

design · projektering · installation

Lyddæmpning giver forbedret boligkomfort

Praktisk viden om sanitetsteknik



wavin

orbia 

Få tre årtiers viden om lyddæmpning til gavn for dit byggeprojekt

Fra renoveringsprojekter til nybyggeri, fra beboelse til erhverv, hoteller, hospitaler, plejehjem: Rum uden lydgener bidrager til et godt indeklima i alle slags bygninger.

Det er bestemt ikke uvæsentligt at kunne etablere den bedst mulige lyddæmpning i sanitære områder til en overkommelig pris. I forbindelse med projekteringen skal man overveje en lang række variabler, beregningsmodeller og rørsystemer. Hertil kommer støjregler og komplekse krav fra investorer, ejere og brugere.

Vores viden inden for støjreduktion i afløbssystemer er opbygget over mere end 30 år: Det var trods alt os, der opfandt det første drikkevandsrør i plast og det første lyd-dæmpende plastrør til spildevandssektoren. Også i dag anses Wavin for at være innovatør inden for drikkevandsinstallationer, varme, regnvands- og spildevandsløsninger og afløbssystemer til bygninger.

Vi vil gerne byde ind med vores ekspertise inden for lyddæmpning, vandforsyning og afløbssystemer i hele processen: fra arkitektonisk og økonomisk design over effektiv og sikker projektering til fejlfri installation. Med denne praktiske brochure og vores VVS-løsninger kan arkitekter, projekterende og installatører reducere støjen i deres tekniske installationer.

Du er velkommen til at kontakte os, hvis du har spørgsmål.

Kontakt vores eksperter i de lokale organisationer.



Bemærk: I denne brochure om akustik henvises der hovedsagelig til gældende tyske standarder og forskrifter. De lokale regler vil altid have forrang og vil skulle overholdes.



Mere end 30 års førsteklasses lyd­dæmpning med Wavin Asto
Eksempel fra Steigenberger Hotel i Bremen i Tyskland



Indholdsfortegnelse

Indledning	06
Grundlæggende om akustik	07
Kompakt lyddæmpning for arkitekter	14
Kompakt lyddæmpning for projekterende	15
Kompakt lyddæmpning for installatører	17
Lyddæmpning i arkitekturen	18
Design med optimal lyddæmpning	20
Komponenterne til optimal lyddæmpning	24
Praktiske råd	25
Lyddæmpning i projekteringsfasen	26
Projektering af forsynings- og afløbssystemer	28
Projektering af afløbssystemer	32
Projektering af drikkevandsinstallationer	34
Praktiske råd	39
Lyddæmpning under installation	40
Det rigtige materialevalg til den bedste lyddæmpning	42
Installation af lyddæmpende komponenter	45
Krav til lyddæmpning under installation	48
Praktiske råd	53
Måling af lyd i teknisk installation	54
Måling i henhold til EN 14366	56
Måling i henhold til DIN 4109	57
Systemtest i henhold til DIN 4109	58
Testrapporter fra Fraunhofer IBP	59
Forkortelser	65
Litteraturliste	65



Indledning

Mindst mulig støj. Størst mulig livskvalitet.

Vand- og afløbssystemer samt andre installationselementer genererer indendørs støj, som kan være generende og påvirke livskvaliteten. Støjen skal reduceres med passende lyddæmpning, særligt i beboelsesejendomme og andre bygninger, der deles af mange.

Konsekvenserne af utilstrækkelig lyddæmpning af installationer er særligt tydelige i gamle bygninger. Her kan du muligvis høre, når overboen eller naboen skyller ud i toiletet. Når vandet flyder hurtigt gennem rørene, kan lyden være lige så høj, som hvis du stod ved en brusende flod. For at kunne optimere lyddæmpningen skal man forstå kernekoncepterne og præcis, hvordan man anvender dem i design-, projekterings- og installationsfasen.

Grundlæggende om akustik

Nedenfor forklares kort de nødvendige fysiske kernebegreber inden for lydmåling.

I andre kapitler i brochuren bygger vi videre på denne

grundlæggende viden med praktiske eksempler, så den kan anvendes i design-, projekterings- og installationsfasen.

Lyd

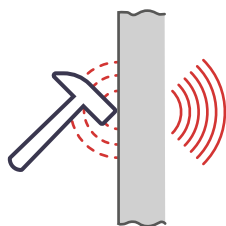
Lyd genereres, når mekaniske vibrationer får et elastisk medium til at bevæge sig. Det er for eksempel det, der sker, når

luftmolekyler flyttes. Gasser, væsker og faste stoffer kan generere lyd, der forplanter sig som lydbølger.

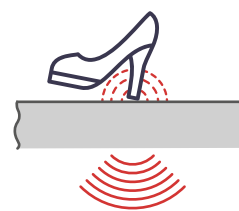
Disse former for lyd er relevante inden for byggeri:



Luftlyd genereres for eksempel af mennesker, maskiner, eller når vand strømmer gennem rør, og lyden forplanter sig gennem luften.



Bygningslyd opstår i bygningens konstruktioner og forplanter sig via overfladen som luftlyd. I rørinstallationer forekommer dette oftest i rørbærer og beslag i væggen.



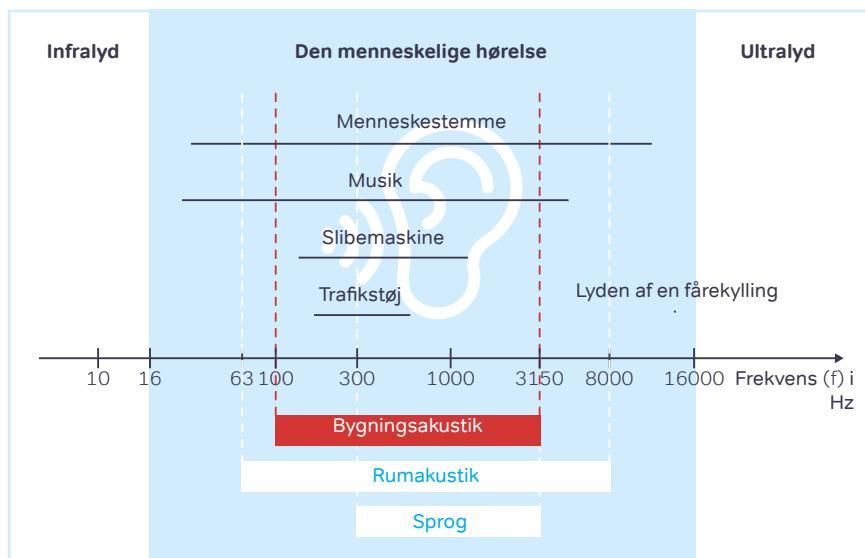
Trinlyd er en særlig form for bygningslyd fra fodtrin eller faldende genstande. Den forplanter sig som luftlyd

Frekvensspektrum

Det relevante frekvensinterval for bygningsakustik, dvs. konstruktionsmæssig lydæmpning, ligger fra 100 til 3.150 Hz. I rumakustik er frekvensintervallet derimod 63 til 8.000 Hz.

Vi kan høre sinustoner på forskellige frekvenser ved forskellige

volumener. De angiver det lydstyrkeniveau, der giver det samme lydindtryk som en sinustone med en frekvens på 1.000 Hz. Den menneskelige hørelse er i øvrigt mest følsom mellem 2.000 og 5.000 Hz (se også figur 1 og 4).



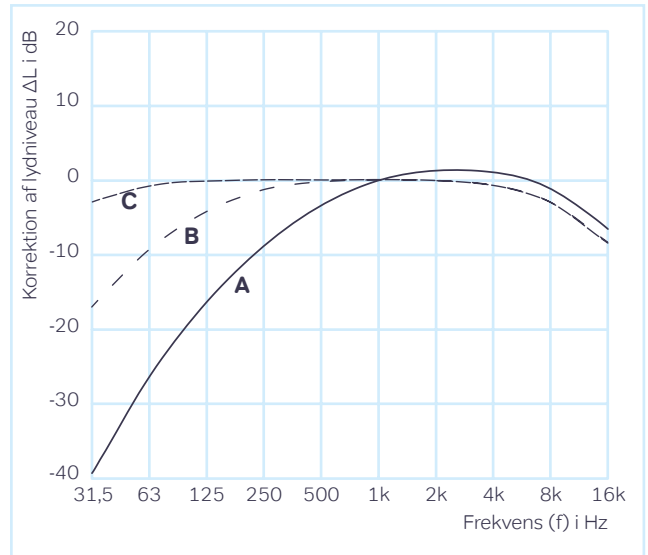
Figur 1: Introduktion af begreber og eksempler på forskellige intervaller på frekvensbåndet (kilde nr. 6)

Frekvensvægtning

Der er et frekvensafhængigt forhold mellem lydtrykniveau og lydindtryk. Dette er repræsenteret ved frekvensvægtningsfiltre.

Disse filtre reducerer målerens følsomhed ved lave og høje frekvenser for at tilpasse den til den menneskelige hørelses følsomhed.

Lydmålinger foretages normalt ved hjælp af A-vægtningskurven. Måleværdierne opgives som A-lydtrykniveau i dB(A).



Figur 2: Korrektion af lydtrykniveau ΔL i henhold til EN ISO 16032 (eller EN 60651, som er blevet trukket tilbage) for A-, B- og C-vægtning

Lydtryk

Lydstyrken bestemmes af lydbølgens amplitude. Jo større amplituden er, jo kraftigere er svingningerne, og hermed bliver lydstyrken højere. Den svageste lyd, et menneske kan høre, har en amplitude på 20 μPa, mens smertetærsklen nås ved 20 Pa. Der er ingen øvre grænse for lydtrykket. Det afhænger udelukkende af den anvendte lydgenererende energi. (Kilde nr. 6)

Lydtrykniveauet L_p beregnes på følgende måde:

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

Hvor:

- L_p Lydtrykniveau i dB
- p Lydtryk i Pa
- p_0 Referenceværdi (høregrænse med $p_0=20 \mu\text{Pa}$)

Hvis to lydkilder med samme lydtryk udsendes samtidigt på samme sted er det opfattede lydtryk 3 dB højere.

50 dB + 50 dB = 53 dB

	Lydtrykniveau L_p i dB	Lyd
	0	Høregrænsen
	15-20	Stille raslen af blade
	30-40	Baggrundsstøj i et roligt boligområde
	40-50	Lavmælt samtale, stille kontor
	50-60	Normal underholdning
	70-80	Tung trafik
	80-85	Råben, skrigen
	80-90	Lastbil passerer
	90-100	Tryklufthammer på 10 meters afstand
	100-110	Hurtigtog passerer
	110-120	Rundsav
	120-130	Propelfly på 3 meters afstand

Figur 3: Eksempler på lydtrykniveauer

Den højeste lyd i verden



172 dB

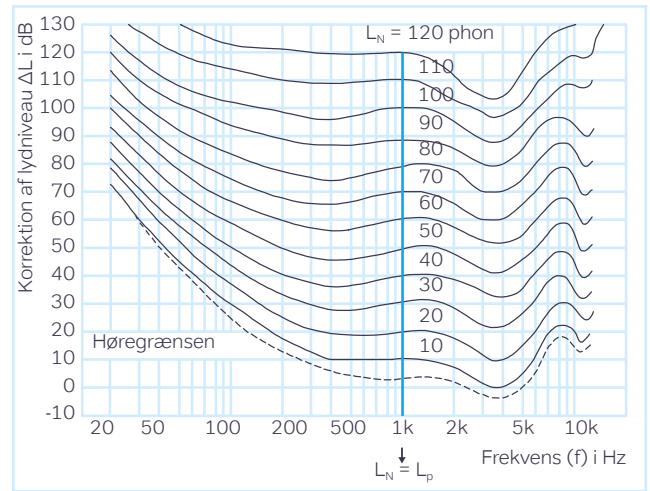
på 160 kilometers afstand.

Krakatau-vulkanens udbrud (1883), Indonesien

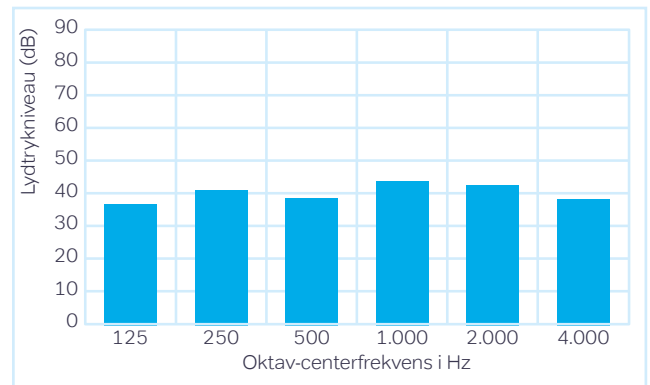
Lyden fra vulkanudbruddet var så høj, at den kunne høres 4.800 kilometer væk på Rodrigues Island i Det Indiske Ocean. Forestil dig at høre en lyd i New York, der kommer hele vejen fra Dublin i Irland!

Oktav og tredje oktavniveau samlet lydniveau

Lyd består normalt af mange forskellige frekvenser. Et frekvensspektrum viser, hvilke frekvenser en lyd indeholder og i hvilket omfang. I forbindelse med en måling opdeles frekvensområdet i frekvensbånd. Afhængigt af båndenes bredde kaldes de tredje-oktavniveau eller 1/1-oktavniveau. Mange moderne målere har indbyggede filtre til måling af disse bånd. Hvilket frekvensområde er relevant inden for bygningsakustik? Det afhænger af opgaven. Frekvensområdet mellem 100 og 5.000 Hz er for eksempel vigtigt i forbindelse med lyd-dæmpningsmålinger. Reducerede metoder vurderer oktaver mellem 125 og 2.000 Hz.



Figur 4: Sammenhæng mellem lydindtryk (subjektiv opfattelse) L_N og lydtrykniveau (objektiv måling) L_p . L_N og L_p matcher kun ved frekvensen $f = 1000$ Hz.

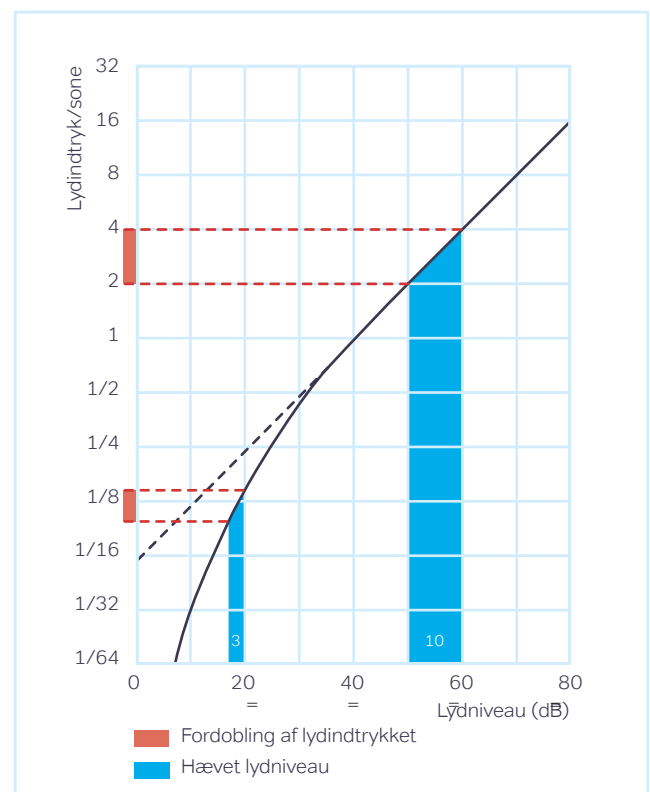


Figur 5: Oktavspektrum

Lydindtryk og frekvensvægtning

Menneskets opfattelse af lydstyrke er subjektiv og afhænger af frekvensen: Vi opfatter lavfrekvente og højfrekvente lyde som betydeligt mere støjsvage end mellemfrekvente lyde ved samme lydtrykniveau.

Ved lydtrykniveauer over 40 dB kan den menneskelige hørelse opfatte ændringer på 1-2 dB. En stærkere og mere markant ændring i lydindtryk opnås ved en stigning i lydniveauet på 3 dB. Særligt interessant: Lydstyrken er ifølge Zwicker ikke lineær under 40 dB, hvilket betyder, at ændringer på 3 dB fører til en fordobling af lydindtrykket. Dette refererer til de specifikationer, der skal overholdes i henhold til DIN 4109.

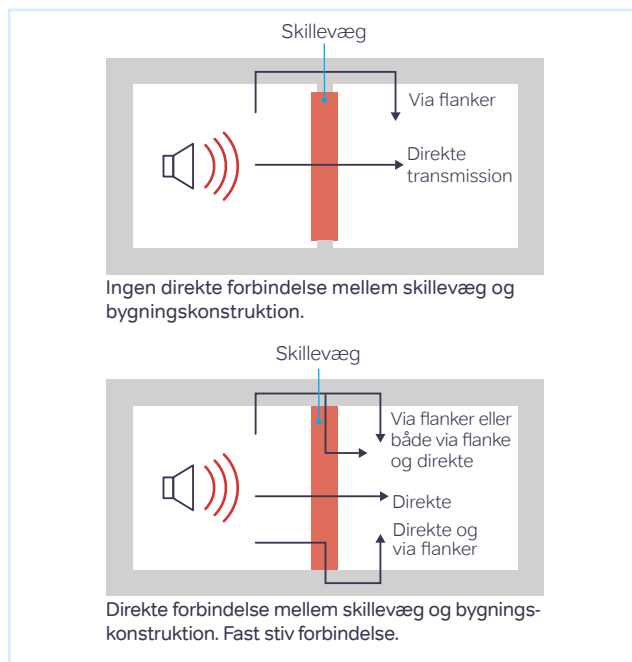


Figur 6: Subjektiv opfattelse af lydstyrke ifølge Zwicker

Isolering af luftlyde samt transmissionsveje

Lydtransmission mellem to rum i en bygning sker via skillevægge/etageadskillelser såvel som via tilstødende bygningskonstruktioner og også via rør, utætheder, ventilationsanlæg m.v. Derfor skelnes der mellem to udtryk (kilde nr. 7):

- ⊙ Omvejstransmission: Enhver form for overførsel af luftlyd mellem to tilstødende rum via utætheder, ventilationsanlæg, rør og lignende.
- ⊙ Flanketransmission: Omvejstransmission, der udelukkende finder sted via tilstødende bygningskonstruktioner.

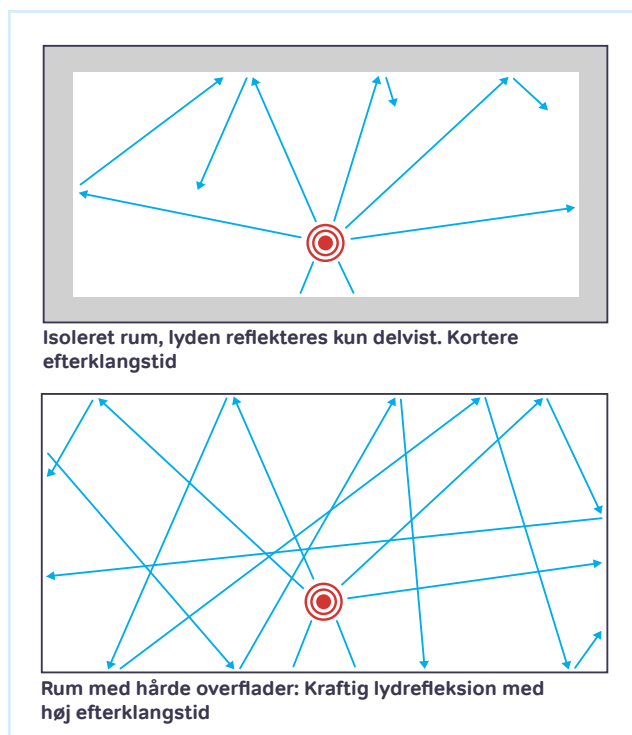


Figur 7: Mulige transmissionsveje ved forskellige bygningsdele

Efterklangstid og lydabsorptionsareal

Et rums ækvivalente absorptionsareal A kan bestemmes ud fra efterklangstiden i rummet. Efterklangstiden angiver derfor, hvor længe lyden stadig kan høres i et rum/en skakt, efter at lyd giveren er stoppet. Efterklangstiden kan bruges til at udregne absorptionskoefficienten for rummet eller skakten. Begge er frekvensafhængige.

Hver overflade i rummet bidrager til reguleringen af rummets efterklangstid. Hvor meget den enkelte overflade dæmper bestemmes af overfladematerialets absorptionskoefficient og areal.



Figur 8: Lydrefleksion

Lydtransmission fra tekniske installationer

Ifølge definitionen i DIN 4109 består tekniske bygningsinstallationer af vand- og afløbssystemer i bygninger og andre tekniske bygningsinstallationer. Ud fra et lydteknisk synspunkt er det særligt vanskeligt at håndtere tekniske installationer, da lyd kilderne

genererer både luftlyd og bygningslyd. Der kan kun gives generel rådgivning til arkitekten og den projekterende om for eksempel design af planløsning, idet lyd påvirkningen er afhængig af materialer og bygningens udformning.



