer og glideklammer må være lik.
- ⌚ Det må brukes samme rørdimensjon.

Deretter etablerer man en konstant vannmengde på 0,5 l/s, 1 l/s, 2 l/s og 4 l/s under testen.

Resultatene oppgis på følgende måte:

- ⌚ Luftbåret lydtryknivå $L_{b,A}$ i dB(A) i henhold til DIN EN 14366
- ⌚ Karakteristisk strukturbåret lydnivå L_{sCA} i dB(A) i henhold til DIN EN 14366

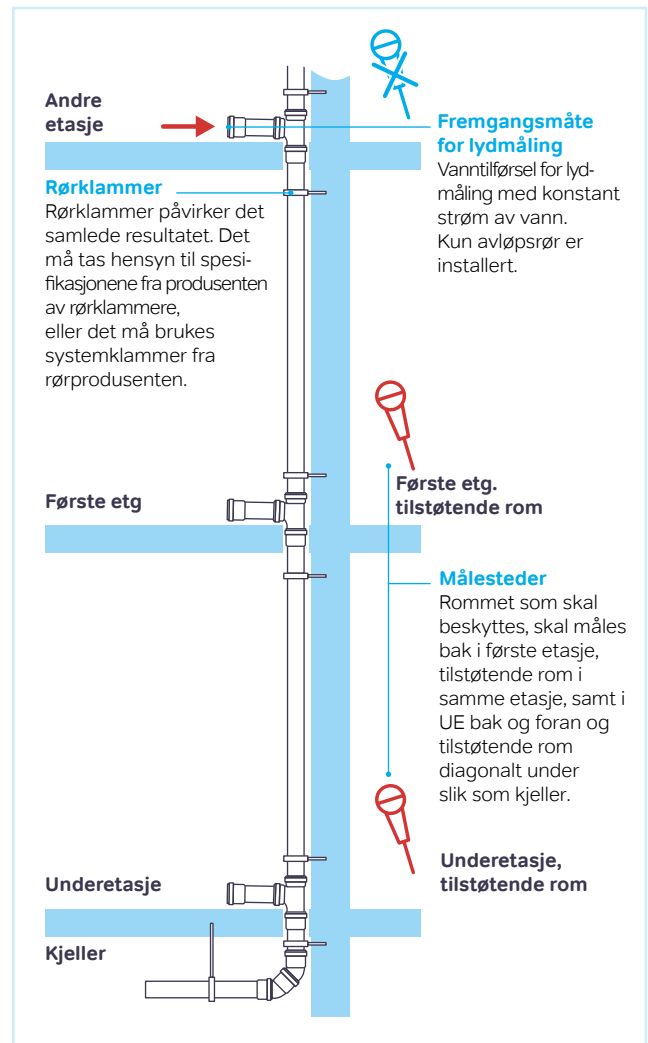
Det karakteristiske strukturbårne lydnivået avhenger i svært stor grad av spesifikasjonene. Hvis det kun er marginal forskjell mellom forskjellige produsenter, blir det vanskelig å sammenligne resultatene.

Det luftbårne lydtryknivået $L_{b,A}$ gir en god indikasjon av påvirkningen fra det valgte rørmaterialet. Her er målerommet også installasjonsrommet.

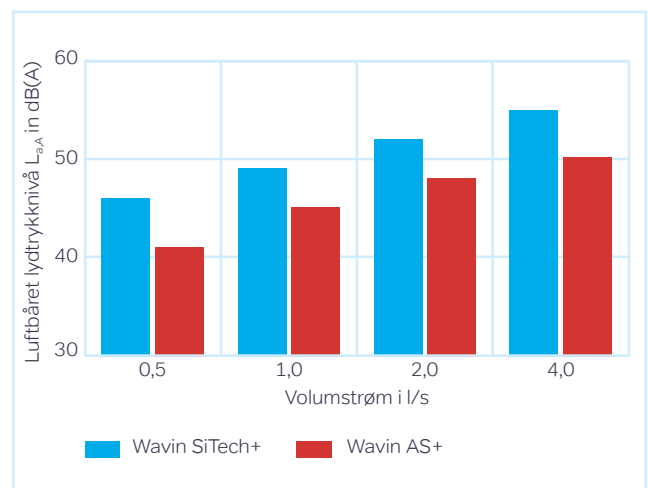
Ved å sammenligne Wavin SiTech+ støydempende rørsystem med Wavin AS+ premium rørsystem, kan man enkelt se forskjeller i lydtryknivåene:

Rørsystem	Evaluering	Volumstrøm i l/s				Fraunhofer IBP-testrapport
		0,5	1,0	2,0	4,0	
Wavin SiTech+	Luftbåret lydtryknivå $L_{b,A}$ i dB(A) i henhold til DIN EN 14366	46	49	52	55	P-BA 25-1/2016
Wavin AS+	Luftbåret lydtryknivå $L_{b,A}$ i dB(A) i henhold til DIN EN 14366	41	45	48	50	P-BA 64/2019

Tabell 11: Rørkvalitetens påvirkning på det luftbårne lydtryknivået



Figur 45: Måleoppsett i henhold til DIN EN 14366



Figur 46: Rørkvalitetens påvirkning på det luftbårne lydtryknivået

Måling i henhold til DIN 4109

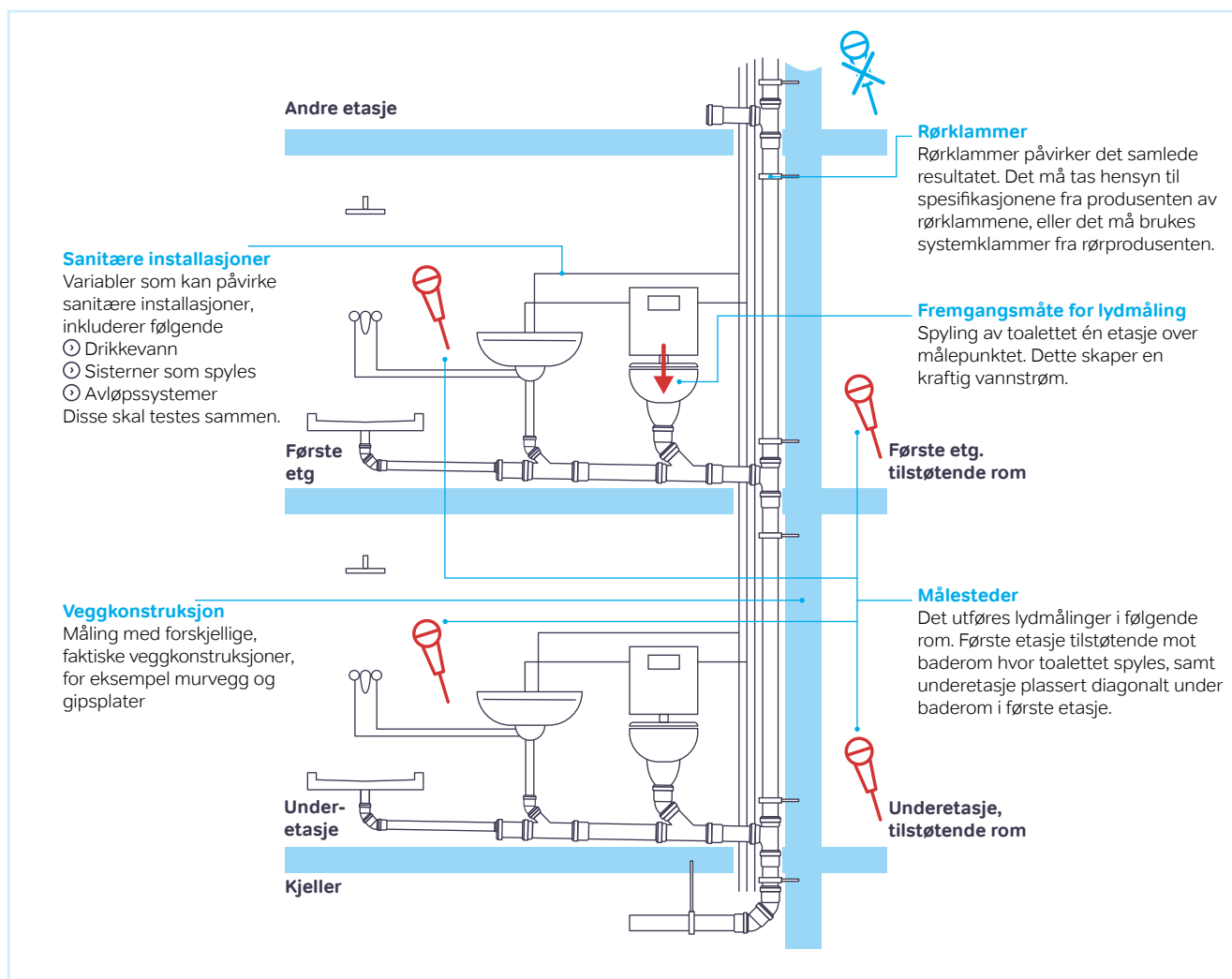
Det kreves et mer komplekst testoppsett for å kunne evaluere et system som består av forskjellige komponenter. Det lages et faktisk oppsett som tilsvarer den praktiske bruken, for å oppnå lydisoleringsmålene i **DIN 4109**.

Testet i forskjellige versjoner

- ⌚ Påbyggingsvegg foran installasjonsvegg, massiv
- ⌚ Påbyggingsvegg foran installasjonsvegg, gips

Dette bestemmes av ulike påvirkningsfaktorer, for eksempel toalettsisternen (spyling og fylling), påbyggingsveggen og avløps- og drikkevannsystemer.

Alle disse komponentene bidrar til å bestemme det totale lydnivået fra installasjonen $L_{AF, max,n}$.



Figur 47: Representativt oppsett for måling under virkelige forhold.

Alt må planlegges og installeres på riktig måte for å oppnå korrekte verdier. Her er anbefalingene i kapittelet om planlegging og installasjon i denne brosjyren nyttige.

Systemtesting i henhold til DIN 4109

Måling utføres i målerommet ved en full og halv spylemengde. Spyling utløses fra toalett første etasje. Det maksimale lytrykknivå måles ved start, under skylking og oppfylling av sistene.