DIN 4109

Ingen ønsker at høre lyde fra tekniske installationer, uanset om det er lyden fra en bruser eller et toilet-skyl. Minimumskravene til lyddæmpning i Tyskland er beskrevet i DIN 4109.

DIN 4109 er den autoritative standard for lyd-dæmpning i bygninger. DIN 4109 beskriver de lydniveauer for bygningsdele i beboelsesrum, der er tilladte, hvis man skal overholde målene for lyd-dæmpning. **Ved overholdelse af DIN 4109 vil man også overholde de danske krav i henhold til DS 490:2018 Lydklassifikation af boliger.**

Rum der skal bekyttes:

- ⊕ **Beboelsesrum** (herunder stuer og køkkener)
- ⊕ **Soverum** (herunder værelser på hoteller og kroer m.v.)
- ⊕ **Patientstuer på hospitaler og sanatorier**
- ⊕ **Klasseværelser, kollegier og lignende institutioner**
- ⊕ **Kontorer**
- ⊕ **Øvelokaler, mødelokaler og lignende arbejdsrum**

Som hovedregel må lydtrykniveauet i beboelsesrum ikke overstige 80 dB(A). De tilladte lydtrykniveauer i modtagerrummet – dvs. det rum, hvor lyden ankommer – er mellem 30 og 40 dB(A).

Som et almindeligt anerkendt teknisk regelsæt er DIN 4109 juridisk gældende. Standarden specificerer ikke en bestemt konstruktion til lyddæmpning. Derfor kontrolleres overholdelse af DIN 4109 med lydmålinger under realistiske forhold.

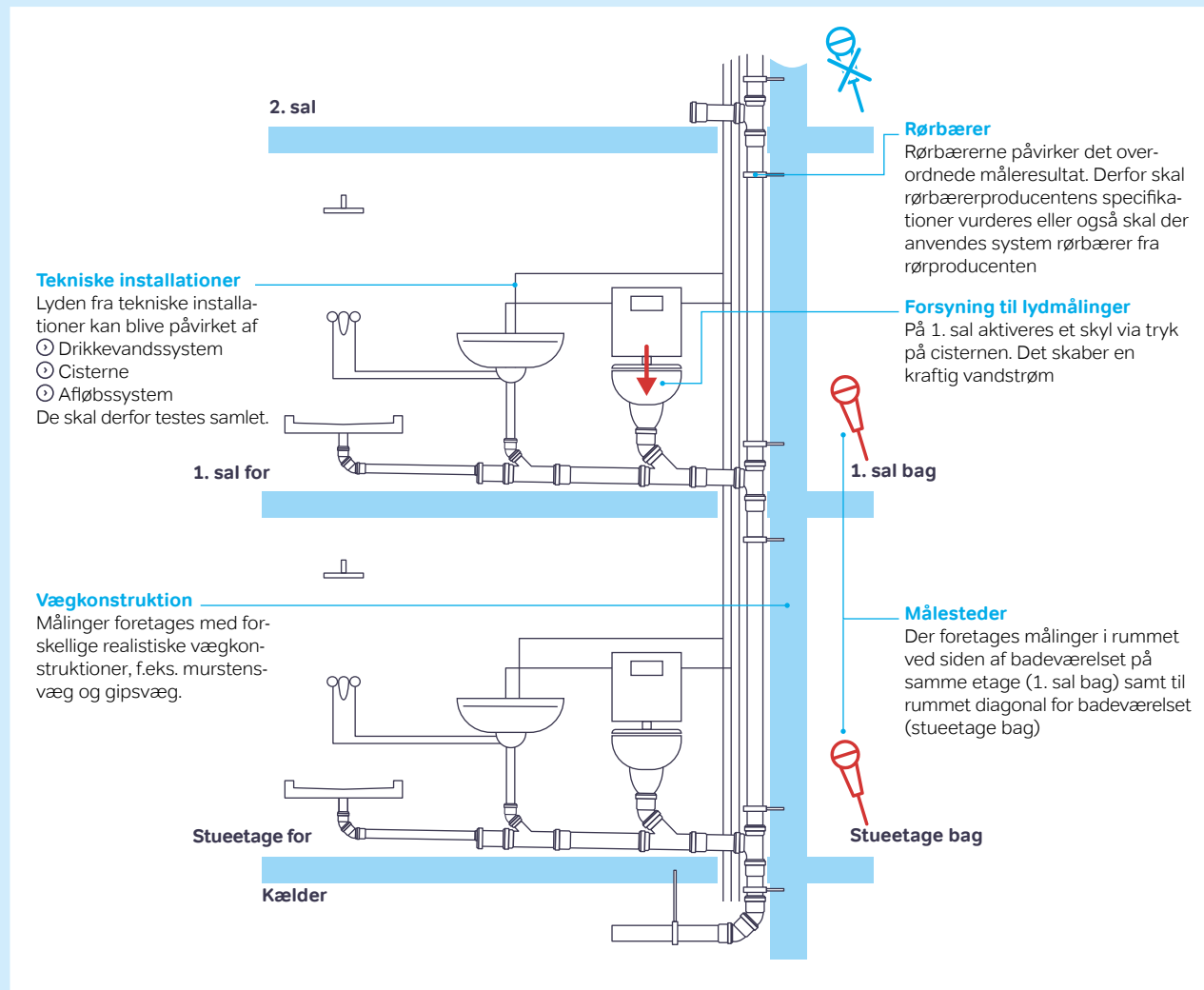
Den karakteristiske mængde lyd fra sanitetsteknik er det A-vægtede lydtrykniveau $L_{AF, max,n}$. Et centralt krav her er, at vand- og afløbssystemer skal betragtes samlet. Den krævede dokumentation for lyddæmpning skal også leveres i overensstemmelse med DIN 4109-1.

Ifølge DIN 4109 er der to muligheder for at dokumentere spildevandsinstallationers egnethed ud fra et akustisk perspektiv:

1. Ved at måle og teste akustikken i en teknisk installation med integrerede afløbssystem i henhold til DIN 4109-4 "Testing of acoustics in buildings" ved hjælp af målingen og kravvariablen $L_{AF, max,n}$.

2. Verifikation ved beregning i henhold til DIN 4109-2 "Verification of compliance with the requirements by calculation" i sammenhæng med DIN 4109-36 "Data for verification of sound insulation (component catalogue) – Technical equipment" ved at bruge de opnåede testresultater i henhold til DIN EN 14366. (Kilde nr. 7)

DIN 4109-4 Test af bygningsakustik



Figur 9: Standardtestopbygning til måling under realistiske forhold.



Input til lyddæmpning for arkitekter

Det er muligt at reducere uønsket lyd allerede i designfasen, hvis man tager højde for følgende punkter.

Planløsning

Den rigtige planløsning kan reducere lydproblemer betydeligt. Køkkener og badeværelser bør placeres ved siden af hinanden og, i etagebyggerier, oven på hinanden. Rørinstallationer hører ikke hjemme i vægge, der støder op til soveværelser eller andre beboelsesrum.

Massive vægkonstruktioner

Sanitetsgenstande, vand- og afløbssystemer samt øvrige tekniske installationer bliver normalt fastgjort til de massive vægkonstruktioner. Bliver de massive vægkonstruktioner udført i henhold til DIN 4109-1 kræves der ikke yderligere lydmålinger. Dette er beskrevet i kapitel "Arkitektur" (Kilde nr. 7).



Bliver der udført en mock-up af vægkonstruktion inkl. de tekniske installationer kræves der ikke yderligere lydmålinger

Lette vægkonstruktioner

Sanitetsgenstande, vand- og afløbssystemer samt øvrige tekniske installationer kan også fastgøres til lette vægkonstruktioner. Bliver de lette vægkonstruktioner udført i henhold til DIN 4109-1 kræves der ikke yderligere lydmålinger. Dette er beskrevet i kapitel "Arkitektur" (Kilde nr. 7).

Enkelt vægkonstruktioner

Enkelt vægkonstruktioner består af det samme materiale eller flere sammenhængende lag af forskellige materialer med forskellige lydegenskaber, såsom pudset murværk. Jo tungere en enkelt vægkonstruktion er, desto bedre er dens lyddæmpende egenskaber.

Dobbelt vægkonstruktioner

En dobbeltvæg er defineret som en væg bestående af 2 parallelle vægge med hulrum. I dobbeltvægge udgør vægdelene og deres mellemrum et svingningssystem med resonansfrekvens.

Lyddæmpning for projekterende

Projektering af drikkevand- og afløbsinstallationer

Omhyggelig projektering af drikkevand- og afløbsinstallationer lægger grunden til god bygningsakustik og optimal lyddæmpning af tekniske installationer.

Der kan anvendes referenceværdier, da der ikke findes gældende værdier for alle bygningsdesign. Referenceværdierne kan fungere som vejledende værdier, når den specifikke bygningssituation overvejes og vurderes.

Støjen fra drikkevand- og afløbsinstallationer overføres altid til installationsvæggen via faste forbindelser (f.eks. rør med rørbærer). Bygningslyden forplanter sig og reflekteres på vægge og lofter i andre rum som luftlyd.

Det er nødvendigt at adskille bygningselementer og bygningskonstruktioner for effektivt at reducere lydbroer for bygningslyd. Det skal der tages højde for i projekteringen.

Projektering af afløbsinstallationer

Afløbsinstallationer består af forskellige dele såsom rør, støbte dele, fastgørelseselementer, materialer til dæmpning af bygningslyd og luftlyd i et rør.

Afløbsinstallationer bør projekteres omhyggeligt i forhold til bygningsakustik. I en god planløsning er der for eksempel taget højde for, at væggene i beboelsesrum ikke inderholder tekniske installationer og rørføring.

Bøjninger skal projekteres præcist ved udformning af afløbsinstallationen. Bøjninger på 90° bør undgås. Der skal træffes foranstaltninger til dæmpning af bygningslyd i områder med gennemføringer i vægge og lofter.



Projektering af drikkevandsinstallationer

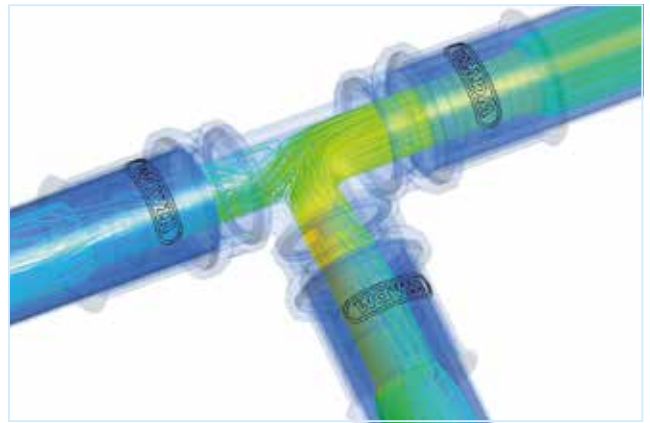
En drikkevandsinstallation består af fittings, drikkevandsrør, vandvarmer, trykforøgeranlæg, cirkulationspumpe og vandbehandlingsanlæg.

For det første skal drikkevandsinstallationen være designet korrekt. En for høj strømningshastighed kan for eksempel medføre interferensstøj. Hvis drikkevandsinstallationen udformes korrekt, vil de største lydkilder være armaturer og toilet.

En af de vigtigste lyddæmpende foranstaltninger i drikkevandsinstallationer er at adskille stigestrenge og bygningskonstruktion. De vigtigste lydgivere er fittings og gennemstrømning, og derfor skal der indføres lyddæmpende foranstaltninger.

Stigestrenge og faldstammer bør ikke monteres på/i skillevægge i beboelsesrum.

Når et rør er monteret på et bygningselement, vil bygningselementets vægt påvirke udviklingen af bygningslyd. Jo større vægt er, desto færre vibrationer overføres fra rørbærer til bygningselement. Det er ideelt at montere rør på vægge på de punkter, hvor væggene er mest stabile. Det er de i hjørner, hvor massive vægge mødes eller ud for afstivninger i lette vægge. Alternativt kan rørene fastgøres til loftet ved hjælp af en rørkonsol.



Figur 10: Gennemstrømningen i et T-stykke



Figur 11: Fastgørelse til elementer med stor vægt

VVS og sanitet

VVS-installationer omfatter også sanitet såsom håndvaske, toiletter og badekar samt skeletter til ikke-bærende vægge og installationsskakter. Følgende punkter skal overvejes i projekteringen af disse:

- ⊕ Brandsikring, lyddæmpning, fugtbeskyttelse og varmeisolering skal indgå i projekteringen.
- ⊕ De nødvendige riller i væggen må ikke påvirke væggenes stabilitet. Væggens vægt skal stadig være tilstrækkelig til at opfylde kravene til lyddæmpning.
- ⊕ Installationer der monteres i riller i væggen vil kunne skabe lydbroer til bygningslyde. Derfor anbefales det at projektere med installationsvægge.
- ⊕ Sanitet såsom toiletter og håndvaske skal monteres med bygningslyddæmpende foranstaltninger.



Figur 12: Gipsvægge fastgjort til loft og gulv med skinner



Lyddæmpning for installatører

Optimal lyddæmpning kræver professionel installation. Følgende punkter beskriver de vigtigste faktorer, som installatører bør overveje.

Rørsystem

Det er vigtigt, at man undgår lydbroer til bygningslyd i hele rørinstallationen ved at sørge for, at de ikke monteres med direkte forbindelse til bygningen. Valg af rørsystem kan have afgørende betydning for overførslen af bygnings- og luftlyd. Afløbsinstallationer må ikke installeres frit i beboelsesrum. Hvis det ikke kan undgås, skal de føres i en isoleret kanal.

Rørbærer

Rørene skal fastgøres med egnede rørbærer med lyddæmpende gumiindlæg.

Hvis rørbærer påføres uens eller ensidig belastning, vil overdreven kompression af gumiindlægget reducere den lyddæmpende effekt betydeligt.

Når rørføringen installeres i lofter og vægge, er det nødvendigt at undgå kontakt mellem rør og bygningselementer for at forhindre lydbroer. Gennemføringerne skal være tilstrækkeligt store, og der må ikke være kontakt mellem rør og loft eller væg. Dette sikres med rørskåle, mineraluld eller silikone.



Arkitektur



Design af lyddæmpede rum

God lyddæmpning er afgørende, når man skal skabe behagelige rum uden generende lyde. Det starter med en plantegning og slutter med det rigtige rørsystem.

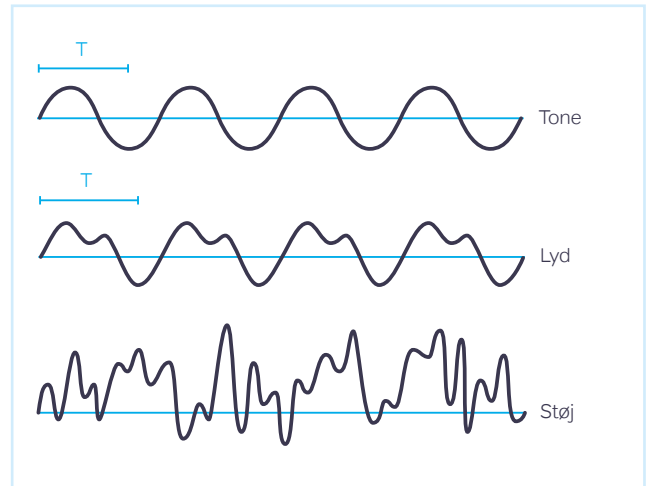
Lyd kan være stressende og kan medføre koncentrationsbesvær. Lyddæmpning bliver stadig vigtigere og står nu højt på dagsordenen hos entreprenører. Mennesker, der bor og arbejder i bygninger med god lyddæmpning, er meget mere udhvilede, vågne og sunde.

Lyddæmpning skal tænkes ind i arkitekturen og er samtidig et vigtigt emne for projekterende og installatører. Det er muligt at opnå den ønskede bygningsæstetik uden at gå på kompromis med lyddæmpning. I dag er det muligt at indføre effektiv lyddæmpning i selv store, åbne rum og rum med sofistikerede geometrier, hvor lyden reflekteres i et komplekst mønster.

Grundlæggende om, hvordan man designer med optimal lyddæmpning

Smuk lyd eller irriterende støj?

Hvad sker der fysisk, når en person hører en tone eller en harmonisk lyd eller støj? Hvis lydsignalet svinger ensartet og jævnt, vil der opstå en tone. Toner fra flere frekvenser, der overlapper jævnt og i hele tal, danner en lyd. Alt andet vil være støj, som den menneskelige hjerne opfatter som generende.



Figur 13: Tone – Lyd – Støj

Arkitektur kan reducere uønsket støj

Det er muligt at holde ekstern støj væk fra indvendige rum, herunder beboelsesrum, ved at optimere planløsningen i forhold til bygningsakustik. Isolering af vinduer og ydervægge giver bygningen et godt akustisk indeklima. Derfor kan lyd fra vand- og afløbssystemer pludselig blive mærkbar og generende:

- ⊙ Et toiletskyl fra naboen i etageboliger eller hoteller.
- ⊙ Lyden fra vandinstallationen der ikke er udført korrekt
- ⊙ Bankelyde fra varme- eller vandinstallationer

Disse problemer bemærkes stort set ikke i ældre og dårligt lyddæmpede bygninger, hvor den eksterne baggrundstøj er

så høj, at den overdøver den interne installationsstøj. Men i nybyggeri er det op til arkitekten at finde svaret på følgende spørgsmål:

- ⊙ I hvilke rum kan lyd blive et problem, og hvilken form for lyddæmpning skal der anvendes?
- ⊙ Hvor skal skakten til stigestreng og faldstammen placeres?
- ⊙ Hvilken kvalitet og materiale skal installationsvæggen udføres i?
- ⊙ Hvordan sikrer man, at reglerne for lydforhold overholdes?



Rådgivning og uddannelse i designfasen

Det er vigtigt at udvælge de rigtige produkter og have en dialog med producenterne, allerede inden byggeriet starter. Wavin rådgiver arkitekter om, hvordan man bedst tænker lyddæmpning ind i designet, og tilbyder også

teknisk uddannelse i emnet. På den måde kan arkitekter undgå fejl allerede i designfasen.

De grundlæggende parametre bør defineres på et tidligt tidspunkt. Det vil gøre det nemmere for projekterende og installatører senere i projektet.

Bygningsklasser i Danmark (se DS 490)

I henhold til BR18 gælder det at for boliger og andre bygninger benyttet til overnatning skal det sikres, at de personer, som opholder sig i bygningerne, ikke generes af lyd fra andre rum i bebyggelsens øvrige bolig- og erhvervsenheder eller fra bygningens installationer. For boliger skal lydforholdene overholde klasse C i DS 490 Lydklassifikation af boliger.

Støj indendørs fra tekniske installationer

Grænseværdierne for lydtrykniveauer fra tekniske installationer for hver lydklasse er vist i tabel 4.

Grænseværdier for støj fra tekniske installationer gælder for den enkelte installation og er relateret til umøblerede rum med lukkede vinduer og døre. Hvis målingerne foretages under andre rumforhold, foretages korrektioner i overensstemmelse med [1] i bibliografien.

I tilfælde af lavfrekvent støj bør det A-vægtede lydtrykniveau i det lavfrekvente område, $L_{pA,LF}$, ikke overstige 25 dB om dagen (kl. 07-18) eller 20 dB aften og nat (kl. 18-07). I lydklasse A og B bør overholdes grænseværdier, der er 5 dB lavere. Grænseværdier for lavfrekvent støj er relateret til en særlig målemetode, se [4] i bibliografien.

Tabel 4-Støj fra tekniske installationer. Grænseværdier angivet som højeste værdier for A-vægtet, ækvivalent lydtrykniveau, $L_{Aeq,T}$

Rumtype	Målestørrelse	Klasse A i dB	Klasse B i dB	Klasse C i dB	Klasse D i dB
I beboelsesrum og køkkener samt i fælles opholdsrum	$L_{Aeq,T}$	20	25	30	35

Bygningsklasser i Tyskland	
Bygningsklasse 1	Fritliggende huse med en højde på op til 7 meter indeholdende højst to boliger på i alt op til 400 m ² samt fritliggende huse, der anvendes til landbrug eller skovbrug.
Bygningsklasse 2	Dobbelthuse med en højde på op til 7 meter indeholdende højst to boliger på i alt op til 400 m ² .
Bygningsklasse 3	Andre bygninger med en højde på op til 7 meter.
Bygningsklasse 4	Bygninger med en højde på op til 13 meter og med enheder på maks. 400 m ² hver.
Bygningsklasse 5	Andre bygninger, herunder bygninger under terræn
Særlige bygninger	Alle bygninger, der ikke falder ind under bygningsklasse 1-5, er særlige bygninger

§ REGLER	KARAKTERISTISKE VÆRDIER FOR								DÆMPNING AF LYD FRA			
	Udvendige bygninger	Beboelsejendomme	Dobbelthuse og rækkehuse	Dedikerede beboelsesrum	Kontorbygning	Blandet anvendelse	Hoteller og lignende	Hospitaler og sanatorier	Skoler og lignende faciliteter	Restauranter og forlystelsesparker	Særligt støjende rum	Tekniske installationer
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	

¹⁾ Begrebet boligenhed bruges gennemgående.

²⁾ Udendørs støj er dækket, for så vidt den stammer fra restauranter og forlystelsesparker.

Tabel 1: Oversigt over de forskellige regelsæts anvendelsesområder (kilde nr. 6)

Det mest lydløse sted i verden



-20,6 dB

99,99 procent af lyden
absorberes.

Ekkofrit rum

En normal samtale foregår ved 60 dB. Om natten, når vi sover, er der stadig omkring 30 dB baggrundsstøj omkring os. Det er faktisk en del larm i forhold til i et lyddødt rum, som det her hos Microsoft Audio Labs: Rummet er så godt isoleret, at det er det mest lydløse sted på jorden med -20,6 dB. Det er næsten uhyggeligt stille.

Øget lyddæmpning på hotelværelser

Hotalgæster forventer, at deres værelser er behagelige, rolige og afslappende. Her spiller rumakustikken en særlig vigtig rolle i forhold til arkitekturen. DIN 4109 indeholder også minimumskrav til bygninger, der benyttes til overnatning. Gæsternes behov for ro er dog oftest større end den foreskrevne lyddæmpning. Derfor anvendes der et lyddæmpningsindeks på 53 dB i designet af hotelbygninger, hvilket svarer til anbefalingen for skillevægge i beboelsesrum.



Lyddæmpning i arkitekturen – skal tænkes ind i design og planløsning:

- 01** Undgå åbne planløsninger for at opnå god lyddæmpning i beboelsesrum
- 02** For at opnå maksimal designfrihed kan man med fordel projektere med installationsvægge eller ikke bærende skillevægge. Hermed kan man opnå fremragende rumakustik selv med en uhensigtsmæssig planløsning.
- 03** Uanset om det er et muret hus eller et træhus: Der findes lyddæmpende løsninger til alle konstruktioner. Én ting er dog altid sikker: En høj vægt er afgørende for at reducere transmissionen af lyd i konstruktionen. Derfor skal relevante vægge være godt konstruerede.
- 04** Tekniske installationer ført i skakte skal være placeret, så de medfører mindst mulig gene for brugeren. Det er en dårlig idé at placere en skakt direkte op ad et beboelsesrum.

Samspillet mellem akustikvenlige bygningskonstruktion og tekniske installationer

Man kan ikke opnå god lyddæmpning i en bygning udelukkende ved at anvende de mest moderne lydisolerede produkter. Det er også vigtigt at vælge den rigtige byggeteknologi – med en akustikvenlig planløsning og akustikvenlige lofter og vægge. Kun ved at kombinere byggeteknologi og tekniske installationer kan man opnå den krævede lyddæmpning i bygninger.

Komponenterne til optimal lyddæmpning

Plantegning/planløsning

Lyddæmpning starter i designfasen. Rum med støj fra vand- og afløbsinstallationer bør placeres i nærheden af eller over hinanden. Sidstnævnte gælder for beboelsesejendomme, etageejendomme og hotelbygninger. Rørinstallationer bør naturligvis ikke føres gennem vægge, der grænser op til soveværelser.

Installationsvægge

En måling af bygningsakustikken i henhold til DIN 4109 er ikke nødvendig, hvis dine installationsvægge opfylder visse krav.

Massive vægkonstruktioner

En massiv vægkonstruktion skal projekteres og udføres som en "massiv vægkonstruktion" i henhold til punkt 6.4.4.2.2 i DIN 4109-36. En sådan installationsvæg skal have en vægt på mindst 220 kg/m². Bestemmelserne i punkt 6.4.4.2.3 til 6.4.4.2.5 i DIN 4109-36 skal være opfyldt for de installations-tekniske og konstruktionsmæssige grænseværdier. (Kilde nr. 7)



Figur 14: Eksempel på konstruktion af rørbærer

Lette vægkonstruktioner

Lette vægge kan også bruges som installationsvægge uden yderligere lydmålinger. De skal opfylde betingelserne for en "lette vægkonstruktioner" i henhold til punkt 6.4.4.3.2 i DIN 4109-36. Punkt 6.4.4.3.3 til 6.4.4.3.5 indeholder de konstruktionsmæssige og installationstekniske grænseværdier. (Kilde nr. 7)



I kapitlet "Projektering", der starter på side 35, kan du finde flere oplysninger om vægkonstruktioner.

Rørinstallationer og fastgørelse

Valg af afløbsløsning til bygninger er normalt ikke det som husejere har fokus på. Her er der en tendens til, at kundens fokus nærmere er på indretning såsom fliser, køkken osv. Arkitekter skal være opmærksomme på, at når først et rørsystem er installeret, så er det svært at gøre noget ved systemets lydemis-sionsværdier. Producenter kan rådgive om valg af det korrekte lydisolerende afløbssystem, inklusive rørbærer og lyd-dæmpende fittings. Valg af det korrekte afløbssystem har stor indflydelse på den fremtidige transmission af bygnings- og luftlyd.

Lydbroer undgås, når rørinstallationerne installeres korrekt og professionelt. Dette opnås ved at adskille rørledningerne fra bygningskonstruktionen. Afløbsinstallationer må ikke installeres frit i beboelsesrum. Hvis dette er den eneste mulighed, skal afløbsinstallationen føres i en isoleret rørkasse.



Virtuel lydmåling med Wavin LydTjek-beregneren

Støjreglerne opdateres jævnligt, og det er derfor ikke altid nemt at beregne det korrekte støjniveau for et specifikt arkitektonisk design. Her kan onlineberegneren Wavin LydTjek hjælpe. Beregneren simulerer og beregner installationens anlægsakustik baseret på individuelle parametre. Dermed kan du med nogle få klik finde ud af, om dit design overholder kravene til lyddæmpning.



Prøv Wavin LydTjek-beregneren med det samme.



<https://1.ead.me/be8mou>

Praktiske råd:

"Jeg lærte tidligt, hvor vigtigt det er at være forudseende i mit faglige arbejde. Allerede ved byggeriets begyndelse, bør man tænke i et optimalt design, og hermed undgå fejl som senere bliver dyrt at rette op på, og lyddæmpning er en af dem. Det starter allerede ved design af plantegningen samt skakte til rørføringen. Jeg designer komfortzoner til mine kunder, og der hører generende lyde ikke hjemme. Det kan dog ikke lade sig gøre uden at have en teknisk forståelse af, hvordan lyd og lydbroer dannes.

Mit råd: Gå i dialog med erfarne projekterende så tidligt i processen som muligt og lav en aftale med en producent, der kan yde omfattende rådgivning om lyddæmpning af tekniske installationer, og som har de passende løsninger i sortimentet."

Christina M., arkitekt



Praktiske råd

- ⦿ Åbne planløsninger er en udfordring i forhold til lyddæmpning, da vand- og afløbsinstallationer ofte vil krydse disse områder. Sørg derfor for at have skillevægge der adskiller rum med forskellige formål, og hermed sikre lyddæmpning i de rum hvor det er påkrævet.
- ⦿ Du kan bedre opnå optimal rumakustik med ikke-bærende og lette skillevægge. Samtidig giver de maksimal designfrihed selv ved udfordrende planløsninger.
- ⦿ Ved at anvende installationsvægge og skillevægge, vil man opnå en optimal rumakustik. Jo større vægt, desto mindre bygningslyd vil der blive transmitteret.
- ⦿ Skakter til tekniske installationer bør ikke støde op imod beboelsesrum.



Grænseflader

- ⦿ I samarbejde med en projekterende kan du udarbejde en planløsning, der fra starten minimerer luft- og bygningslyd.
- ⦿ Du finder mange råd til, hvordan du projekterer vand- og afløbsinstallationer i kapitlet om projektering i denne brochure.



Bemærk:

Forskellige lande har forskellige grænseværdier for lydisolering og akustik. I forbindelse med internationale byggeprojekter er det en god idé at søge rådgivning herom fra f.eks. Wavin-eksperter.



Juridiske spørgsmål

- ⦿ Overhold de forskellige normative og juridiske krav til akustik og brandsikring af den specifikke bygningsklasse.
- ⦿ Punkt 6.4.4.2.2 i DIN 4109-36 finder anvendelse på massive vægkonstruktioner der anvendes som installationsvægge. Punkt 6.4.4.2.3 til 6.4.4.2.5 indeholder de installationstekniske og konstruktionsmæssige grænseværdier.
- ⦿ Punkt 6.4.4.3.2 i DIN 4109-36 finder anvendelse på lette vægge, der anvendes som installationsvægge. Punkt 6.4.4.3.3 til 6.4.4.3.5 indeholder de konstruktionsmæssige og installationstekniske grænseværdier.

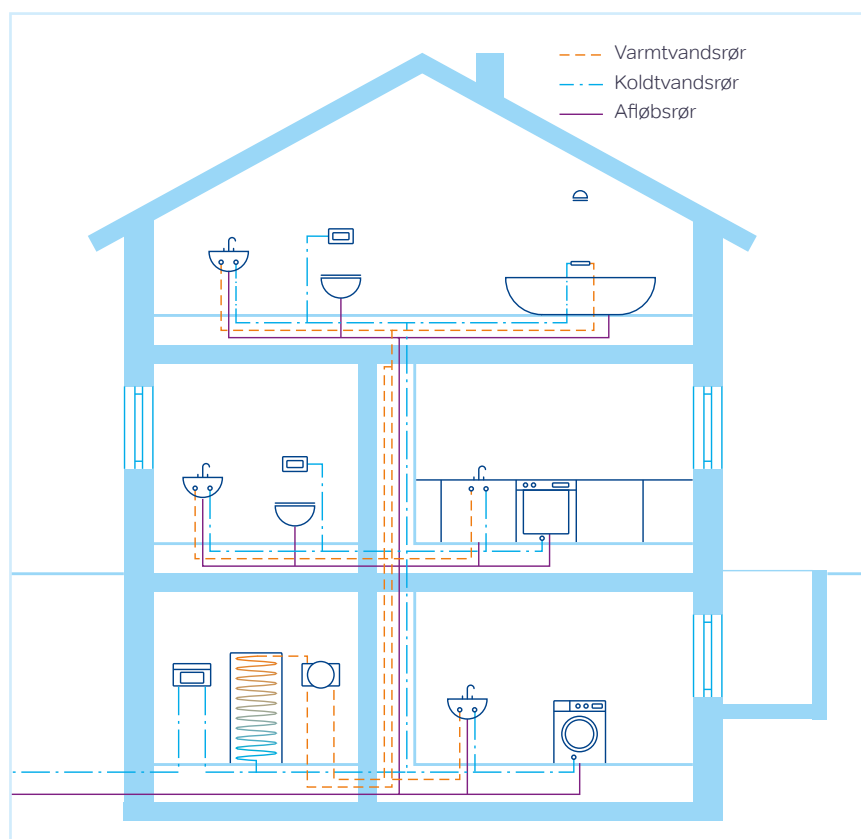
Projektering



Projektering af vand- og afløbsinstallationer. Optimér akustikken.

Ved projektering af vand- og afløbsinstallationer i bygningen er det i sidste ende afgørende for ejeren og brugere at der er så lidt installationsstøj som muligt. Optimal akustik opnås med omhyggelig projektering, hvilket derefter implementeres lige så omhyggeligt. Hvis vand- og afløbsinstallationer installeres i beboelsejendomme, handler det hovedsageligt om at føre de sanitære installationer i intallationsvæggene.

Da der ikke er udført særskilt lydmålinger for enhver situation i bygningen, kan referenceløsninger (f.eks. eksempler på installationsvægge) bruges som vejledning ved planlægning af vand- og afløbsinstallationer. Disse værdier hjælper til vurdering af det forventede lydniveau i den aktuelle bygningssituation.



Figur 15: Forsynings- og afløbsinstallationer i en bygning

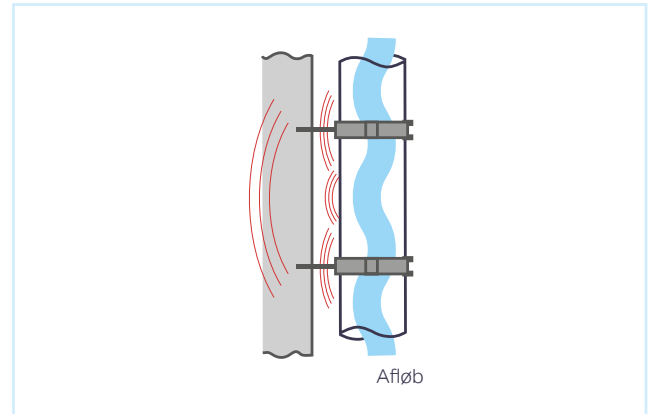
Grundlæggende om projektering af vand- og afløbssystemer

Bygningslyd

Støjen fra vand- og afløbsinstallationer overføres altid til installationsvæggen via faste forbindelser (f.eks. rør med rørbærere).



Denne bygningslyd forplanter sig og reflekteres på vægge og lofter i andre rum som luftlyd.



Figur 16: Bygningslyd

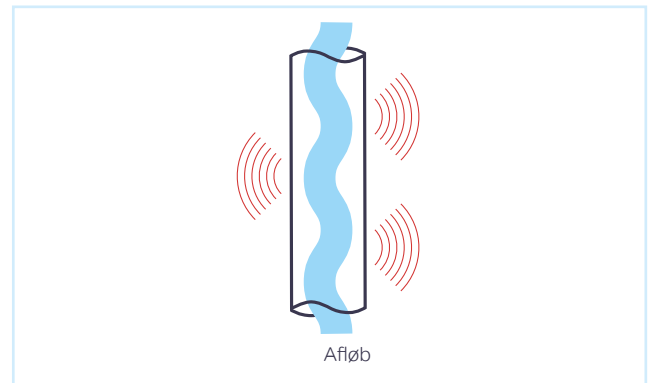
Luftlyd

Luftlyd som et rør udsender, er konstant og det er irrelevant hvordan røret er monteret.

Med lydmålinger udført i henhold til EN 14366 kan luftlyden på de forskellige afløbssystemer sammenlignes. For at opnå den optimale akustiske løsning bør man ved projektering tage alle komponenter og tilhørende installationer med i lydberegningen.

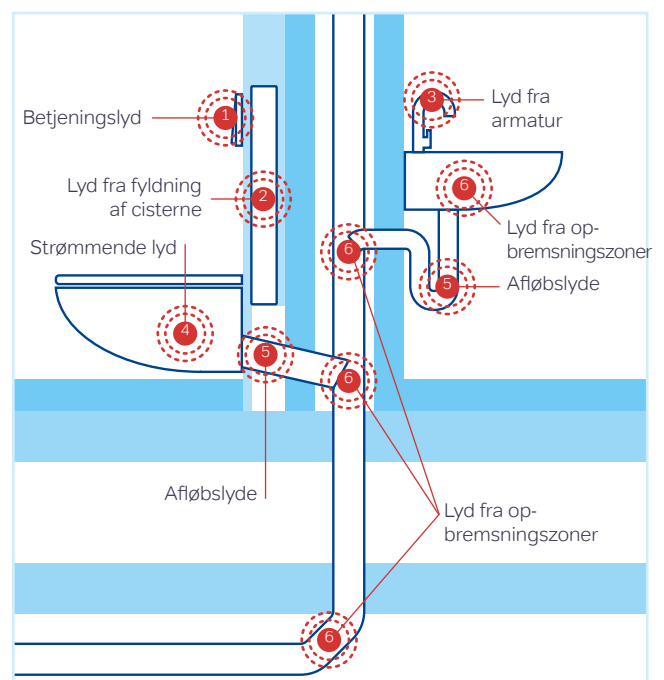


Se også kapitlet "Systemtest i henhold til DIN 4109" på side 54



Figur 17: Luftlyd

Bygningslyd producerer luftlyd på disse punkter:



Figur 18: Støjkilder i vand- og afløbsinstallationer

Lydbroer

Forbindelsen mellem installationer (f.eks. toiletter) og bygningskonstruktionen skal brydes for at forebygge lydbroer. Det skal der tages højde for i projekteringsfasen. (Kilde nr. 6)



DIN 4109

For at sikre overholdelse af minimumskravene i DIN 4109 er det vigtigt at overveje følgende i forbindelse med projektering og udførelse af installationerne:

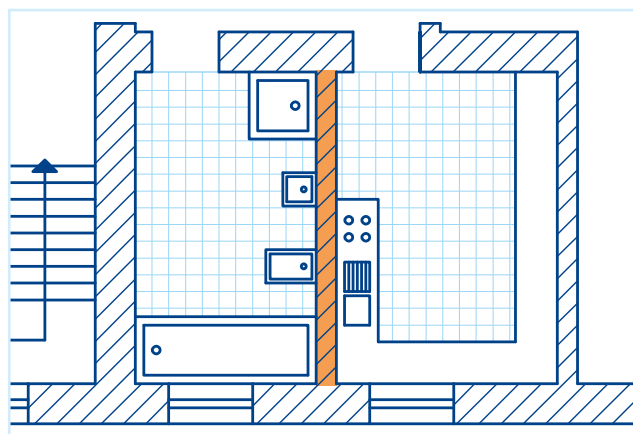
⦿ Hvilke installationsvægge med hvilken vægbeklædning vælges?

- ⦿ Hvor i bygningen er badeværelser og beboelsesrum placeret?
- ⦿ Hvilke vand- og afløbssystemer bør anvendes?
- ⦿ Hvordan er rørledningerne monteret?
- ⦿ Hvilke lyddæmpende foranstaltninger (f.eks. lyddæmpning af rør eller skakter) er passende?

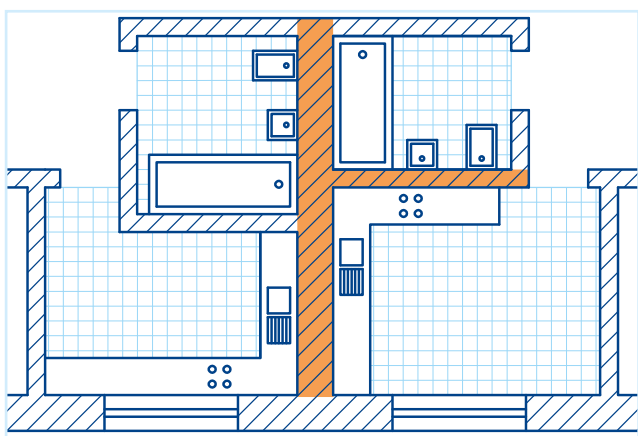
Planløsning

Den rigtige planløsning kan reducere eventuelle lydproblemer betydeligt. For eksempel bør køkkener og badeværelser samt deres tekniske installationer altid placeres ved siden af hinanden eller, i etagebyggerier, oven på hinanden. Der bør ikke installeres rør i vægge, der støder direkte op til beboelsesrum. (Kilde nr. 6)

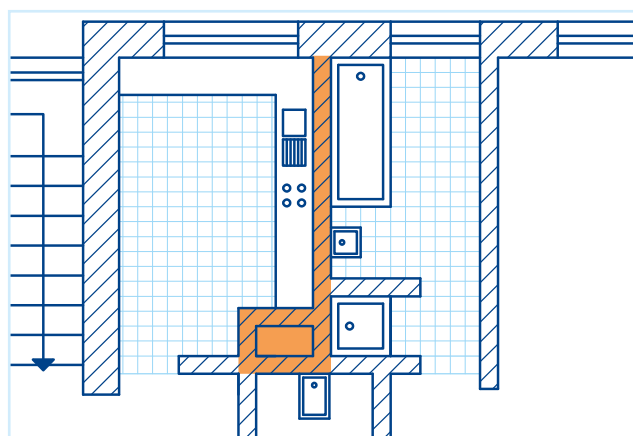
Badeværelse og køkken med en fælles installationsvæg



Badeværelse og køkken med fælles installationsvægge



Badeværelse, køkken og toilet med fælles installationsskakt



Wavin LydTjek-beregneren kan sammenligne forskellige skaktmaterialer med henblik på at opnå ideel lyddæmpning eller at undgå lydrefleksioner (se også side 11).



Fejl i projekteringen af vand- og afløbsinstallationer har konsekvenser

Støj fra afløbsinstallationer er en hyppig årsag til dårlige anmeldelser på hoteller, for eksempel:



"Vores ophold blev ødelagt af de høje lyde fra vand- og afløbsrør."