Dette bør sikres for å overholde, eller ligge under grensene i DIN 4109 eller for å oppfylle strengere krav i DIN 4109-5:

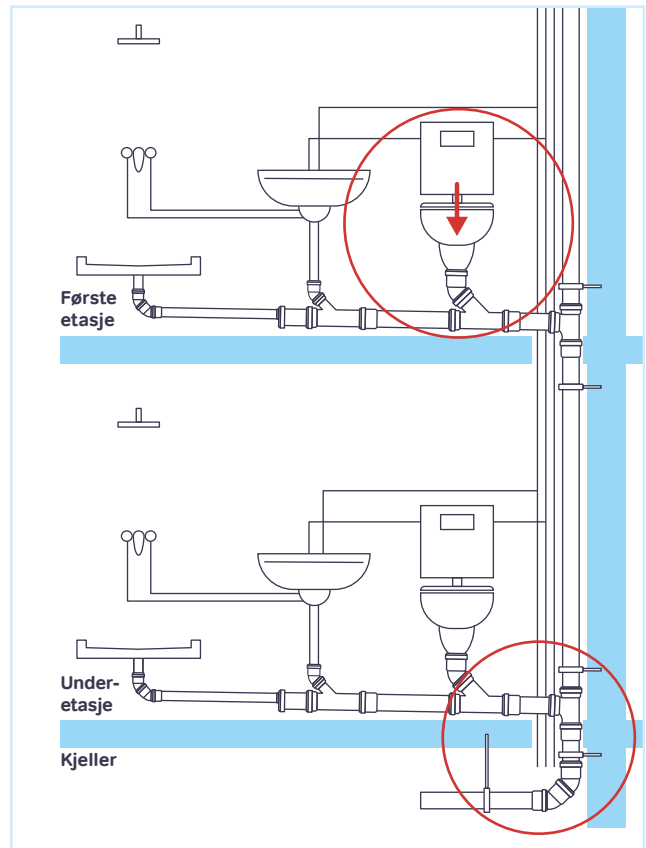
- ① Innbyggings sistene av god kvalitet
- ② Installasjonsvegg som er isolert mot murvegg
- ③ Rørklammer av god kvalitet, som er festet til installasjonsveggen
- ④ Korrekt installasjon av alle komponenter
- ⑤ Velge riktig avløpsrørssystem for planlagt bruksområde



Viktig: Forskjellige tester har vist hvilke kriterier som påvirker det endelige resultatet:

- ⌚ Valg av avløpssystem
- ⌚ Valg av type installasjonsvegg
- ⌚ Valg av innbyggings sistene

Støyen oppstår hovedsaklig ved styling av toalett, samt der vannet treffer retningsendringer nederst i fallstammen.



Figur 48: Hovedlydkilder i henhold til DIN 4109

Større feiltoleranse med tyngre rørsystem.

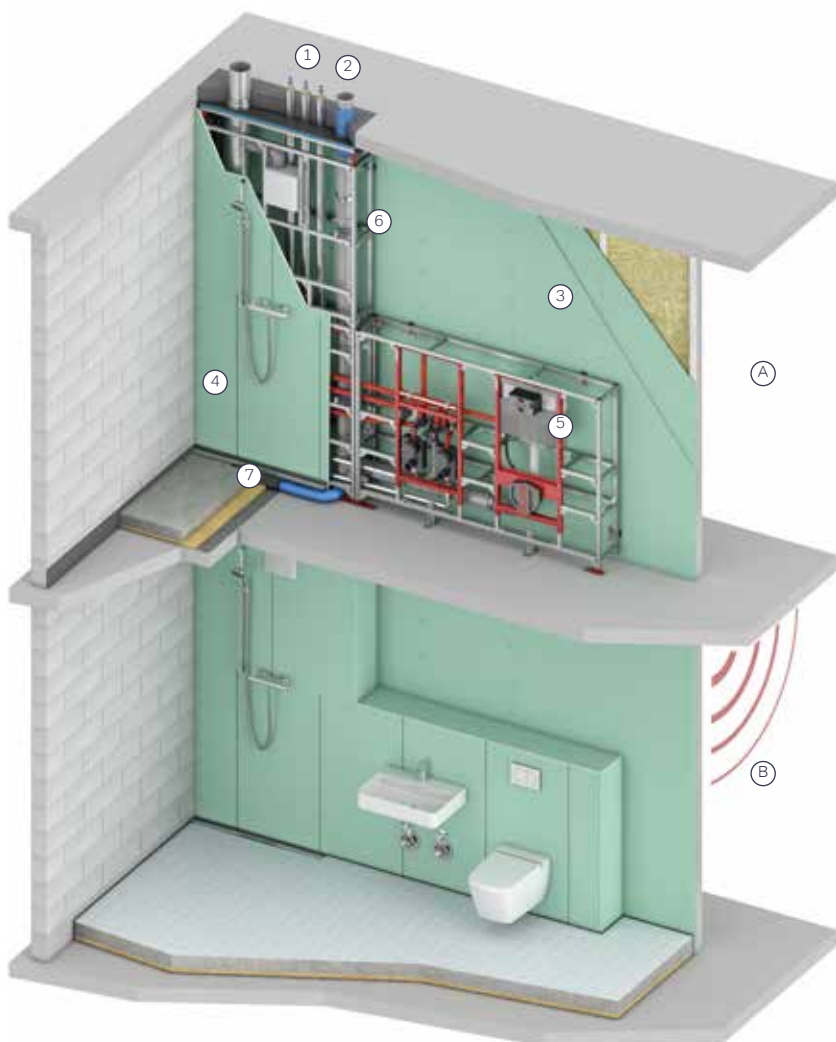
Siden det er flere mulige feilkilder under installasjon av avløpssystemet, anbefales det å bruke et tyngre rørsystem her. Dette kan kompensere for mindre feil under installasjonen.