"Støjforurening på grund af lyde fra vandrør – lad være med at booke et værelse her!"

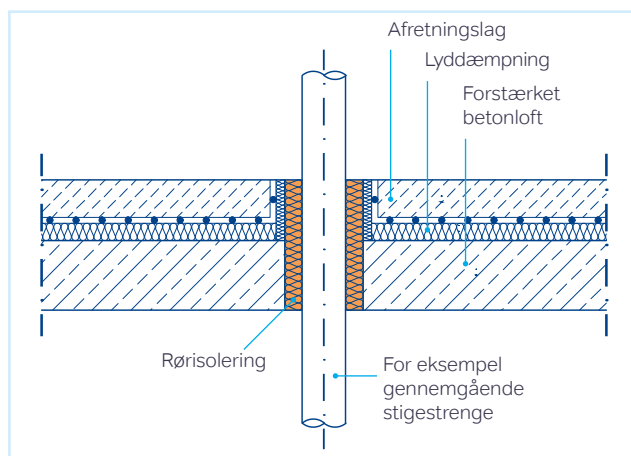


"Høje bankelyde fra vandrør i væggen har holdt mig vågen siden kl. 5"



Projektering af gennemføringer i lofter og vægge

Det er vigtigt, at gennemføringerne er tilstrækkeligt store, så der ikke er kontakt mellem rør og væg eller loft, og som hermed kan skabe en lydbro. Dette kan sikres ved at anvende rørisolering i mineraluld samt fuge med silikone. Lydisoleringen skal udføres korrekt under udførelsen af installationen, for hermed at forhindre lydbroer.



Figur 19: Rørgennemføring uden lydbro



En lydbro kan for eksempel dannes af byggeaffald, der skaber forbindelse mellem rør og betonkonstruktion. En anden årsag kan være installationsfejl, f.eks. at man har glemt, at der skal anvendes lydisolering.



Figur 20: Glemte lydisolering



Figur 21: Byggeaffald danner en lydbro

”Det mest støjende vand i verden



40 km

så langt væk kan vandet fra Augrabies Falls-nationalparken i Sydafrika høres på en stille aften.

Augrabies Falls, Sydafrika

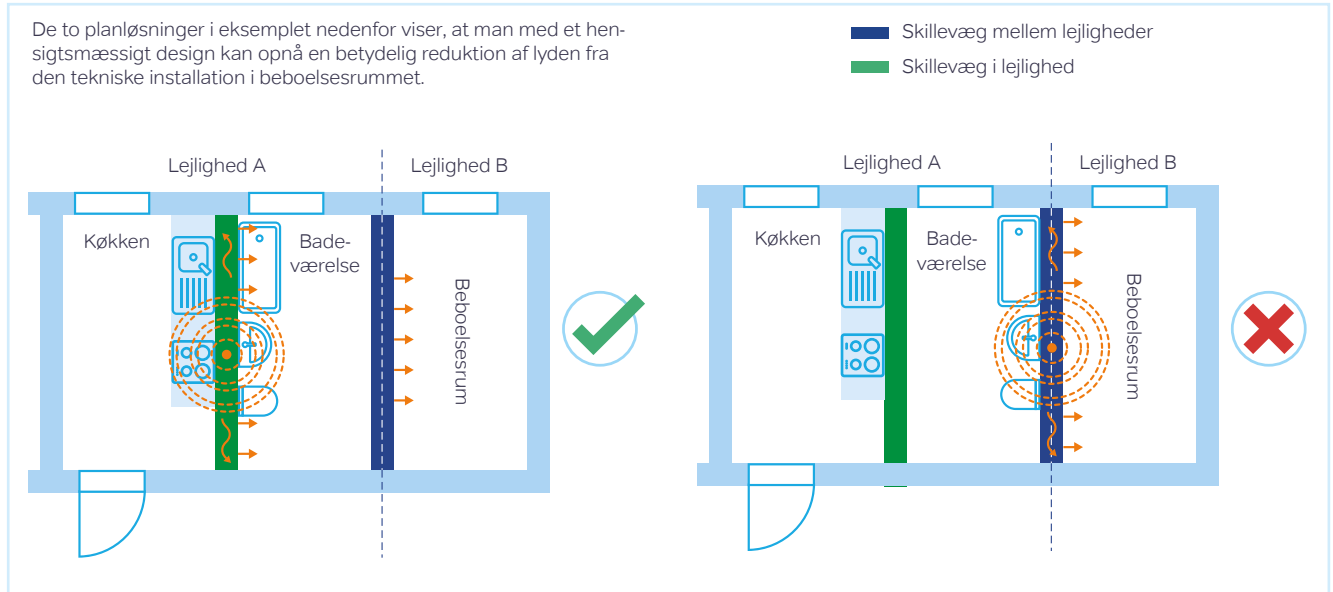
Navnet kommer fra det sydafrikanske udtryk "Aukoerebis" – "stedet med tordnende lyd". Det er et passende navn til dette vandfald, der muligvis er det mest støjende, der findes. Lyden forstærkes af bjergets golde og glatte vægge.

Projektering af afløbsinstallationer

Et komplet afløbssystem består af rør og fittings, bæringer og materialer til dæmpning af bygnings- og luftlyd.

For at opnå et optimal lydniveau kræver det en god projektering af afløbssystemet. Desuden skal der tages hensyn til dette ved

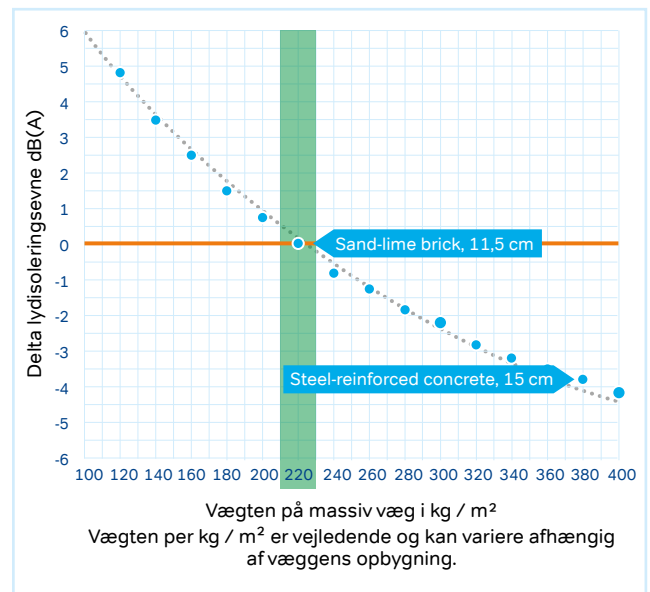
udførelse af plantegningen Beboelsesrum (lejlighed B), bør for eksempel ikke grænse op til vægge, hvor vand- og afløbsinstallationer er placeret på den anden side af eller i væggen.



Figur 22: En optimal planløsning for lydisolering

Massiv væg

Hvis massiv væggenes vægt ændres, i forhold til den anvendte væg på 220 kg/m² der er anvendt i lydmålingerne, vil væggenes lydisoleringsevne ændres. For en installationsvæg med en vægt på 160 kg/m² vil resultatet således afvige med ca. 2,5 dB(A) sammenlignet med en væg med en vægt på 220 kg/m².



Figur 23: Illustration af ændringer i massiv væggenes lydisoleringsevne, og hermed lydniveauet i det tilstødende rum. Kan også beregnes via Wavin LydTjek.

Forsatsvæg

Hvis der er tale om en let vægkonstruktion, eller hvis et beboelsesrum er placeret på den anden side af væggen, bør der anvendes en dobbeltkonstruktion til væggen. Forsatsvæggen er en fritstående stålskelet - det vil sige, den bygges op, så der er plads til isolering mellem stålskelettet og massiv væg og forstærkninger til sanitære installationer. En sådan dobbeltkonstruktion forbedrer lyddæmpningen markant og fungerer også som varmeisolering.

En forsatsvæg forbedrer lyddæmpningen i hele bygningskonstruktionen, selv ved massive vægge.



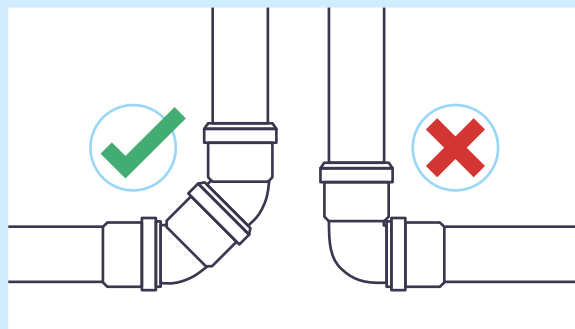
Figur 24: Forsatsvæg foran massiv væg (kilde: Knauf)



Projektering af afløbsinstallationer

Ved projektering af afløbsinstallationer bør der være særligt fokus på bøjninger. 90°-bøjninger skal undgås. Det kan man for eksempel gøre ved at anvende 2 styk 45°-bøjninger.

Hvis man vil minimere overførslen af bygnings- og luftlyd er det vigtigt at vælge et montagevenlig og optimal lyddæmpende afløbssystem der inkluderer rør, fittings, rørbærer og løsninger til væg- og etagegennemføringer.



Figur 25: Afløbsinstallation udført med forskellige bøjninger



5 praktiske råd til at undgå lydbroer i projekteringsfasen.

- 01 Montere rørbærer på tunge bygningsdele eller på dobbeltkonstruktioner
- 02 Sørg for at anvende lydisolering i væg- og etagegennembrydning
- 03 Undgå skarpe retningsændringer
- 04 Såfremt afløbsinstallationer bliver ført i skakte bør massiv væggen have en vægt på min. 220 kg/m²
- 05 Sanitetsgenstande bør udføres med lyddæmpnings sæt



Husk at overveje brandsikring

Kravene til lyddæmpende foranstaltninger skal også overholdes i forbindelse med brandsikring af bygningsklassen.

Her tilbyder Wavin en brandtape eller brandmanchet til alle Wavin-afløbsrør og installationsrør. Brandtappen eller brandmanchetten forsegler gennemføringer i vægge eller lofter i tilfælde af brand og forhindrer spredning af brand, røg eller gas.

Projektering af drikkevandsinstallationer

Drikkevandsrør og fittings, vandvarmere, trykforøgeranlæg, cirkulationspumper eller vandbehandlingsystemer udgør en komplet installation.

Korrekt udførelse af drikkevandsinstallationen er det vigtigste i forhold til lyddæmpning. De vigtigste støjkloder er armaturer og transmission gennem rørinstallationen. Hvis der vælges en for høj strømningshastighed, kan det medføre interferensstøj. Ved korrekt udførelse af rørinstallationen vil armaturstøjen være den afgørende støjklode.



Strømningshastigheden må ikke overstige 2 m/s i bygningens fordelingsledning. I koblingsledninger kan den være op til 4 m/s afhængigt af den kontinuerlige forbruger og modstandskoefficienterne for afspærringsventiler.

Den vigtigste lyddæmpende foranstaltning i projekteringen af drikkevandsinstallationer er også her en lydisolering af væg- og etagegennemføringer. Her skal der vælges passende foranstaltning:

- ⊙ Armatur med integreret lyddæmpning
- ⊙ Rørbærer med gummiindlæg
- ⊙ Akustiske vægpaneler
- ⊙ Monter aldrig rørledninger og tilslutninger på skillevægge der støder op imod beboelsesrum

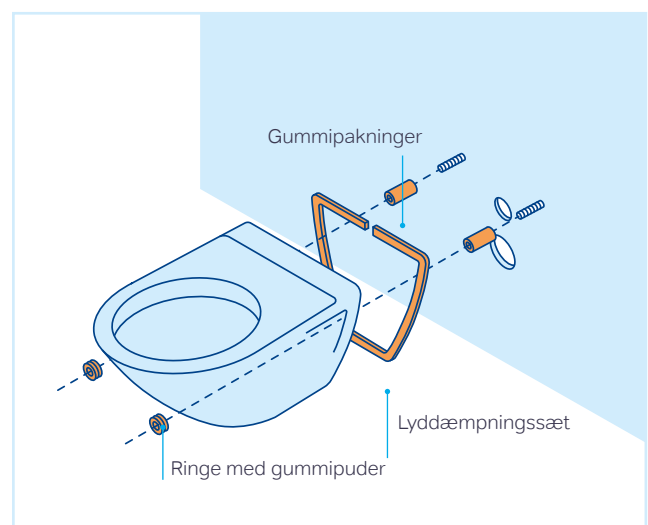
Jo højere massiv væggenes vægt er, desto færre vibrationer kan den bygningslyd, der bliver transporteret gennem rørinstallationen og dens rørbærer, forårsage. Monter altid rørføringer på den stiveste del af en gipsvæg for at undgå vibrationer. Massive vægge er mere stabile og vil derfor vibrere mindre.

Installationssystemer og sanitetsartikler

Der gælder særlige regler for projektering af installationer i massiv vægge, skillevægge, installationsvægge, skakte, metalskeletter, håndvaske, badekar, toiletter, bideter, urinaler og sanitetsarmaturer. Følgende skal indgå i projekteringen:

- ⊙ Brandsikring, lyddæmpning, fugtbeskyttelse og varmeisolering.
- ⊙ Hvis det er nødvendigt at lave riller i væggen, må statikken ikke kompromitteres. Væggens vægt skal være tilstrækkelig til at opfylde kravene til lyddæmpning.
- ⊙ Det anbefales at arbejde med installationsvægge eller lette vægkonstruktioner, da installationer i massive vægge som regel medfører lydbrøer.
- ⊙ Sanitetsartikler, såsom toiletter, skal monteres med lyddæmpningssæt for at forhindre bygningslyd, samtidig med at man undgår at påvirke de konstruktionsmæssige egenskaber.

Lyddæmpning af toiletter

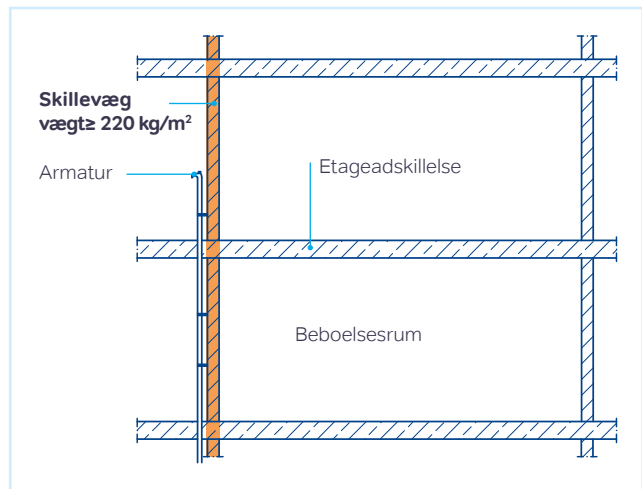


Figur 26: Installation af væghængt toilet uden lydbrøer

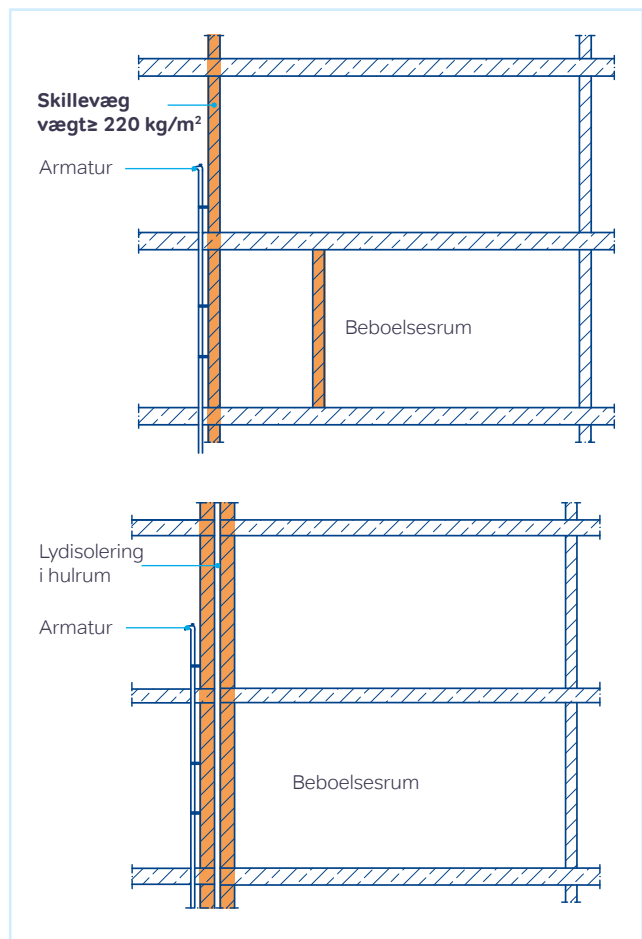
Projektering af massive vægkonstruktioner

Massive vægge med drikkevands- og afløbsinstallationer eller sanitetsartikler skal overholde disse betingelser i henhold til DIN 4109-1 uden yderligere lydmålinger:

- ⊙ Den massive enkelt vægkonstruktion skal have en vægt på $\geq 220 \text{ kg/m}^2$, under hensyntagen til pudslag.
- ⊙ Armaturer og ventiler opfylder kravene i DIN 4109-1.
- ⊙ Trykket i drikkevandsinstallationens fordelingsledninger må ikke overstige 0,5 MPa (5,0 bar).
Et højere tryk skal reduceres ved at installere trykregulering.
- ⊙ Gennemløbsventiler er altid helt åbne under drift.
- ⊙ Hastigheden på armaturernes vandstrømning må ikke overstige den som deres klassificering er baseret på.
- ⊙ Reguleringsventiler skal begrænse vandstrømmen igennem installationen. Derfor må de ikke tilhøre en højere gennemstrømningsklasse end den tilhørende ventiludgang.
- ⊙ Drikkevands- og afløbsrør skal være monteret til konstruktionerne med lydæmpende rørbærere.
- ⊙ Isolering til dæmpning af bygningslyd skal bruges ved installation af rilleførte drikkevands- og afløbsrør.
- ⊙ Afløbsinstallationer installeret i beboelsesrum må ikke være synlige.
- ⊙ Installationsløsningen i let væg eller på massiv væg skal være afkoblet fra bygningskonstruktionen for at forhindre lydbroer.
- ⊙ Rørinstallationer installeret på massive væg- eller separate bygningskonstruktioner skal udføres med rørbærere med gummiindlæg.
- ⊙ Gennemføringer til rør og fittings i massive vægge skal designes, så overførsel af bygningslyd undgås.
- ⊙ Montering af sanitetsartikler på installationsvæggen skal foretages på en måde, så bygningslyden dæmpes.
- ⊙ Armaturer i armaturgruppe I og tilhørende vand- og afløbsinstallationer, og sanitetsartikler skal være installeret på massive vægge med en vægt på $\geq 220 \text{ kg/m}^2$.
- ⊙ Armaturer i armaturgruppe II og tilhørende vand- og afløbsinstallationer, og sanitetsartikler uden særlig dokumentation må ikke installeres på vægge, der støder op til beboelsesrum.
(Kilde nr. 6 og 7)



Figur 27: Installation af fittings i fittingsgruppe I armatur i armaturgruppe I

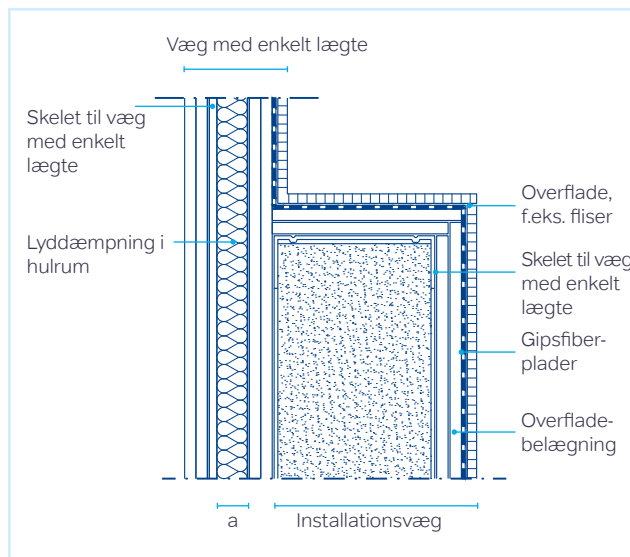


Figur 28: Installation af armatur i armaturgruppe II

Projektering af lette gips- og installationsvægge

I henhold til DIN 4109-1 skal lette vægge, hvori eller hvortil drikkevand- og afløbsinstallationer eller sanitetsartikler er monteret, overholde disse betingelser uden yderligere lydmålinger:

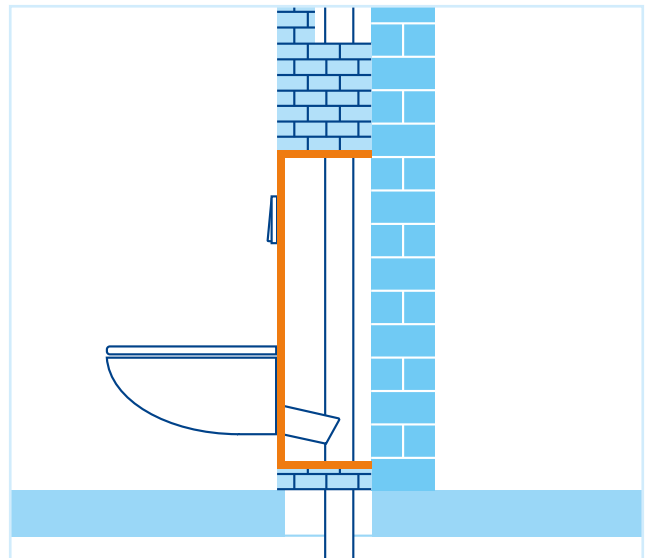
- ⊕ Verifikation baseret på den lette gips- eller installationsvæg er kun tilladt, hvis etagedækkets vægt er $\geq 450 \text{ kg/m}^2$, og der anvendes armatur fra armaturgruppen I.
- ⊕ Den lette gips- eller installationsvæg er en væg lavet af gipsplader med metalskelet og følgende opbygning:
 - Væg med enkelt lægte og ekstra forsatsvæg
 - Væg med dobbelt lægte og ekstra forsatsvæg
 - Væg med dobbelt lægte og indbygget teknisk installation
- ⊕ Følgende grænseværdier gælder for lette gips- eller installationsvæg:
 - mindst to lag beklædning pr. side udført i 12,5 mm gipsplader eller gipsfiberplader med en vægt på $\geq 11 \text{ kg/m}^2$ pr. lag
 - en afstand mellem beklædningen på $\geq 75 \text{ mm}$ (hulrumstykkelse)
 - Hulrumsisolering med en hulrumsdæmpning udført med 60 mm tykt fiberisoleringsmateriale med en strømningsmodstand på $\geq 5 \text{ kPa s/m}^2$
- ⊕ Installationsvæggen skal udføres med mindst to lag beklædning på 12,5 mm gipsplader eller gipsfiberplader med en vægt på 11 kg/m^2 pr. lag og hulrumsisolering.
- ⊕ Samlingspunkterne mellem installationsvæggen og bygningskonstruktionen, skal projekteres med lyddæmpningssæt for at forhindre lydbroer.
- ⊕ Følgende gælder for vægge med dobbelt lægte og indbygget teknisk installation:
 - Lægterne i forsatsvæggen kan forbindes med hinanden med gipspladeskinner og aluminiumsprofiler i 1/3 og 2/3 af væggens højde ved hjælp af lasker, der giver stræk- og kompressionsstyrke
 - Rørinstallationer skal fastgøres til bygningskonstruktionen med lyddæmpende rørbærer monteret som fritstående og uden kontakt med beklædningsplader eller lægter i hulrummet. (Kilde nr. 6 og 7)



Figur 29: Gipsvæg med enkelt lægte og installationsvæg

Massiv vægkonstruktion

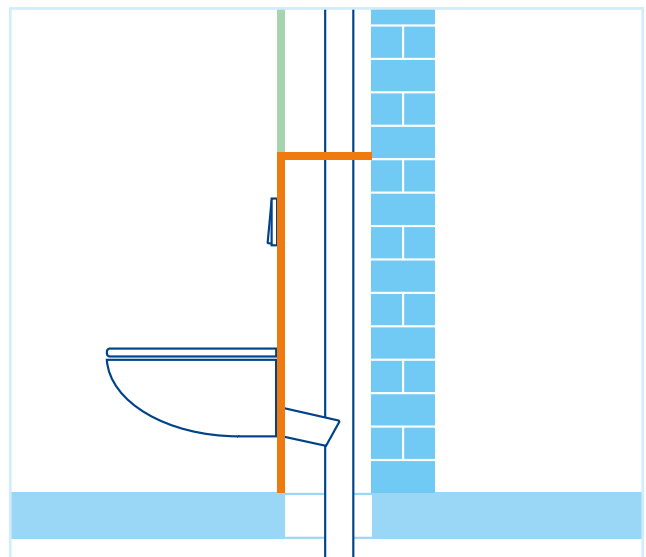
Massiv vægge og installationsvæg er udført i murblokke, beton eller armeret beton i en massiv konstruktion. Monteringselementerne er fastgjort til installationsvæggen og resten af væggen er en massiv ikke-bærende væg. Selve elementerne har næsten ingen statisk funktion. Derfor skal installationsvæggen optage de påvirkende kræfter. Lydbroer er hyppige i denne form for konstruktion, og den anvendes derfor sjældent.



Figur 30: Opbygning i vådrum foran massiv væg (baseret på kilde nr. 8)

Installationsvæg i gips foran en massiv vægkonstruktion

Her er en installationsvæg monteret på den massive vægkonstruktion på en så afkoblet måde som muligt. Det er også vigtigt, at de installerede gipsplader og monteringselementer ikke kommer i kontakt med murværket, så lydbroer undgås. Sanitetskeramikken er også ophængt med lyd-dæmpnings-sæt.

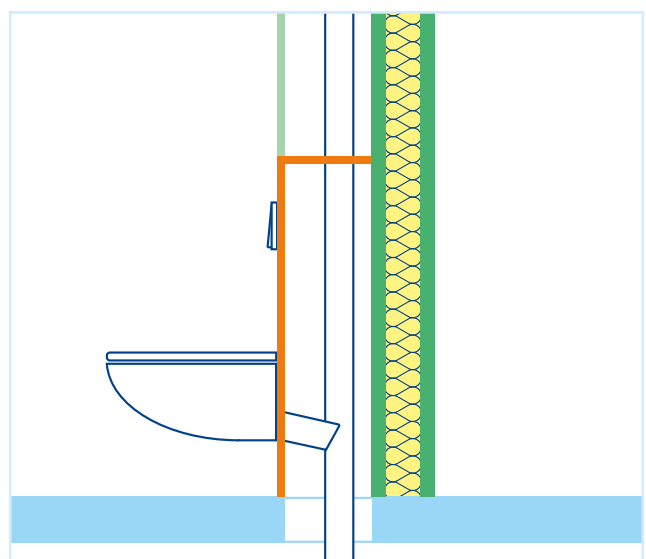


Figur 31: Installationsvæg af gips foran massiv væg (baseret på kilde nr. 8)

Installationsvæg i gips foran en gipsvæg

I gipsvægkonstruktionen er der anvendt lette vægge med en markant lavere fladevægt end massive vægge. Monterings-elementer er fastgjort til gipsvæggens lægter, og det hele er beklædt med gipsplader.

Erfaringen viser, at lyd-dæmpnings-kravene bedst kan overholdes, når hele installationsvæggen inklusive sanitetsartikler monteres af den samme installatør.



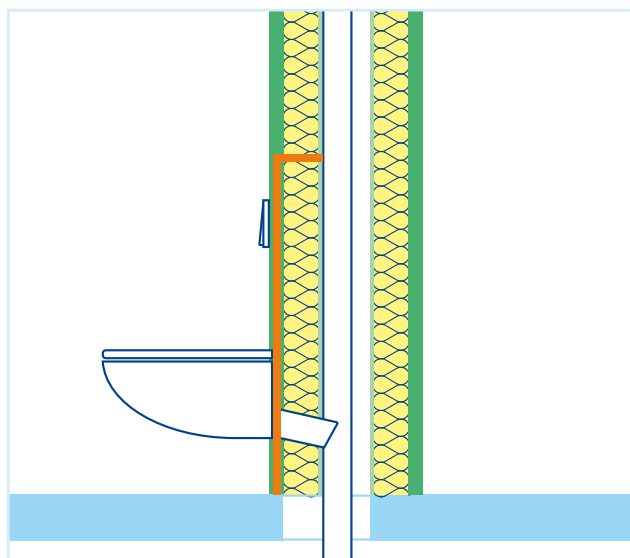
Figur 32: Installationsvæg installeret foran en gipsvæg (baseret på kilde nr. 8)

Skillevæg

En skillevæg kan også bruges til projektering af tekniske installationer. De nødvendige rørinstallationer føres inde i skillevæggen, så det er nødvendigt at have et hulrum i væggen.



Du kan læse mere om "Efterklangstid og lydabsorptionsareal" i indledningen på side 11.



Figur 33: Installation i væg (baseret på kilde nr. 8)



Lydberegninger. Enkelt og nemt med Wavin LydTjek-beregneren

Wavin LydTjek-beregneren simulerer akustikken i installationen baseret på individuelle parametre. Alt beregnes i blot fire klart definerede trin. Resultaterne viser, om planløsningen overholder kravene til støjniveau. Det giver en værdifuld indikation i forhold til valg af materialer.

Prøv Wavin LydTjek-beregneren med det samme.



<https://lead.me/be8mou>

Mere afslappet projektering med 360-graders service fra Wavin

- ⌚ Wavin leverer al den nødvendige dokumentation til planlægning af vand- og afløbsinstallationer: Udbudstekster, data til projekteringssoftware, varenumre og Fraunhofer IBP-testrapporter med vurdering af individuelle produkter og det samlede system i henhold til DIN EN 14366 og DIN 4109.
- ⌚ Wavins projekteringsafdeling rådgiver i projekteringsfasen og leverer den komplette lyddæmpningspakke til dem, der udfører arbejdet.

Praktiske råd:

”Projektering af byggeprojekter kræver beregninger med mange variabler. Man skal tage højde for kundens ønsker, arkitektens idéer, budgettet og sidst, men ikke mindst, selvfølgelig brandsikring og lyddæmpning. At samle alt dette under ét tag og gøre alle tilfredse er en spændende udfordring.

Det er generelt nyttigt at mødes med alle involverede så tidligt som muligt og inkludere lyddæmpning helt fra starten. Her er der mere at tænke over end blot DIN 4109. I hotelbygninger tæller hver en centimeter i værelserne. Badeværelse og soveværelse ligger ofte ved siden af hinanden – og alligevel skal generende støj undgås.

Det er en god idé at søge kompetent rådgivning om sådanne og andre aspekter. Her er det godt at have god kontakt til producenterne af lyddæmpede rør.”

Roland S., projekterende



Praktiske råd

- ⊙ Fastgør vandbærende rør til tunge bygningsdele eller dobbeltkonstruktioner.
- ⊙ Bæringerne skal være afkoblet fra bygningslyd.
- ⊙ Kraftige retningsændringer fører til interferensstøj og skal undgås.
- ⊙ Hvor der anvendes riller til afløbsrør, skal den resterende væg stadig have en vægt på 220 kg/m².
- ⊙ Noget, der ofte glemmes: Sanitetsartikler og vand- og afløbsinstallationer skal også udføres med lyddæmpningssæt.



Grænseflader

- ⊙ Koordiner med både arkitekt og installatør i projekteringsfasen.
- ⊙ Arkitektoniske beslutninger i forhold til lyd-dæmpning kan træffes på et tidligt stadie; allerede ved valg af planløsning, og det kan man høste fordelene af senere i projektet.
- ⊙ Overvej installatørens krav og behov på byggepladsen. Det er installatøren, der installerer vand- og afløbsinstallationer samt alle sanitetsartikler. Vigtige oplysninger herom kan findes i kapitlet om installation i denne brochure.



Bemærk:

Overhold strømningshastigheden i hovedforsyningsledningen. Den må ikke overstige 2 m/s. Den kan være op til 4 m/s i forsyningsledninger inde i bygningen.




Juridiske spørgsmål

- ⊙ Minimumskravene i DIN 4109 skal opfyldes ved projektering og udførelse af lyddæmpning. Følgende er af særlig relevans her:
 - Installationsvæggens beskaffenhed
 - Placering af badeværelser og beboelsesrum i bygningen
 - Typen af vand- og afløbsinstallationer
 - Fastgørelse af rørsystemerne
 - Lyddæmpende foranstaltninger
- ⊙ Derudover kan der være andre årsager til at øge kravene, og hermed skal man opføre bygningen efter en højere standard. Derfor er det særligt vigtigt at vælge det korrekte rørsystem.

Installation



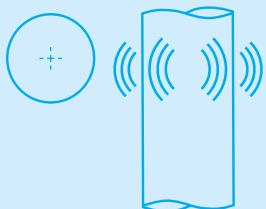


Installation of optimal lyddæmpning.

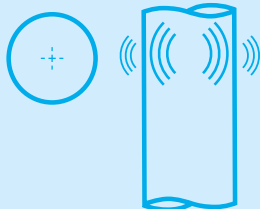
Minimer støjen fra vand- og afløbsinstallationer, og få tilfredse entreprenører, afslappede brugere og en vellykket entreprise.

Det rette valg af materialer til lyd­dæmpning

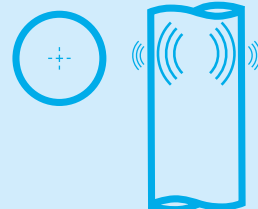
Hvis rørmaterialet ikke er specificeret, kan installatøren træffe beslutningen og lægge grunden til god lyd­dæmpning.



Traditionelle rørsystemer er fremstillet i PP, eller på andre markeder, PVC-U. Disse systemer har en lille godstykkelse og lav massefylde. Sådanne rør giver kun minimal dæmpning af luft- og bygningslyd



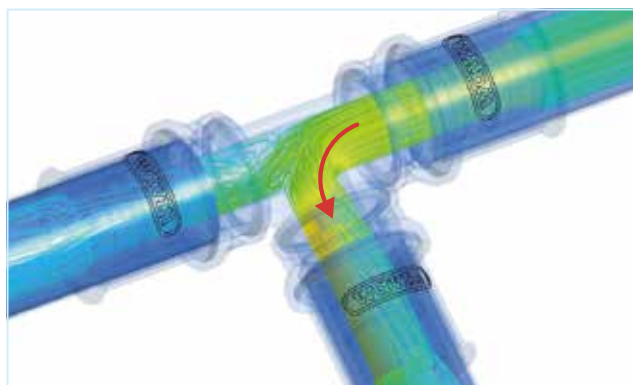
Rør i mellemsegmentet adskiller sig allerede fra standardrørene på grund af deres materialesammensætning. De er fremstillet i PP og er desuden mineralforstærkede. Det betyder, at de har en større godstykkelse og en højere massefylde.



Rørsystemer i premium-segmentet har øget massefylde og godstykkelse. De er ligeledes fremstillet i PP og mineralforstærkede, hvilket giver en markant højere vægt, og de leverer den bedste dæmpning af luft- og bygningslyd.

Valg af de rigtige fittings

Installatører skal være omhyggelige, når de vælger fittings til drikkevandssystemer. Ikke alle fittings er designet på samme måde, og det er vigtigt, at der opnås et godt flow med minimal modstand der, hvor der kan opstå støj.

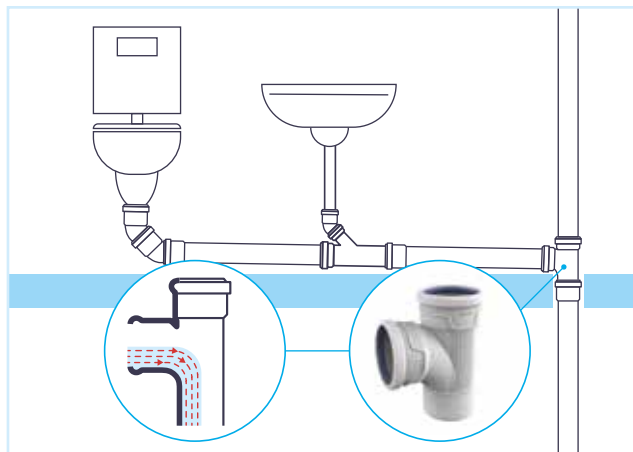


Figur 34: Gennemstrømningen i et T-stykke

Valg af de rigtige grenrør

Når først man har valgt det korrekte afløbssystem, er det også vigtigt at vælge de korrekte grenrør. Her har man også mulighed for at dæmpe lyden fra installationen helt fra begyndelsen.

Der er hydrauliske fordele ved lyd­dæmpende fittings, og samtidig kan de tåle en højere belastning end fittings uden lyd­dæmpning. De lyd­dæmpende foranstaltninger reducerer også lyd fra strømmende vand og forebygger dryp.



Figur 35: Tegning af strømlinede, grenrør

Derfor hører du toget komme, før du kan se det.



18.000 km/t

det er lydens hastighed i jern

Et sted i den amerikanske midtvest

Cowboys i gamle westernfilm lagde deres øre mod skinnerne for at høre, om der var et tog på vej. Det virker faktisk: Lyden transmitteres hurtigere gennem fast stof end gennem luften. Lyden bevæger sig med 5.000 m/s gennem jern, mens den kun bevæger sig med 340 m/s gennem luften (ved 20 °C). Du kan høre et tog, der er på vej hen ad jernskinnerne, i så godt tid, at du – i westernfilmene – kan nå at gøre dig klar til at røve toget.

Lyddæmpningssæt forhindrer bygningslyd

I forbindelse med tilslutning af vandrør til installationselementerne bør man anvende lyddæmpningssæt, som normalt er udført i gummi. Installationselementet har ingen direkte kontakt med væggen, og transmission af bygningslyd minimeres dermed. Lyddæmpningsværdier kan findes i den tekniske manual om drikkevand.



Figur 36: Lyddæmpningssæt

Vælg de korrekte rørbærere

For at overholde grænseværdierne for støj skal rørsystemer installeres professionelt på væggen.

Her er valg af rørbærer afgørende. Mange producenter af rørbærer tilbyder tilpassede løsninger, og det samme gør leverandører af komplette installationssystemer.

Her er gummiindlægget på rørbæreren relevant. Rørbæreren bør også være designet til det specifikke installationssystem, der anvendes.



Figur 37: Forskellige typer rørbærer

Risikoen reduceres med systemrørbærer, der er tilpasset og testet til det valgte rørsystem.

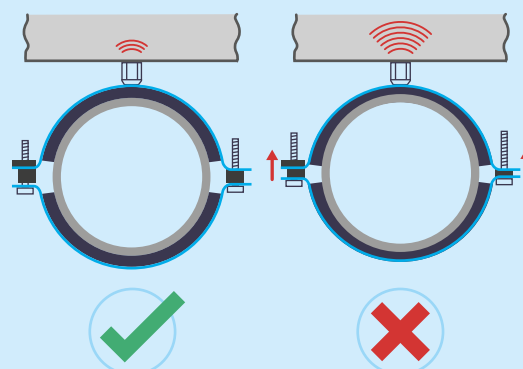


Video

Korrekt installation af systemrørbærer:
<https://bit.ly/3Aq7F3F>



Mange standardiserede rørbærer på markedet kan bruges til flere forskellige udvendige diametre: f.eks. 108 mm-114 mm. Hvis rørbærerne strammes helt under installationen, eller hvis de ikke matcher rørets ydre diameter, vil det medføre øget transmission af bygningslyd. På den ene side skal der være nok klemkraft til at fikserer rørsystemet, på den anden side må gummiindlægget ikke komprimeres for meget, for så mister man den lyddæmpende effekt.



Figur 38: Komprimering

Installation af lydæmpende komponenter

Brug lydæmpning

I nogle tilfælde er det nødvendigt at isolere rørene. Det kan være for at forebygge kondens eller for at dæmpe transmissionen af luft- og bygningslyd yderligere i beboelsesområder. Det kan være i områder: hvor det er umuligt at undgå skarpe retningsændringer på afløbsinstallationen, ved nedslagszoner fra faldstammer eller hvis lokale regler kræver det. Ligeledes kan det være nødvendigt hvis afløbsinstallationen er inddækket i trærammekonstruktioner med lav vægt. Lydæmpningsværdier for isoleringsmaterialet er angivet i producentens datablade.



Figur 39: Afløbsinstallation med lydæmpningsslange

Forberede installationen

Udvælg de korrekte rørsystemer, og herefter er installationen og valg af komponenter afgørende for lydniveauet.



Kontroller de valgte materialer for skader inden anvendelse. Hvis rørene skal skæres til i længden, skal du sikre dig, at de afskårne kanter er affaset og afgratet korrekt. Det forebygger også eventuelt installationsstøj.

Installation af rør og rørbærer

Rørinstallationer skal altid installeres spændingsfrit. Ellers vil der være for stor transmission af bygningslyd. Rørbærer eller -beslag skal installeres lige og præcist. Afstanden til rørbærerne kan variere, da vægge ikke altid er helt lige, særligt i eksisterende bygninger. Alle rørbærer skal justeres individuelt. Du skal bruge de korrekte ravpluks til at fastgøre rørbærerne til murværket. I forhold til akustikken anbefales det at anvende ravpluks i kunststof, men de skal selvfølgelig være egnede til formålet.

Kontrollér rørbærerne efter installation: Hvis der allerede er en synlig ensidig kompression af gummiindlægget, bør monteringen justeres.



Undgå lydbroer.