Figur 49: Fraunhofer IBP-testrapport

Fraunhofer IBP testrapporter

Fraunhofer IBP-testrapport P-BA 19/2022 gipsvegg Wavin AS+ og Wavin Tigris



Rom

- (A) Tilstøtende rom, første etasje, bak
- (B) Diagonalt rom under, kjeller, bak

Materialer

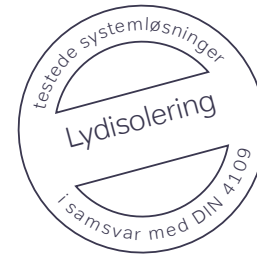
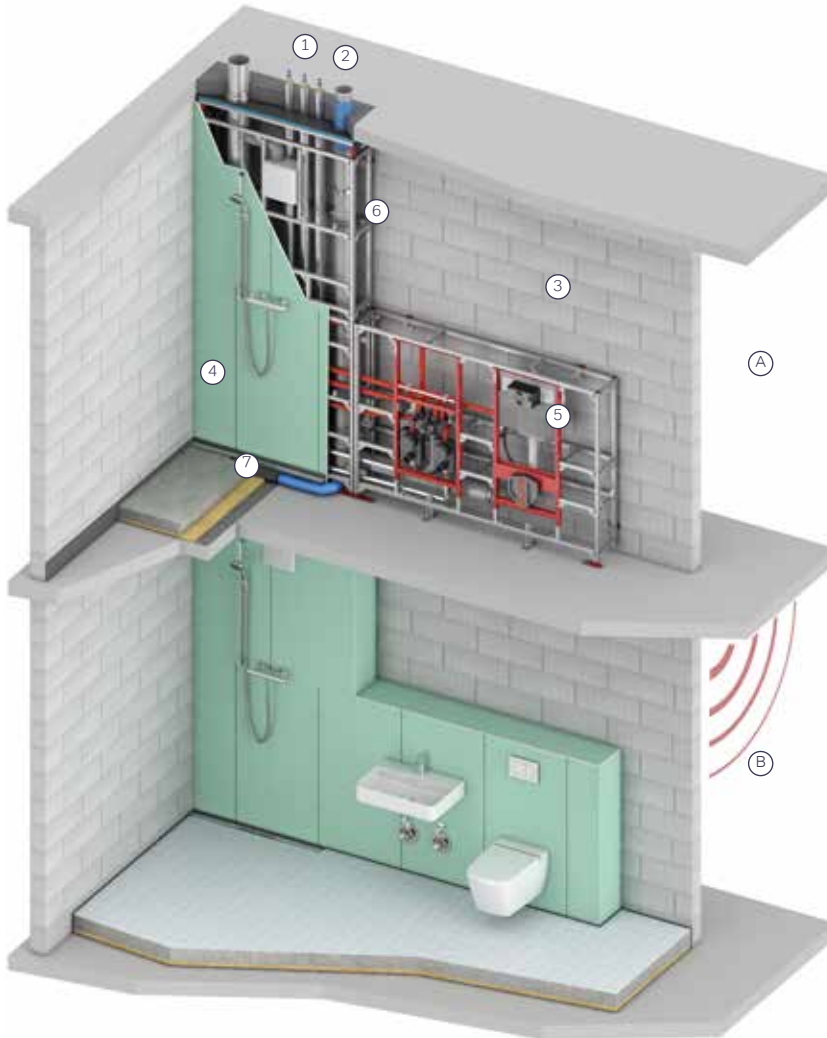
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin AS+ premium lydemping
- ③ Gipsplater på begge sider, og to lag med 12,5 mm tykkelse, fylt med 60 mm mineralfiberisolering.
- ④ Gipsplate 18 mm tykk
- ⑤ Installasjonsvegg TECEprofil, WC-modul med uni-sisterne
- ⑥ Klamring av avløp med Wavin systemklammer
- ⑦ Avløpsrenne, TECEdrainprofile

Støy fra installasjon i henhold til DIN 4109, DIN 4109-5 og VDI 4100

	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	RESULTAT I HENHOLD TIL	KRAV I HENHOLD TIL			RESULTAT I HENHOLD TIL	KRAV I HENHOLD TIL		
MÅLESTED	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III
Diagonalt underliggende rom	19 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ oppfylt	≤27 dB(A) ✓ oppfylt	≤25 dB(A) ✓ oppfylt	18 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ oppfylt	≤27 dB(A) ✓ oppfylt	≤24 dB(A) ✓ oppfylt
Tilstøtende rom samme etasje	27 dB(A)	ingen krav	ingen krav	ingen krav	26 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) ✓ oppfylt	EB II ≤30 dB(A) ✓ oppfylt	ingen krav

I presentasjonen av resultatene vises alltid den høyeste verdien.

Fraunhofer IBP-testrapport P-BA 10/2022 massivvegg Wavin AS+ og Wavin Tigris



Rom

- (A) Tilstøtende rom, første etasje, bak
- (B) Diagonalt rom under, kjeller, bak