Figur 40: Korrekt justering af rørbærer



Figur 41: Undgå kontakt med metalprofiler

Gennemføringer i vægge og lofter

Gennemføringer i vægge og lofter kan være en kilde til lydtransmission og kan føre til øget støj i beboelsesrum, så der skal tages hensyn til dette område af installationen. Ved installation af rør skal der bruges lyd-dæmpning i væg eller gulv for at opnå den bedst mulige lyd-afkobling. Sørg for, at der ikke dannes lydbroer, når hullet rundt om røret fyldes. Afhængigt af bygningsklassen skal der foretages yderligere brandsikring af gennemføringer i vægge og lofter. Den ansvarlige brandmyndighed skal godkende installationen.



Figur 42: Installation af afløbssystem i betongulv

Opsætning af fliser og sanitetsartikler

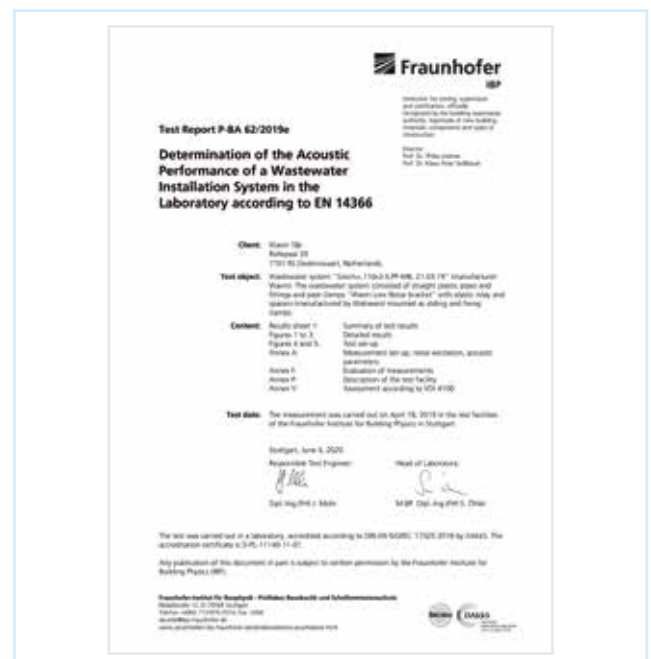
Når rørene er installeret, opsættes fliser og sanitetsartikler. Det er vigtigt, at der ikke er kontakt mellem fliser og rørsystem, ellers vil installationen ikke være lyd-dæmpet. Afkobling af bygningslyd er vigtig ved installation af sanitetsartikler. Det skal omhyggeligt tjekkes, at fastgørelsen ikke er for stram, og at den passer korrekt. Der bør ligeledes anvendes lyd-dæmpnings-sæt. Et toiletskyl vil forårsage en del støj, og kun ved en korrekt installation som beskrevet ovenfor, vil man kunne forhindre en generende bygningslyd.



Figur 43: Forberedelse til installation af sanitetskeramik

Dokumentation på lyd-dæmpning

Efter at installationen er afsluttet skal der indsendes dokumentation på rørsystemets lyd-dæmpningsevne. Dokumentationen kan rekvireres fra de respektive producenter.



Figur 44: Testrapport fra Fraunhofer IBP



200 kHz

Den menneskelige hørelse
stopper ved 18 kHz.

Pattedyret med den bedste hørelse.

Hører i stedet for at se

Flagermus er de pattedyr, der hører bedst, fordi de er natdyr, som næsten ikke kan se i mørke. I modsætning til mennesker udsender de højfrekvente ultralyde for at orientere sig ved hjælp af reflekterede lydbølger. De beregner hele tiden, hvor langt væk et objekt eller et levende væsen er, hvor hurtigt det bevæger sig og i hvilken retning.

Krav til lyddæmpning under installation



Disse krav til lyddæmpning skal overholdes under installation.

Der er to underopdelinger inden for rammerne af lyddæmpningsdesign og verifikation:

- ⦿ Krav i bygningsreglementet
DIN 4109 del 1-2
- ⦿ Civilretlige krav
DIN 4109-5
VDI 4100
DEGA 103

DIN 4109 definerer kravene til lyddæmpning. Disse minimumskrav skal sikre, at brugeren beskyttes mod urimelig gene på grund af lydtransmission, forudsat at der ikke genereres unormalt høje lyde i tilstødende rum.



Bemærk: Der har allerede været nogle afgørelser, der indfører øgede tekniske krav, hvis bestemt udstyr opsættes i lejligheden. De specificerede materialer skal anvendes.

Minimum lyddæmpning

I henhold til DIN 4109-1 er minimumskravene til lyddæmpning af støj fra tekniske bygningsinstallationer og aktiviteter, der konstruktionsmæssigt er forbundet med bygningen, som følger:

- ⦿ Vand- og afløbsinstallationer
- ⦿ Transportsystemer
- ⦿ Ventilationssystemer





Følgende betragtes også som tekniske installationer

- ⦿ Fælles vaskefaciliteter
- ⦿ Svømmefaciliteter, saunaer og lignende
- ⦿ Sportsanlæg
- ⦿ Centralstøvsugere
- ⦿ Garageanlæg
- ⦿ Fastmonterede, udvendige motoriserede solskærme og rulleskodder.

Brugerstøj, såsom at placere et tandkrus på en hylde, lukke toiletlåget hårdt, glide i badekarret eller lyde fra flytbare maskiner og apparater (f.eks. støvsugere, vaskemaskiner, køkkenapparater og sportsudstyr) i egen lejlighed, er ikke underlagt de opstillede krav.

Disse minimumskrav kan skærpes i en separat aftale. Øgede lyddæmpningskrav kan aftales, for eksempel i DIN 4109-5 og VDI 4100.



Kravene til lydisolering af tekniske installationer i henhold til DIN 4109-1

STØJKILDE	TYPE BEBOELSESRUM		
	 Stuer og soveværelser	 Klasseværelser og arbejdsrum	
	Maksimalt tilladt lydtrykniveau i dB(A)		
Vandinstallationer (vand- og afløbsinstallationer under ét) ^{1) 2) 3)}	$L_{AF,max,n} \leq 30$	$L_{AF,max,n} \leq 35$	
Andre interne, permanent installerede tekniske lydkilder fra tekniske installationer samt garageanlæg	$L_{AF,max,n} \leq 30$ ³⁾	$L_{AF,max,n} \leq 35$ ³⁾	
Restauranter, herunder køkkener, salgssteder, virksomheder mv.	 i dagtimerne fra kl. 6 til 22	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$
	 om natten fra kl. 22 til 6 i henhold til TA-Lärm	$L_r \leq 25$ $L_{AF,max} \leq 45$	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$

¹⁾ Individuelle, kortvarige støj, der opstår ved betjening af fittings og udstyr (åbning, lukning, skift, afbrydelse osv.), behøves ikke tages i betragtning.
²⁾ Krav til opfyldelse af det tilladte lydtrykniveau:
 · Projekteringsmateriale skal tage hensyn til kravene til lyddæmpning, dvs. den krævede lyddæmpningsdokumentation skal være tilgængelig for bygningsdelene;
 · Derudover skal den ansvarlige byggeledelse nævnes ved navn og indkaldes til en delvis afleveringsforretning, inden der lukkes af for installationen.
³⁾ Til forskel fra DIN EN ISO 10052 (2010-10), punkt 6.3.3 udelades måling i det højeste hjørne af rummet (se også DIN 4109-4).

Tablet 2: Værdier for de tilladte lydtrykniveauer i beboelsesrum, der skal beskyttes mod støj fra tekniske bygningsinstallationer og aktiviteter, der konstruktionsmæssigt er forbundet med bygningen i henhold til DIN 4109-1 (kilde nr. 1)

Krav til lyddæmpning af tekniske installationer i henhold til DIN 4109-5:

STØJKILDE	TYPE BEBOELSESRUM	
	 Stuer og soveværelser i beboelsesejendomme	 Stuer og soveværelser i enfamiliehuse – række-huse og dobbelthuse
	Maksimalt tilladt lydtrykniveau i dB(A)	
Vandinstallationer (vand- og afløbsinstallationer under ét) ^{1) 2) 3)}	$L_{AF,max,n} \leq 27$ ^{1) 2) 3)}	$L_{AF,max,n} \leq 25$ ^{1) 2) 3)}
Andre interne, permanent installerede tekniske lydkilder fra tekniske installationer samt garageanlæg	$L_{AF,max,n} \leq 27$ ³⁾	$L_{AF,max,n} \leq 25$ ³⁾

¹⁾ Individuelle, kortvarige støj, der opstår ved betjening af fittings og udstyr (åbning, lukning, skift, afbrydelse osv.), behøves ikke tages i betragtning.
²⁾ Krav til opfyldelse af det tilladte lydtrykniveau:
 · Projekteringsmateriale skal tage hensyn til kravene til lyddæmpning, dvs. den krævede lyddæmpningsdokumentation skal være tilgængelig for bygningsdelene;
 · Derudover skal den ansvarlige byggeledelse nævnes ved navn og indkaldes til en delvis afleveringsforretning, inden der lukkes af for installationen.
³⁾ Til forskel fra DIN EN ISO 10052 (2010-10), punkt 6.3.3 udelades måling i det højeste hjørne af rummet (se også DIN 4109-4).

Tablet 3: Maksimalt tilladte lydtrykniveauer i beboelsesrum, der skal beskyttes mod støj fra tekniske bygningsinstallationer og aktiviteter, der konstruktionsmæssigt er forbundet med bygningen i henhold til DIN 4109-5 (kilde nr. 2)


Kravene til lydisolering af tekniske installationer i henhold til VDI 4100

TYPE STØJEMISSION	OPFATTELSE AF STØJ FRA TILSTØDENDE LEJLIGHED ¹⁾		
	SSt I	SSt II	SSt III
Høj tale	forståelig	generelt forståelig	generelt uforståelig
Tale i normalt leje	generelt uforståelig	uforståelig	uhørlig
Trinlyde	generelt generende	generelt ikke generende	ikke generende
Støj fra tekniske installationer	Urimelig generende og bør derfor undgås	lejlighedsvis generende	ikke eller kun sjældent generende

¹⁾ Antagelse: baggrundstøjniveau om aftenen på 20 dB(A) og rekreative rum i standardstørrelse.

Tablet 4: Opfattelse af sædvanlig støj fra tilstødende lejligheder og tildeling til de tre lyddæmpningsniveauer (SSt) I til III i henhold til VDI 4100 (kilde nr. 3)

Lyddæmpning af støj fra tekniske installationer

 LYD	SSt I	SSt II	SSt III
	maksimalt tilladt lydtrykniveau		



Lejligheder i beboelsesejendomme

fra vandinstallationer (vand- og afløbsinstallationer under ét)	$L_{AF, max, nT}$ nt i dB	<=30	<=27	<=24
---	---------------------------------	------	------	------



Dobbelthuse og rækkehuse

fra vandinstallationer (vand- og afløbsinstallationer under ét)	$L_{AF, max, nT}$ nt i dB	<=30	<=25	<=22
---	---------------------------------	------	------	------



Eget område (hus eller lejlighed brugt af ejeren)

		SST EB 1	SST EB 2
fra vandinstallationer (vand- og afløbsinstallationer under ét)	$L_{AF, max, nT}$ nt i dB	35	30

Tablet 5: Maksimalt tilladte lydtrykniveauer i beboelsesrum, der skal beskyttes mod støj fra tekniske bygningsinstallationer og aktiviteter, der konstruktionsmæssigt er forbundet med bygningen i henhold til VDI 4100 (kilde nr. 3)

Niveau SST1-SST3 gælder i henhold til nedenstående tabel og afhænger også af udstyret i bygningerne

LYDDÆMPNINGS-NIVEAU	FORVENTNING
I	... for en (nybygget) lejlighed, hvor valgt materiale og installation udføres i henhold til minimums krav.
II	... for en lejlighed, der med de valgte materiale og installation opfylder de gennemsnitlige komfortkrav.
III	... for en lejlighed, der med de valgte materiale og installation samt placering opfylder særlige komfortkrav.
EB I	... for et vist niveau af lyddæmpning i eget område.
EB II	... for et højere niveau af lyddæmpning i eget område.

Tablet 6: Tildeling af lyddæmpningsniveau I til III til boliger med forskellige komfortkrav i henhold til VDI 4100 (kilde nr. 3)

DEGA-anbefaling nr. 103

Lyddæmpning i boligenheder klassificeres på grundlag af lyd-dæmpningsklasse A* til F eller EW 1 til EW 3 for eget beboelsesareal. Følgende beskyttelsesklasser kan aftales her for tekniske installationer:

LYDDÆMPNINGSKLASSE	BESKRIVELSE
Klasse A*	Boligenhed med meget god lyddæmpning, som giver mulighed for uforstyrret ophold næsten uden hensyn til naboer.
Klasse A	Boligenhed med meget god lyddæmpning, som giver mulighed for uforstyrret ophold uden at kræve det store hensyn til naboer.
Klasse B	Boligenhed med god lyddæmpning, som, med gensidig hensyntagen mellem naboer, giver mulighed for et stille liv med en høj grad af privatliv.
Klasse C	Boligenhed med mærkbart bedre lyddæmpning end klasse D, hvor beboerne generelt finder fred og ro, og fortroligheden opretholdes ved sædvanlig hensynsfuld boligadfærd.
Klasse D	Boligenhed med sund lyddæmpning, der i det væsentlige opfylder kravene i DIN 4109-1 til etagebygninger med lejligheder og arbejdsrum og dermed beskytter beboerne i fællesrum mod uacceptable gener på grund af lydtransmission fra andre boligenheder og udefra af hensyn til beboernes sundhed. Det kan ikke forventes, at støj fra andre boligenheder eller udefra ikke længere kan blive opfattet. Dette kræver gensidig hensyntagen ved at undgå unødvendig støj. Kravene forudsætter, at der ikke forekommer usædvanlig høj støj i tilstødende rum.
Klasse E	Boligenhed med lydisolering, der ikke opfylder kravene i DIN 4109-1. Gener på grund af lydtransmission fra andre boligenheder og udefra er mulig. Særlige hensyn er absolut nødvendige. Fortroligheden er ikke længere sikret.
Klasse F	Boligenhed med dårlig lyddæmpning, som ligger betydeligt under kravene i DIN 4109-1. Gener på grund af lydtransmission fra andre boligenheder og udefra må forventes, selv med bevidst hensyntagen. Fortrolighed kan ikke forventes.

Tabel 7: Tildeling af lyddæmpningsniveau A* til F til normal beboelse i henhold til DEGA-retningslinje 103 (kilde nr. 4 og 5)

LYD	$L_{AF, max,n}$ i dB(A)	LYDDÆMPNINGSKLASSE						
		F	E	D	C	B	A	A*
Støj fra vand- og tekniske installationer, ^{1) 2)} brugerstøj fra vandledning		>35	≤35	≤30	≤27	≤24		≤20

¹⁾ Hvis der ikke er lavfrekvente støjkomponenter til stede (dvs. hvis forskellen mellem de C-vægtede og A-vægtede sumniveauer i henhold til DIN 45 680 er mindre end 20 dB), tildeles bonuspoint i lyddæmpningsdokumentationen. Kravene gælder også for varme- og ventilationsanlæg i eget område.

²⁾ I tilfælde af metrologisk verifikation kan $L_{AF, max,nT}$ også bruges som et alternativ til vurderingen.



Tabel 8: Krav til støj fra vandinstallationer, tekniske installationer i henhold til DEGA-anbefaling 103

LYDDÆMPNINGSKLASSE						
F	E	D	C	B	A	A*
ingen særlige foranstaltninger	Projekteringsoplysninger i henhold til DIN 4109	ligesom E og omhyggelig afkobling af bygningslyd fra alle bygningsdele	ligesom D og desuden er alle forsatsvægge udført i gips	dobbelt-konstruktion er påkrævet	dobbelt-konstruktion med høj lyddæmpning er påkrævet	ligesom A

Tabel 9: Vejledende projekteringsoplysninger til gruppering af forventet brugerstøj og afkobling af bygningslyd, afhængig af de enkelte klasser i henhold til DEGA-anbefaling 103

Internationale krav

Internationale krav gælder også for beboelsesrum såsom soveværelser, men også stuer. Tabellen her afspejler de krav, tekniske installationer skal opfylde.

GRÆNSEVÆRDIER, DER SKAL OVERHOLDES FOR BYGNINGSINSTALLATIONEN				
	 Soveværelse	 Stue		
	dB(A)	dB(A)	Beskrivelse af værdi	Direktiv
Italien	35	35	L_{ASmax}	Referencestandarden er DPCM 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"
Danmark	20-35*	20-35*	L_{pALF}	Bygningsreglement 2018 og DS 490 "Lydklassifikation af boliger"
Norge	20-35*	20-35*	$L_{p, A, T}$	Teknisk bygningsreglement (TEK 17) og NS 8175: 2012 Lydforhold i bygninger – Lydklasser for ulike bygningstyper
Sverige	27-35*	27-35*	$L_{pAF, max, nT}$	a. Byggakustik Ljudklassning af utrymmen i bygnader BBR, SS 25267: 2015 (Bostäder) og SS 25268 (Vårdlokaler, undervisningslokaler, dag- och fritidshem, kontor och hotell)
Finland	29-35*	29-35*	$L_{AF, maxT}$	Standard SFS 5907 ("Akustisk klassificering af bygninger")
Storbritannien	30	30	$L_{a, max}$	(2010) Approved Document E "Resistance to the passage of sound"
Irland	30	30	$L_{a, max}$	(2010) Approved Document E "Resistance to the passage of sound"
Tjekkiet	30	30	$L_{a, max}$	ČSN 73 0532:2020
Holland	30	30	$L_{l, A, k}$	NEN5077 Geluidwering in gebouwen (installationslyd)
Indonesien	55	55	L_{eq}	Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup KEP-48/MENLH/11/1996
Baltikum	35	35	L_{AeqT}	DIN 4109

*Afhængigt af bygningens type, klasse A-D

Tabel 10: Internationale krav til bygninger

Praktiske råd:

”Jeg vil arbejde så hurtigt og effektivt som muligt på byggepladsen. Uden fejl, selvfølgelig, så jeg ikke behøver at rette eventuelle fejl senere. Det er derfor afgørende for mig, at min opgave er godt tilrettelagt. Hvad angår lyd-dæmpning, foretrækker jeg, at alt leveres af samme producent: et veldokumenteret rørsystem fra en producent, jeg stoler på. Overvej nøje, om du skal ty til gør-det-selv-løsninger, eller om du hellere vil anvende velafprøvede materialer. Det anbefales at rådføre sig om detaljerne med den projekterende på byggeprojektet. Du skal vide alt om eventuelle særlige krav.

Det er også vigtigt at levere dokumentation på lyddæmpning på valgte rørsystemer. Det er godt at have nogen her til at hjælpe dig eller gøre alt arbejdet.”

Simon B., installatør



Praktiske råd

- ① Vælg fittings, der er designet til en god gennemstrømning.
- ① I afløbssystemer bør der anvendes grenrør med blød afgang.
- ① Anvend vægpaneler uden forbindelse til bygningsdele.
- ① Brug systemrørbærer der er testet sammen med det respektive rørsystem.
- ① Anvend premium lydisolerede rørsystemer i områder hvor det er påkrævet.



Grænseflader

- ① Som installatør er du den sidste i en kæde, der begynder med projektering og design. Det er vigtigt at koordinere med planlægningskontoret, hvis du er i tvivl om den korrekte implementering af de lyddæmpende foranstaltninger.
- ① Det er afgørende for optimal lyddæmpning, at der anvendes det rigtige rørsystem og de tilhørende systemkomponenter. Følg her planlægningskontorets anbefalinger, eller rådfør dig med en kompetent producent.



Bemærk:

Når rørbærerne er installeret, skal du inspicere dem: Hvis du opdager ensidig kompression af gummiindlægget, skal du straks justere tilspændingen.



Juridiske spørgsmål

Bygningsreglementets krav til installation

- ① DIN 4109 del 1-2
- Civilretlige krav til installation
- ① DIN 4109-5
- ① VDI 4100
- ① DEGA-retningslinje 103

Lydmåling af teknisk installation





Måling af lyd fra tekniske installationer

Det er komplekst at måle lyd fra tekniske installationer, og der findes derfor flere forskellige målemetoder. Det omfatter bl.a. lydmålinger i henhold til DIN EN 14366, som gør det muligt at sammenligne produkter. Lydmålinger af systemer skal udføres i henhold til DIN 4109. Her tages der højde for påvirkninger fra for eksempel indbygningscisterne, rørinstallationer i installationsvæggen og den valgte vægkonstruktion.

Måling i henhold til EN 14366

Det er vigtigt, at ingeniører og installatører foretager materialevalg før installation. Det er der flere metoder til.

I EN 14366 beskrives et lydmålingsscenarie for måling af materialet i afløbssystemet. Hvis målingerne anvender de samme specifikationer, kan resultaterne nemt sammenlignes. Men her tages der dog ikke højde for de faktiske forhold, når man skyller ud i toiletlet samt påvirkninger fra de typiske komponenter i en installationsvæg.

Grænsespecifikationerne omfatter:

- ⊙ Samme type rørbærer og samme kompression af gummiindlægget
- ⊙ Placering af fikspunkter og styr skal være ens defineret
- ⊙ Rørdimensionerne skal være ens

Der dannes derefter en konstant vandstrøm på henholdsvis 0,5 l/s, 1 l/s, 2 l/s og 4 l/s i forbindelse med målingen.

Resultaterne angives derefter som:

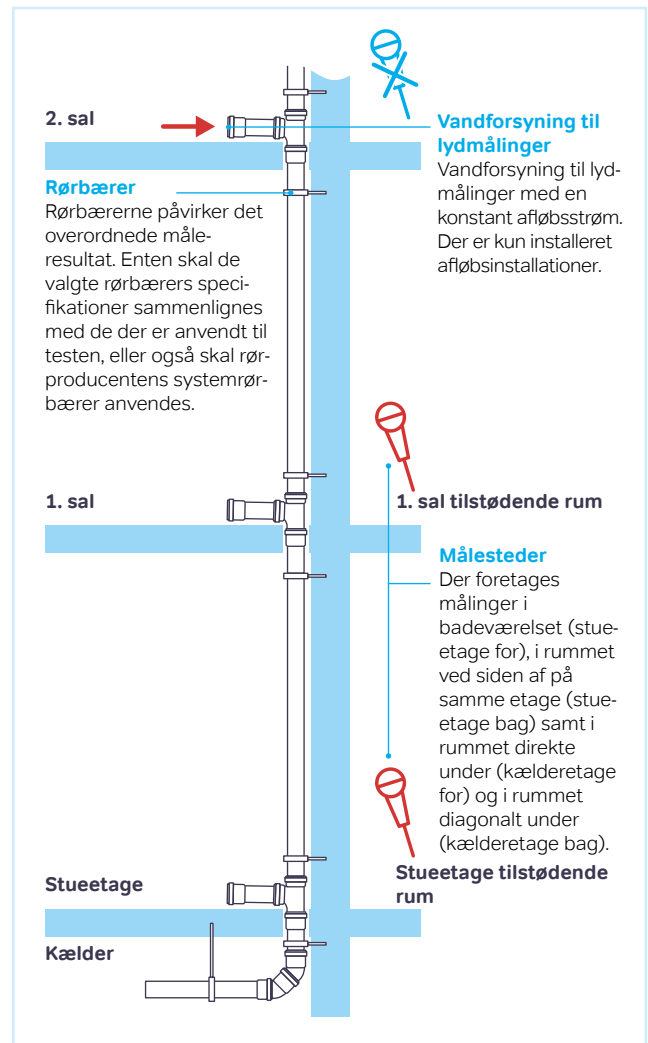
- ⊙ Luftlydtrykniveau $L_{a,A}$ i dB(A) i henhold til EN 14366
- ⊙ Karakteristisk bygningslydniveau $L_{SC,A}$ i dB(A) i henhold til EN 14366

Det karakteristiske bygningslydniveau er stærkt afhængigt af specifikationerne. Hvis der kun er en marginal forskel mellem forskellige producenter, er det svært at sammenligne resultaterne. Luftlydtryknetiveauet $L_{a,A}$ giver en god indikation af effekten af det valgte rørmateriale. Her er målerummet samtidig installationsrummet.

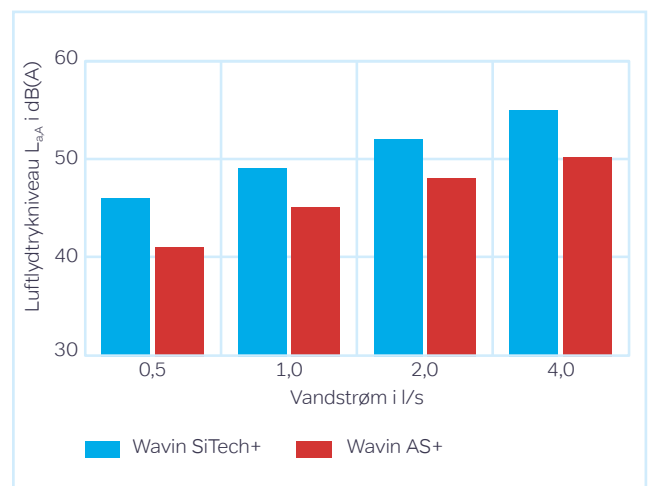
Ved at sammenligne Wavin SiTech+ støjreducerende afløbssystem med Wavin AS+ premium støjdæmpende afløbssystem kan man se forskellene i luftlydtrykniveau:

Rørsystem	Vurdering	Vandstrøm i l/s				Testrapport fra Fraunhofer IBP
		0,5	1,0	2,0	4,0	
Wavin SiTech+	Luftlydtrykniveau $L_{a,A}$ i dB(A) i henhold til EN 14366	46	49	52	55	P-BA 25-1/2016
Wavin AS+	Luftlydtrykniveau $L_{a,A}$ i dB(A) i henhold til EN 14366	41	45	48	50	P-BA 64/2019

Tabel 11: Rørkvalitetens indflydelse på luftlydtrykniveauet



Figur 45: Testopstilling i henhold til DIN EN 14366



Figur 46: Rørkvalitetens indflydelse på luftlydtrykniveauet

Måling i henhold til DIN 4109

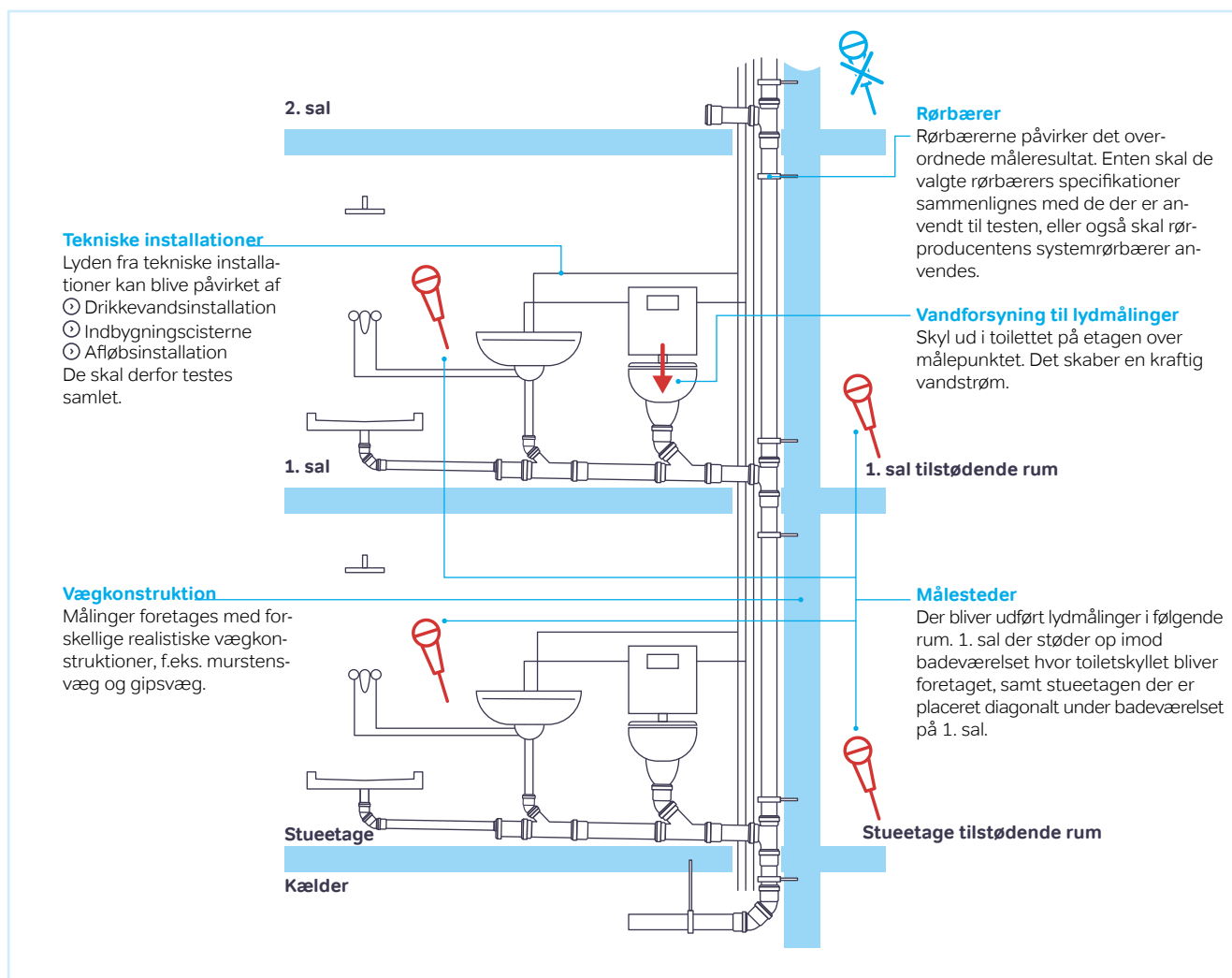
Hvis man skal vurdere et system bestående af forskellige komponenter er en mere kompleks testopstilling nødvendig. Der laves en faktisk opstilling svarende til den praktiske anvendelse for at nå lyddæmpningsmålene **i henhold til DIN 4109**.

Målt i forskellige opstillinger

- ⌚ Installationsvæg foran en massiv vægkonstruktion
- ⌚ Installationsvæg foran en gipsvæg

Dette bestemmes af forskellige påvirkningsfaktorer såsom cisternen (skyl og genopfyldning), installationsvæg, vand- og afløbsinstallationer.

Hver af disse komponenter bidrager til at bestemme det totale installationslydniveau $L_{AF, max,n}$.



Figur 47: Standardopstilling til måling under realistiske forhold.

Alt skal projekteres og installeres omhyggeligt, så man kan opnå de krævede værdier senere. Her kan anbefalingerne i kapitlerne om projektering og installation i denne brochure hjælpe.

Systemtest i henhold til DIN 4109

Målingerne udføres i målerummet ved en stor og en lille skyllemængde. Skylløst udløses fra toilettet på 1. sal. Det maksimale lydtrykniveau måles ved starten og under skyl og genopfyldning.

Dette bør sikres for at overholde eller ligge under grænserne i DIN 4109 eller for at opfylde de strammere krav i DIN 4109-5:

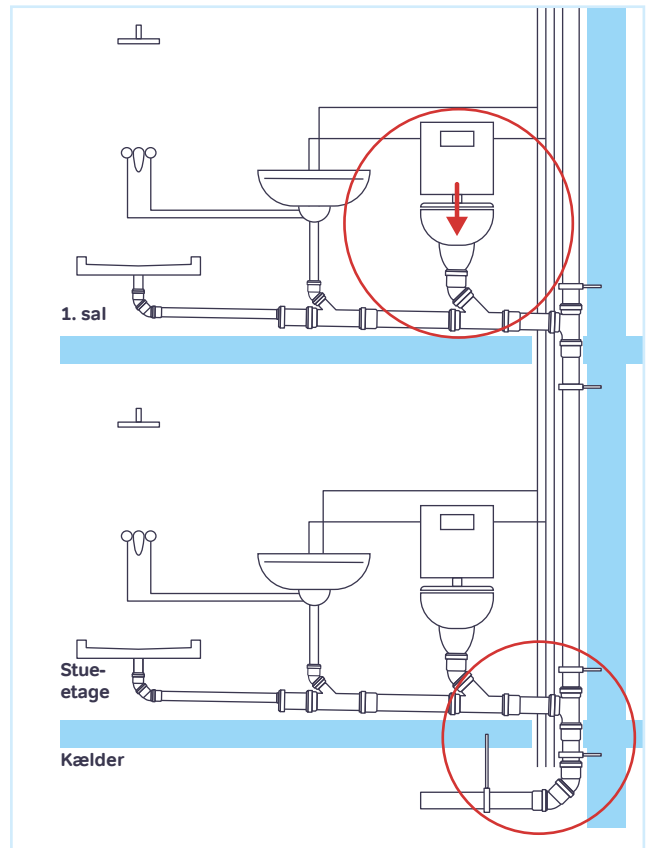
- ① Indbygningscisterne af høj kvalitet
- ② Installationsvæg afkoblet fra murværket
- ③ Rørbærer af høj kvalitet med fastgørelse til installationsvæggen
- ④ Korrekt installation af alle komponenter
- ⑤ Valg af det rette afløbssystem til den planlagte anvendelse



Vigtigt: Forskellige testopstillinger har vist, hvilke kriterier der er afgørende for det endelige resultat:

- ⌚ Valg af afløbssystem
- ⌚ Valg af installationsvæg
- ⌚ Valg af indbygningscisterne

De største støjkilder kommer fra toilettet ved udskylning fra indbygningscisternen samt i opbremsningszonen på faldstammen.



Figur 48: De største lydkilder i henhold til DIN 4109

Et tungere rørsystem giver større fejltolerance.

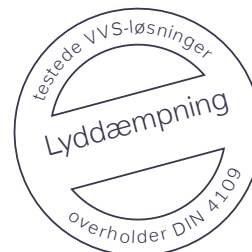
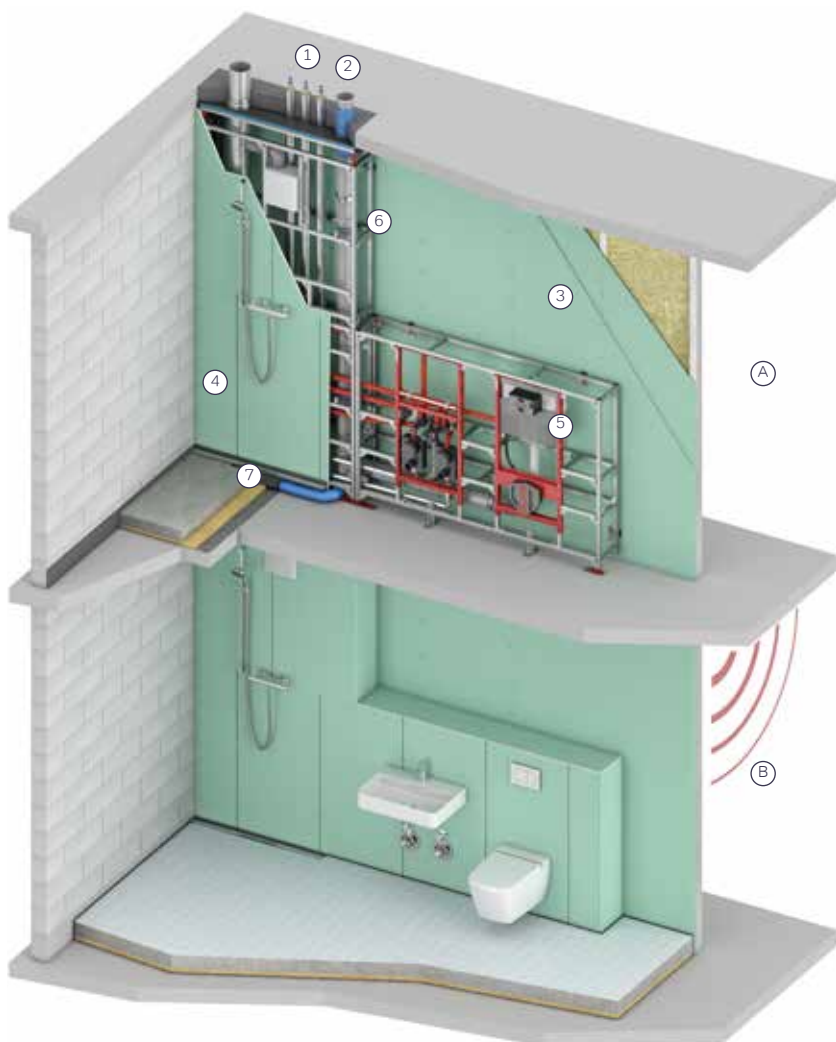
I forbindelse med installering af et afløbsinstallation er der flere muligheder for fejlkilder. Vi anbefaler derfor at vælge et premium rørsystem med høj vægt. Hermed kan rørsystemet kompensere for mindre fejl der kan opstå under installationen.



Figur 49: Testrapport fra Fraunhofer IBP

Testrapporter fra Fraunhofer IBP

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



Rum

- (A) Tilstødende rum, 1. sal
- (B) Rum diagonalt nedenunder, stueetage

Materialer

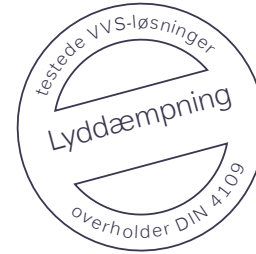
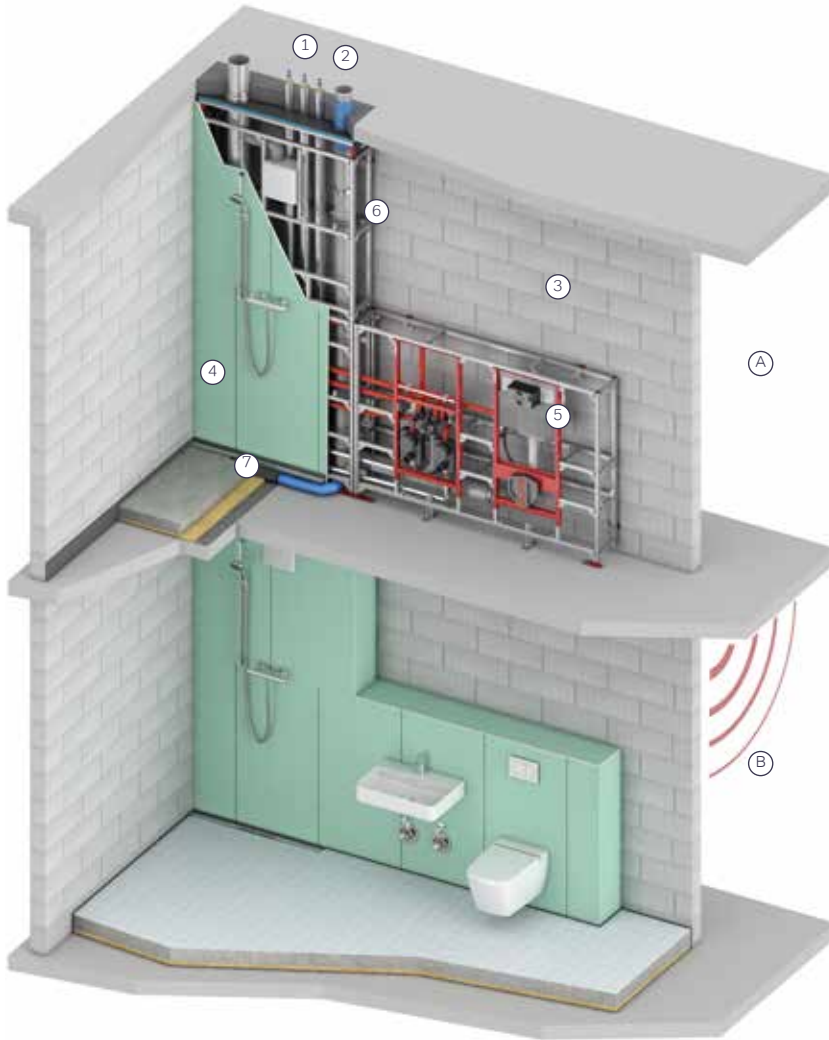
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin AS+ premium lyddæmpning
- ③ Gipsplader på begge sider og to lag med en tykkelse på 12,5 mm, hulrummet er fyldt med 60 mm mineraluld
- ④ Gipsplade, 18 mm
- ⑤ Installationsvæg TECE-profil, toiletmodul med Uni-cisterne
- ⑥ Fastgørelse af afløbsrør med Wavin-systemrørbærer
- ⑦ Afløbsrende TECEdrainprofile

Installationslyd 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 IFØLGE			RESULTAT I HENHOLD TIL	KRAV IFØLGE		
		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
Diagonalt underliggende rum	19 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ overholdt	≤27 dB(A) ✓ overholdt	≤25 dB(A) ✓ overholdt	18 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ overholdt	≤27 dB(A) ✓ overholdt	≤24 dB(A) ✓ overholdt
Tilstødende rum	27 dB(A)	ingen krav	ingen krav	ingen krav	26 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) ✓ overholdt	EB II ≤30 dB(A) ✓ overholdt	ingen krav

I præsentationen af resultaterne er det altid den højeste værdi, der er angivet.