Materialer

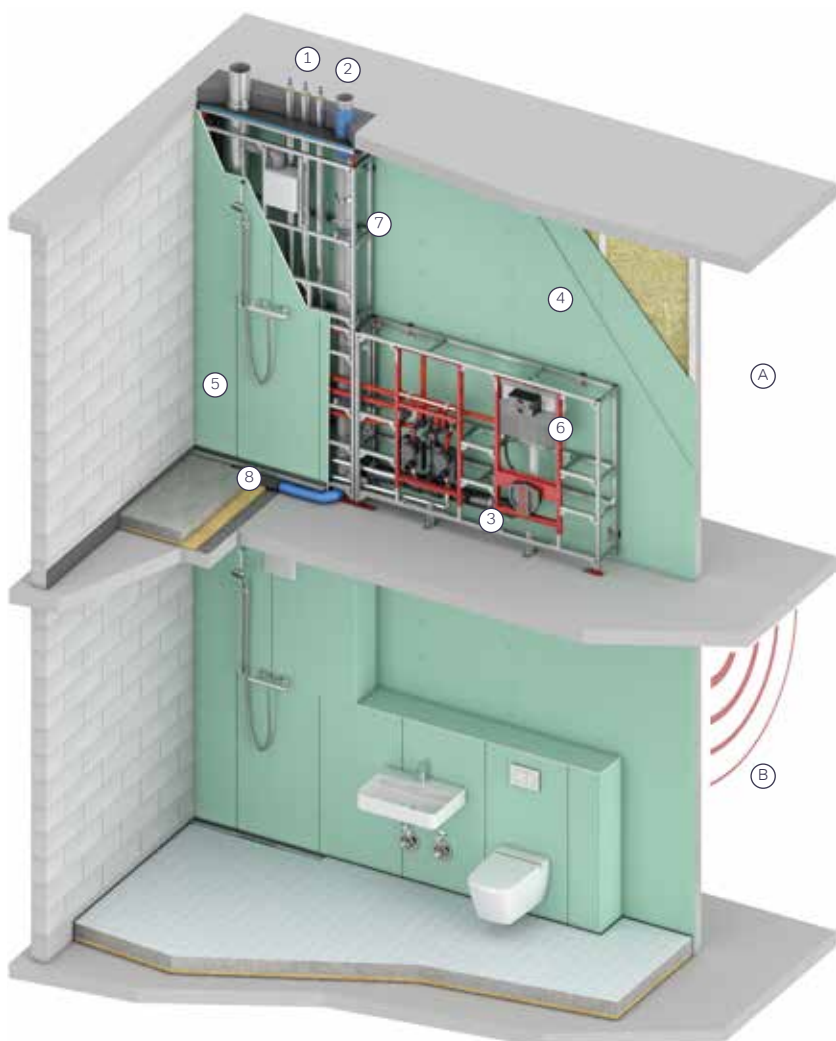
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin AS+ premium lydemping rør
- ③ Installasjonsvegg, massiv 220 kg/m²
- ④ Gipsplate 18 mm tykk
- ⑤ Installasjonsvegg TECEprofil, WC-modul med uni-sisterne
- ⑥ Klamring av avløp med Wavin systemklammer
- ⑦ Avløpsrenne, TECEdrainprofile

Støy fra installasjon i henhold til DIN 4109, DIN 4109-5 og VDI 4100

MÅLESTED	L _{AF, max, n}				L _{AF, max, nT}			
	RESULTAT I HENHOLD TIL	KRAV I HENHOLD TIL			RESULTAT I HENHOLD TIL	KRAV I HENHOLD TIL		
	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III
Diagonalt underliggende rom	23 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ oppfylt	≤27 dB(A) ✓ oppfylt	≤25 dB(A) ✓ oppfylt	20 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ oppfylt	≤27 dB(A) ✓ oppfylt	≤24 dB(A) ✓ oppfylt
Tilstøtende rom samme etasje	29 dB(A)	ingen krav	ingen krav	ingen krav	25 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) ✓ oppfylt	EB II ≤30 dB(A) ✓ oppfylt	ingen krav

I presentasjonen av resultatene vises alltid den høyeste verdien.

Fraunhofer IBP-testrapport P-BA 20/2022 gipsvegg Wavin AS+, Wavin SiTech+ og Wavin Tigris



Rom

- (A) Tilstøtende rom, første etasje, bak
- (B) Diagonalt rom under, kjeller, bak

Materialer

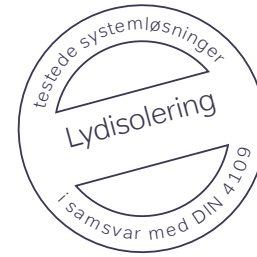
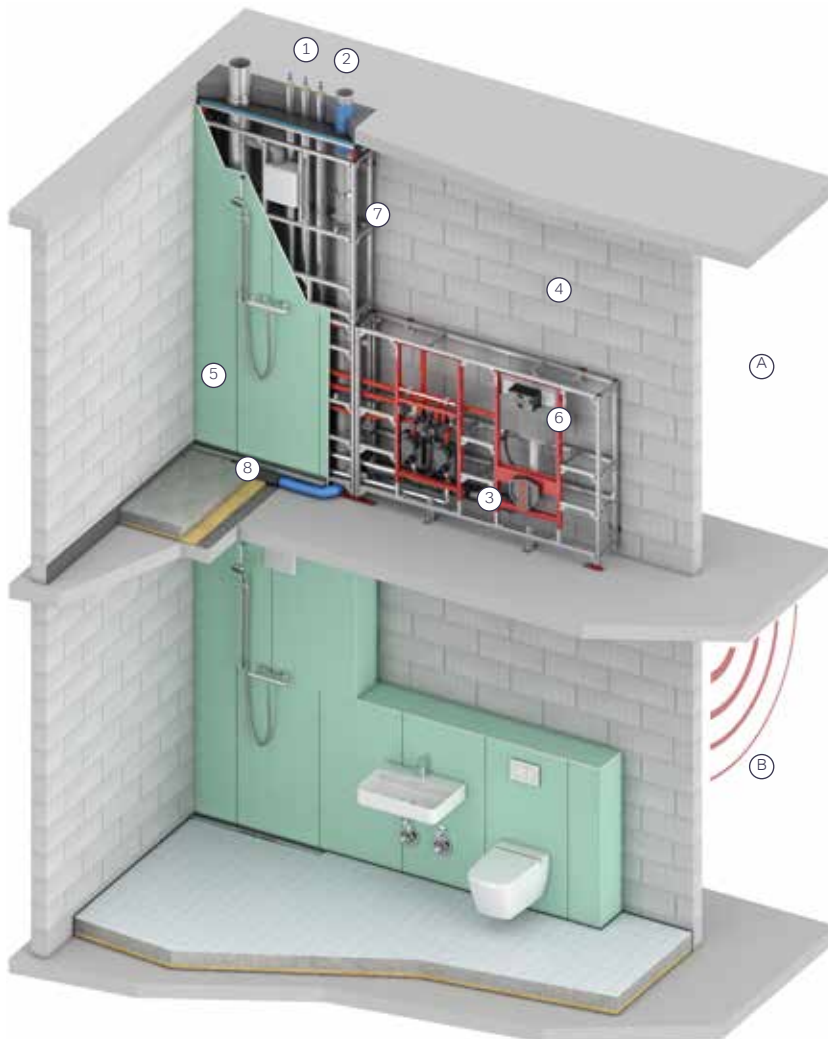
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin AS+ premium lydemping
- ③ Wavin SiTech+ (gulv)
- ④ Gipsplater på begge sider, og to lag med 12,5 mm tykkelse, fylt med 60 mm mineralull.
- ④ Gipsplate 18 mm tykk
- ⑤ Installasjonsvegg TECEprofil, WC-modul med uni-sisterne
- ⑥ Klamring av avløp med Wavin systemklammer
- ⑦ Avløpsrenne, TECEdrainprofile