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



Rum

- (A) Tilstødende rum, 1. sal
- (B) Rum diagonalt nedenunder, stueetage

Materialer

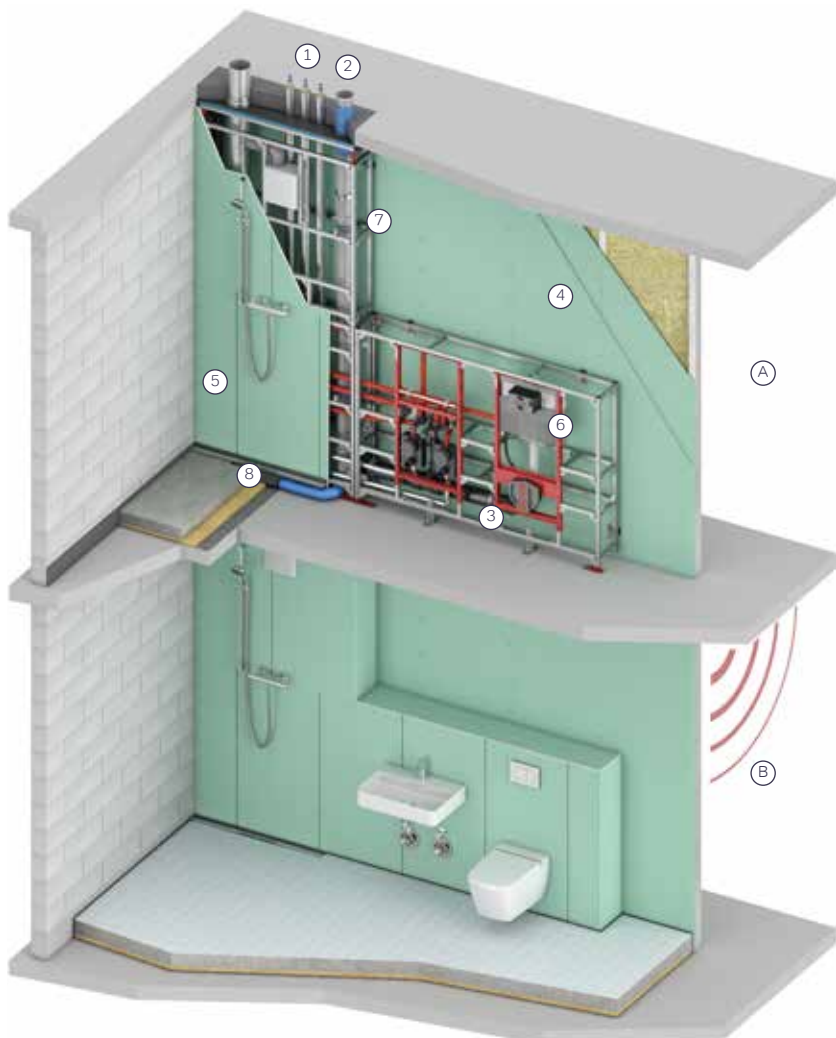
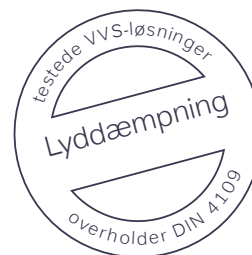
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin AS+ premium lyddæmpende rør
- ③ Vægkonstruktion, massiv 220 kg/m²
- ④ Gipsplade, 18 mm
- ⑤ Installationsvæg TECE-profil, toiletmodul med Uni-cisterne
- ⑥ Fastgørelse af afløbsrør med Wavin-systemrørbærer
- ⑦ Afløbsrende TECEdrainprofile

Installationslyd 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 IFØLGE			RESULTAT I HENHOLD TIL	KRAV IFØLGE		
	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 rum	23 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ overholdt	≤27dB(A) ✓ overholdt	≤25 dB(A) ✓ overholdt	20 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ overholdt	≤27dB(A) ✓ overholdt	≤24 dB(A) ✓ overholdt
Tilstødende rum	29 dB(A)	ingen krav	ingen krav	ingen krav	25 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) ✓ overholdt	EB II ≤30 dB(A) ✓ overholdt	ingen krav

I præsentationen af resultaterne er det altid den højeste værdi, der er angivet.

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



Rum

- (A) Tilstødende rum, 1. sal
- (B) Rum diagonalt nedenunder, stueetage

Materialer

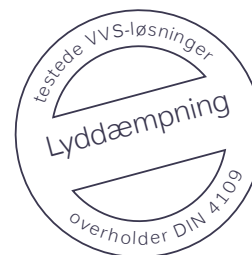
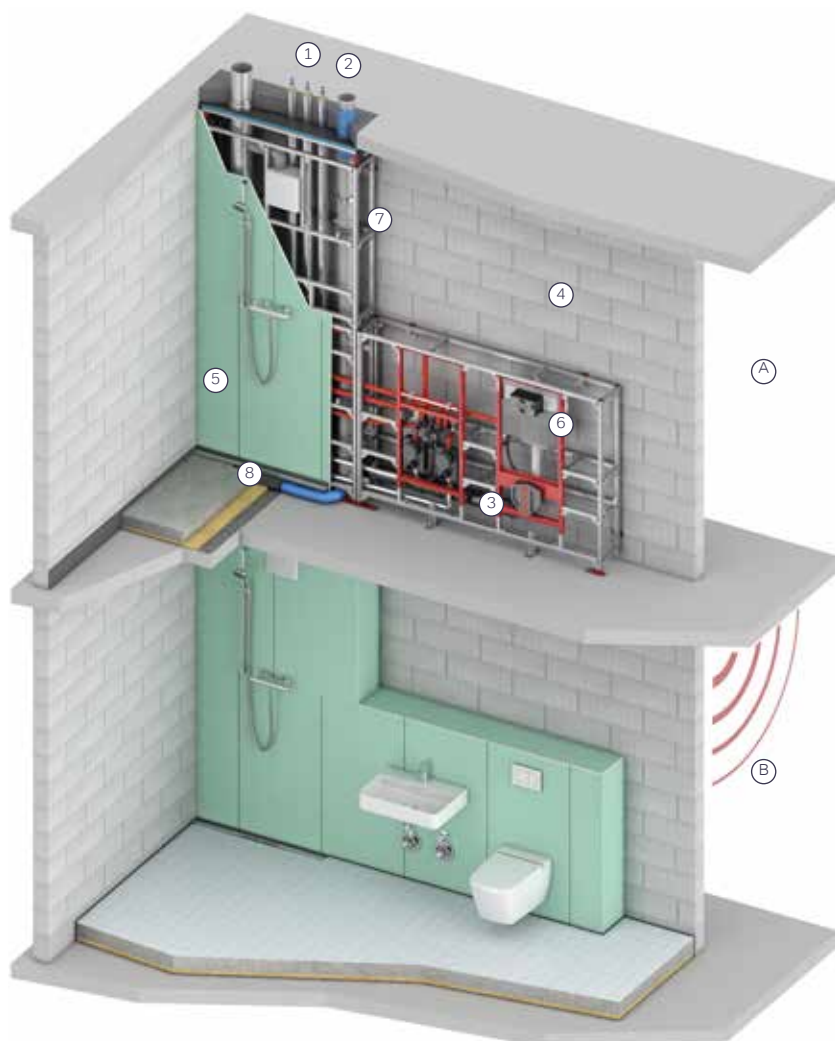
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin AS+ premium lyddæmpning (faldstamme)
- ③ Wavin SiTech+ (etage)
- ④ Gipsplader på begge sider og to lag med en tykkelse på 12,5 mm, hulrummet er fyldt med 60 mm mineraluld
- ⑤ Vægkonstruktion TECE-profil, toiletmodul med Uni-cisterne
- ⑥ Fastgørelse af afløbsrør med Wavin-systemrørbærer
- ⑦ Afløbsrende TECEdrainprofile

Installationslyd 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 IFØLGE			RESULTAT I HENHOLD TIL	KRAV IFØLGE		
	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
			Etageejendom	Paracelhuse, dobbelthuse og rækkehuse				
Diagonalt underliggende rum	18 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ overholdt	≤27dB(A) ✓ overholdt	≤25 dB(A) ✓ overholdt	18 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ overholdt	≤27dB(A) ✓ overholdt	≤24 dB(A) ✓ overholdt
Tilstødende rum	29 dB(A)	ingen krav	ingen krav	ingen krav	27 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) ✓ overholdt	EB II ≤30 dB(A) ✓ overholdt	ingen krav

I præsentationen af resultaterne er det altid den højeste værdi, der er angivet.

Fraunhofer IBP testrapport P-BA II/2022 massiv væg Wavin AS+ og Wavin SiTech+ og Wavin Tigris



Rum

- (A) Tilstødende rum, 1. sal
- (B) Rum diagonalt nedenunder, stueetage

Materialer

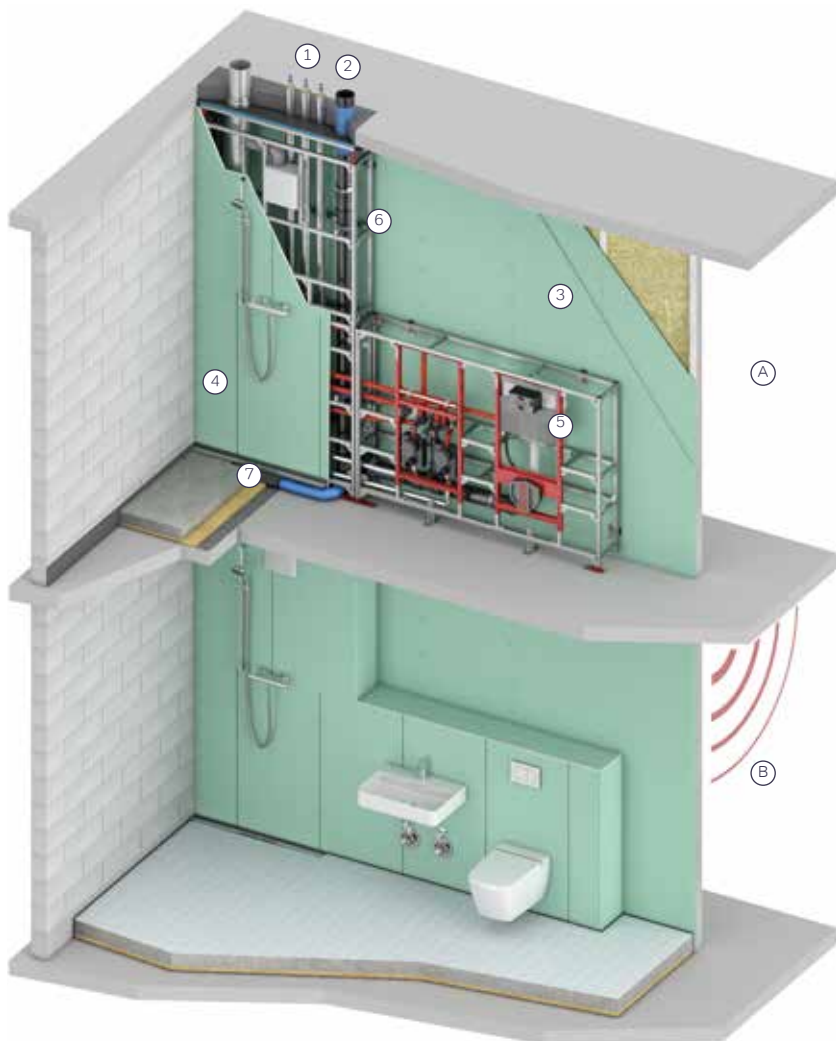
- (1) Wavin Tigris K5/M5
- (2) Wavin AS+ premium lyddæmpning (faldstamme)
- (3) Wavin SiTech+ (etage)
- (4) Vægkonstruktion, massiv 220 kg/m²
- (5) Gipsplade, 18 mm
- (6) Installationsvæg TECE-profil, toiletmodul med Uni-cisterner
- (7) Fastgørelse af afløbsrør med Wavin-systemrørbærer
- (8) Afløbsrende TECEdrainprofile

Installationslyd 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 IFØLGE			RESULTAT I HENHOLD TIL	KRAV IFØLGE		
	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 rum	23 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ overholdt	≤27dB(A) ✓ overholdt	≤25 dB(A) ✓ overholdt	19 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ overholdt	≤27dB(A) ✓ overholdt	≤24 dB(A) ✓ overholdt
Tilstødende rum	28 dB(A)	ingen krav	ingen krav	ingen krav	24 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) ✓ overholdt	EB II ≤30 dB(A) ✓ overholdt	ingen krav

I præsentationen af resultaterne er det altid den højeste værdi, der er angivet.

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



Rum

- (A) Tilstødende rum, 1. sal
- (B) Rum diagonalt nedenunder, stueetage

Materialer

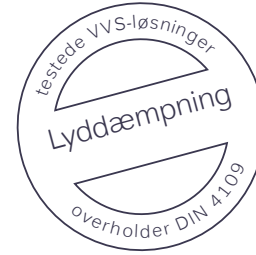
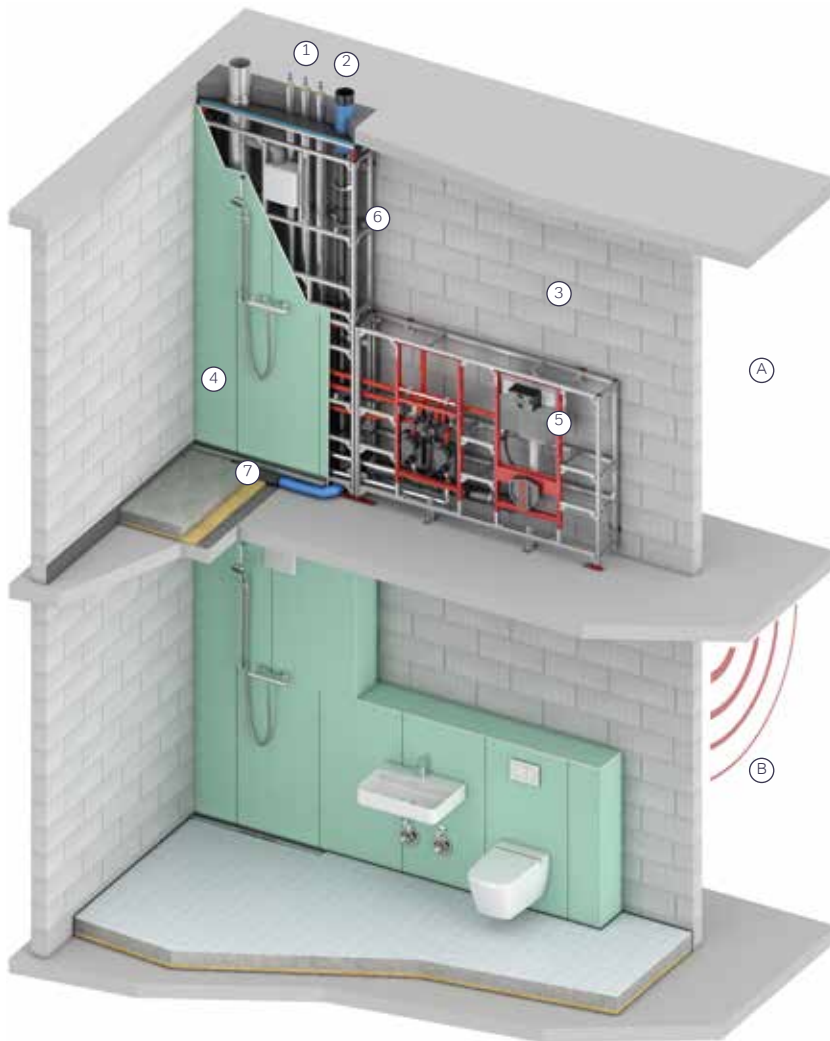
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin SiTech+
- ③ Gipsplader på begge sider og to lag med en tykkelse på 12,5 mm, hulrummet er fyldt med 60 mm mineraluld
- ④ Gipsplade, 18 mm
- ⑤ Vægkonstruktion TECE-profil, toiletmodul med Uni-cisterne
- ⑥ Fastgørelse af afløbsrør med Wavin-systemrørbærer
- ⑦ Afløbsrende TECEdrainprofile

Installationslyd 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 IFØLGE			RESULTAT I HENHOLD TIL	KRAV IFØLGE		
	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 rum	18 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ overholdt	≤27dB(A) ✓ overholdt	≤25 dB(A) ✓ overholdt	18 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ overholdt	≤27dB(A) ✓ overholdt	≤24 dB(A) ✓ overholdt
Tilstødende rum	28 dB(A)	ingen krav	ingen krav	ingen krav	27 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) ✓ overholdt	EB II ≤30 dB(A) ✓ overholdt	ingen krav

I præsentationen af resultaterne er det altid den højeste værdi, der er angivet.

Fraunhofer IBP testrapport P-BA 12/2022 Wavin SiTech+ og Wavin Tigris, massive vægge



Rum

- (A) Tilstødende rum, 1. sal
- (B) Rum diagonalt nedenunder, stueetage

Materialer

- (1) Wavin Tigris K5/M5
- (2) Wavin SiTech+
- (3) Installationsvæg, massiv 220 kg/m²
- (4) Gipsplade, 18 mm
- (5) Vægkonstruktion TECE-profil, toiletmodul med Uni-cisterne
- (6) Fastgørelse af afløbsrør med Wavin-systemrørbærer
- (7) Afløbsrende TECEdrainprofile

Installationslyd 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 IFØLGE			RESULTAT I HENHOLD TIL	KRAV IFØLGE		
	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 rum	25 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ overholdt	≤27dB(A) ✓ overholdt	≤25 dB(A) ✓ overholdt	21 dB(A)	≤30 dB(A) ✓ overholdt	≤27dB(A) ✓ overholdt	≤24 dB(A) ✓ overholdt
Tilstødende rum	27 dB(A)	ingen krav	ingen krav	ingen krav	24 dB(A)	EB I ≤35 dB(A) ✓ overholdt	EB II ≤30 dB(A) ✓ overholdt	ingen krav

I præsentationen af resultaterne er det altid den højeste værdi, der er angivet.

Forkortelser

L_{AF} Lydtrykniveau for tekniske installationer målt med frekvensvægtning A og tidsvægtning F (FAST) og angivet i dB(A).

$L_{AF,max}$ Maksimalt lydtrykniveau for tekniske installationer målt med frekvensvægtning A og tidsvægtning F (FAST) og angivet i dB(A).

$L_{AF,max,n}$ Maksimalt standardlydtrykniveau, karakteristisk værdi for effekten af lyd fra vandinstallationer og andre tekniske installationer på beboelsesrum, målt med frekvensvægtning A og tidsvægtning F (FAST), relateret til et referenceabsorptionsareal $A_0 = 10 \text{ m}^2$

frekvensvægtning A og tidsvægtning F (FAST), relateret til en efterklangstid på $T_0 = 0,5 \text{ s}$.

$L_{AF,max,nT}$ **Maksimalt standardlydtrykniveau**, målt med frekvensvægtning A og tidsvægtning F (FAST), relateret til en efterklangstid på $T_0 = 0,5 \text{ s}$.

L_{ap} **Lydniveau i fittings** vurderes med frekvensvægtning A som en karakteristisk værdi for en fittings lydadfærd.

$L_{AF,max,nT}$ **Maksimalt standardlydtrykniveau** målt med

Litteraturliste

1. DIN 4109-1:2018-01 Sound insulation in buildings – Part 1: Minimum requirements
2. DIN 4109-5:2020-08 Sound insulation in buildings – Part 5: Increased requirements
3. VDI 4100:2012-10, Sound insulation between rooms in buildings – Dwellings – Assessment and proposals for enhanced sound insulation between rooms
4. DEGA-Memorandum 104 2015-02 Schallschutz im eigenen Wohnbereich
5. DEGA-Empfehlung 103 2018-01 Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis
6. Schallschutz: Bauakustik, Grundlagen – Luftschallschutz – Trittschallschutz, 2. Auflage, Springer Vieweg
7. DIN 4109-36: 2016-07 Sound insulation in buildings – Part 36: Data for verification of sound insulation (component catalogue) – Technical equipment
8. IKZ.de Eavesdropping in the bathroom 19/07/2018

Discover our broad portfolio at www.wavin.com

- Water management
- Heating and cooling
- Water and gas distribution
- Waste water drainage



Wavin is part of Orbia, a community of companies working together to tackle some of the world's most complex challenges.

We are bound by a common purpose:
To Advance Life Around the World.

Wavin | Wavinvej 1 | DK-8450 Hammel | Telefon +45 8696 2000 | Internet www.wavin.dk
E-mail wavin.dk@wavin.com | www.wavin.com

Wavin operates a programme of continuous product development, and therefore reserves the right to modify or amend the specification of their products without notice. All information in this publication is given in good faith, and believed to be correct at the time of going to press. However, no responsibility can be accepted for any errors, omissions or incorrect assumptions.

© 2024 Wavin Wavin reserves the right to make alterations without prior notice. Due to continuous product development, changes in technical specifications may change. Installation must comply with the installation instructions.