Støy fra installasjon i henhold til DIN 4109, DIN 4109-5 og VDI 4100

MÅLESTED	RESULTAT I HENHOLD TIL	L _{AF, max, n} KRAV I HENHOLD TIL			RESULTAT I HENHOLD TIL	L _{AF, max, nT} KRAV I HENHOLD TIL		
		DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08 Boligblokk		DIN 4109-5 2020:08 Enebolig, rekkehus og tomannsbolig	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I
Diagonalt underliggende rom	18 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ oppfylt	≤27 dB(A) ✓ oppfylt	≤25 dB(A) ✓ oppfylt	18 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ oppfylt	≤27 dB(A) ✓ oppfylt	≤24 dB(A) ✓ oppfylt
Tilstøtende rom samme etasje	29 dB(A)	ingen krav	ingen krav	ingen krav	27 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) ✓ oppfylt	EB II ≤30 dB(A) ✓ oppfylt	ingen krav

I presentasjonen av resultatene vises alltid den høyeste verdien.

Fraunhofer IBP-testrapport P-BA 11/2022 massivvegg Wavin AS+, Wavin SiTech+ og Wavin Tigris



Rom

- (A) Tilstøtende rom, første etasje, bak
- (B) Diagonalt rom under, kjeller, bak

Materialer

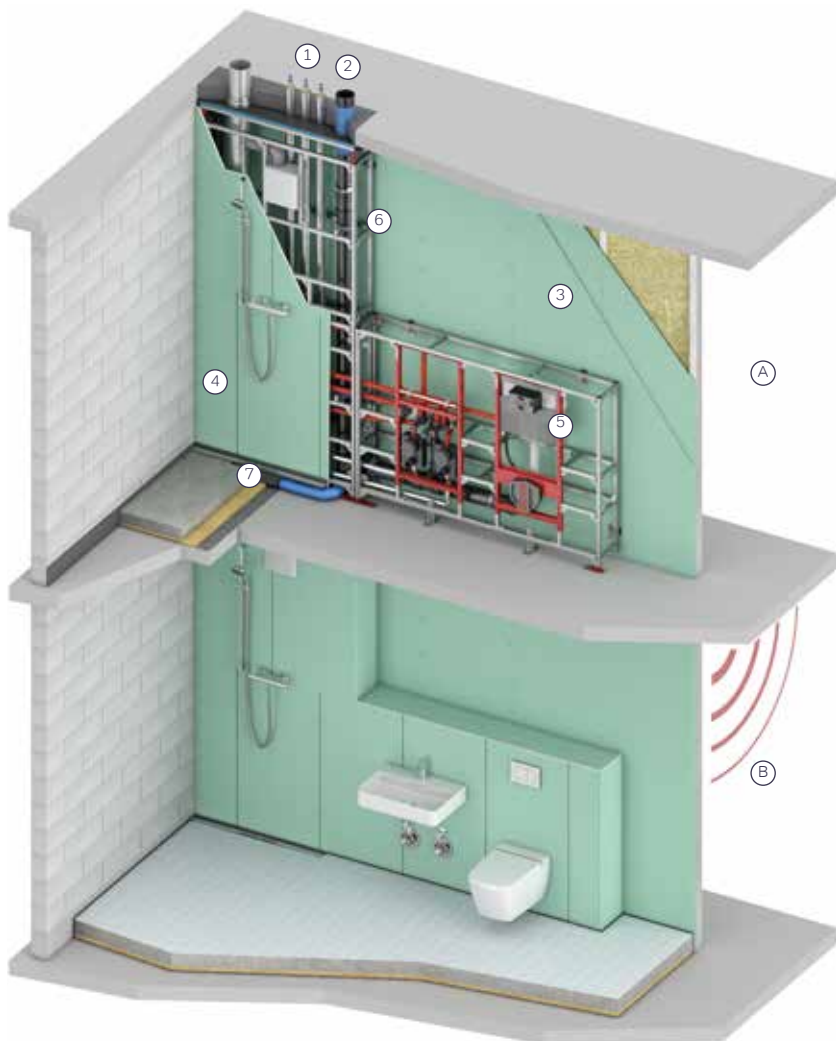
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin AS+ premium lydemping
- ③ Wavin SiTech+ (gulv)
- ④ Installasjonsvegg, massiv 220 kg/m²
- ⑤ Gipsplate 18 mm tykk
- ⑥ Installasjonsvegg TECEprofil, WC-modul med uni-sisterne
- ⑦ Klamring av avløp med Wavin systemklammer
- ⑧ Avløpsrenne, TECEdrainprofile

Støy fra installasjon i henhold til DIN 4109, DIN 4109-5 og VDI 4100

MÅLESTED	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	RESULTAT I HENHOLD TIL	KRAV I HENHOLD TIL			RESULTAT I HENHOLD TIL	KRAV I HENHOLD TIL		
	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III
Diagonalt underliggende rom	23 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ oppfylt	≤27 dB(A) ✓ oppfylt	≤25 dB(A) ✓ oppfylt	19 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ oppfylt	≤27 dB(A) ✓ oppfylt	≤24 dB(A) ✓ oppfylt
Tilstøtende rom samme etasje	28 dB(A)	ingen krav	ingen krav	ingen krav	24 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) ✓ oppfylt	EB II ≤30 dB(A) ✓ oppfylt	ingen krav

I presentasjonen av resultatene vises alltid den høyeste verdien.

Fraunhofer IBP-testrapport P-BA 21/2022 gipsvegg Wavin SiTech+ og Wavin Tigris



Rom

- (A) Tilstøtende rom, første etasje, bak
- (B) Diagonalt rom under, kjeller, bak

Materialer

- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin SiTech+
- ③ Gipsplater på begge sider, og to lag med 12,5 mm tykkelse, fylt med 60 mm mineralull.
- ④ Gipsplate 18 mm tykk
- ⑤ Installasjonsvegg TECEprofil, WC-modul med uni-sisterne
- ⑥ Klamring av avløp med Wavin systemklammer
- ⑦ Avløpsrenne, TECEdrainprofile

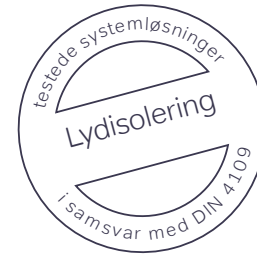
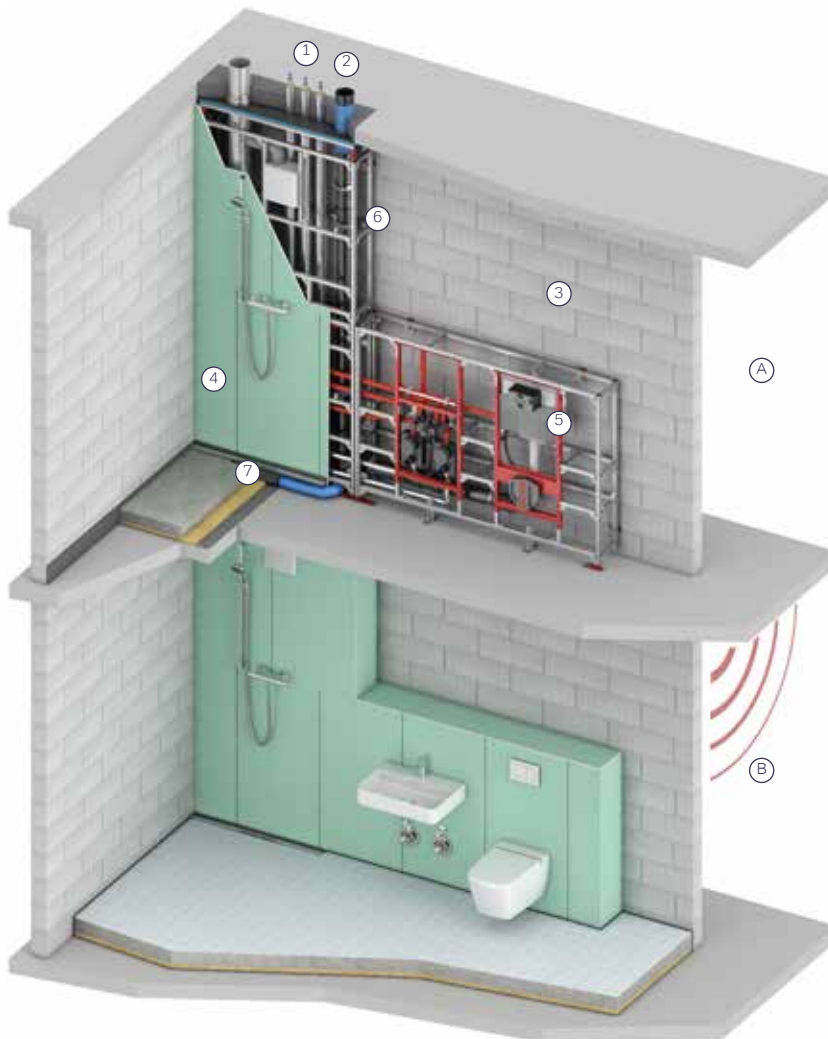
Støy fra installasjon i henhold til DIN 4109, DIN 4109-5 og VDI 4100

MÅLESTED	RESULTAT I HENHOLD TIL	L _{AF, max, n} KRAV I HENHOLD TIL			RESULTAT I HENHOLD TIL	L _{AF, max, nT} KRAV I HENHOLD TIL		
		DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08 Boligblokk		DIN 4109-5 2020:08 Enebolig, rekkehus og tomannsbolig	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I
Diagonalt underliggende rom	18 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ oppfylt	≤27 dB(A) ✓ oppfylt	≤25 dB(A) ✓ oppfylt	18 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ oppfylt	≤27 dB(A) ✓ oppfylt	≤24 dB(A) ✓ oppfylt
Tilstøtende rom samme etasje	28 dB(A)	ingen krav	ingen krav	ingen krav	27 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) ✓ oppfylt	EB II ≤30 dB(A) ✓ oppfylt	ingen krav

I presentasjonen av resultatene vises alltid den høyeste verdien.

Fraunhofer IBP-testrapport P-BA 12/2022

Wavin SiTech+ og Wavin Tigris massivvegger



Rom

- (A) Tilstøtende rom, første etasje, bak
- (B) Diagonalt rom under, kjeller, bak

Materialer

- (1) Wavin Tigris K5/M5
- (2) Wavin SiTech+
- (3) Installasjonsvegg, massiv 220 kg/m²
- (4) Gipsplate 18 mm tykk
- (5) Installasjonsvegg TECEprofil, WC-modul med uni-sisterne
- (6) Klamring av avløp med Wavin systemklammer
- (7) Avløpsrenne, TECEdrainprofile

Støy fra installasjon i henhold til DIN 4109, DIN 4109-5 og VDI 4100

MÅLESTED	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	RESULTAT I HENHOLD TIL	KRAV I HENHOLD TIL			RESULTAT I HENHOLD TIL	KRAV I HENHOLD TIL		
	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt I	VDI 4100 SSt II	VDI 4100 SSt III
Diagonalt underliggende rom	25 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ oppfylt	≤27 dB(A) ✓ oppfylt	≤25 dB(A) ✓ oppfylt	21 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ oppfylt	≤27 dB(A) ✓ oppfylt	≤24 dB(A) ✓ oppfylt
Tilstøtende rom samme etasje	27 dB(A)	ingen krav	ingen krav	ingen krav	24 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) ✓ oppfylt	EB II ≤30 dB(A) ✓ oppfylt	ingen krav

I presentasjonen av resultatene vises alltid den høyeste verdien.

Liste over forkortelser

L_{AF}	Lydtrykknivå fra tekniske installasjoner, målt med frekvensvektning A og tidsvektning F (FAST), uttrykt i dB(A).	$L_{AF,max,nT}$	Maksimalt standard lydtrykknivå , målt med frekvensvektning A og tidsvektning F (FAST), knyttet til etterklangtid på $T_0 = 0,5$ s.
$L_{AF,max}$	Maksimalt lydtrykknivå fra tekniske installasjoner, målt med frekvensvektning A og tidsvektning F (FAST), uttrykt i dB(A).	$L_{AF,max,nT}$	Gjennomsnittlig maksimalt standard lydtrykknivå , målt med frekvensvektning A og tidsvektning F (FAST), knyttet til etterklangtid på $T_0 = 0,5$ s.
$L_{AF,max,n}$	Maksimalt standard lydtrykknivå, karakteristisk verdi for effekten for støy fra vanninstallasjoner og andre tekniske installasjoner i rom som skal beskyttes, målt med frekvensvektning A og tidsvektning F (FAST), relatert til et referanseabsorpsjonsområde $A_0 = 10 \text{ m}^2$.	L_{ap}	Lydnivå i rørdel , evalueres med frekvensvektning A, som karakteristisk verdi for en rørdels lydkarakteristikk.

Kildeangivelse

1. DIN 4109-1:2018-01 lydisolering i bygninger – del 1: Minimumskrav
2. DIN 4109-5:2020-08 lydisolering i bygninger – del 5: Økte krav
3. VDI 4100:2012-10, lydisolering mellom rom i bygninger – boliger – utredning og forslag til forbedret lydisolering mellom rom
4. DEGA BR 104 2015-02 lydisolering i personlig oppholdsrom
5. DEGA BR 103 2018-01 lydisolering i boliger – lydisoleringssertifikat
6. Sound insulation: Building acoustics, fundamentals, airborne sound insulation, and impact sound insulation, andre utgave, Springer Vieweg
7. DIN 4109-36: 2016-07 lydisolering i bygninger – del 36: data for verifisering av lydisolering (komponentkatalog) – teknisk utstyr
8. IKZ.de Eavesdropping in the bathroom 19/07/2018

Notater

Oppdag vårt brede produktssortiment på wavin.no

- Tappevann
- Inneklima
- Innomhus avløp
- Overvann
- Spillvann
- Kabelvern



Wavin er en del av Orbia, en samling selskaper som jobber sammen for å håndtere noen av verdens mest komplekse utfordringer. Vi er bundet av et felles mål:
To Advance Life Around the World.

Wavin | Karihaugen 89 | 1086 Oslo | Telefon + 47 63 85 20 20
www.wavin.no | E-mail: ordre.no@wavin.com

Wavin driver et program for kontinuerlig produktutvikling, og forbeholder seg derfor retten til å endre produktspesifikasjonene for sine produkter.

© 2023 Wavin Wavin forbeholder seg retten til å gjøre endringer uten varsel. På grunn av kontinuerlig produktutvikling, kan de tekniske spesifikasjonene endres. Installasjonsveiledningen må følges under installasjonen.