

Entreprenører og leverandører i gulvbranchen møder ofte forventninger om at gulvet kan "løse de akustiske" krav der stilles til det moderne byggeri. Begreberne bruges i flæng og der synes at være nogen usikkerhed omkring definitioner og virkemåder. Når man taler om lyd/akustik og "støj-

dæmpning" er det meget vigtigt at man forholder sig til hvilken type af støj det er man vil dæmpe. Denne folder søger, at give et overblik over de grundlæggende principper og definitioner. Samt at belyse hvordan gulvbelægninger og konstruktioner påvirker de akustiske forhold i bygninger.

Myndighedskrav

I Bygningsreglementet stiller myndighederne krav til et vist lydmæssigt komfortniveau i vores bygninger, der står:

"Bygninger skal planlægges, projekteres og indrettes, så brugerne sikres tilfredsstillende lydforhold."

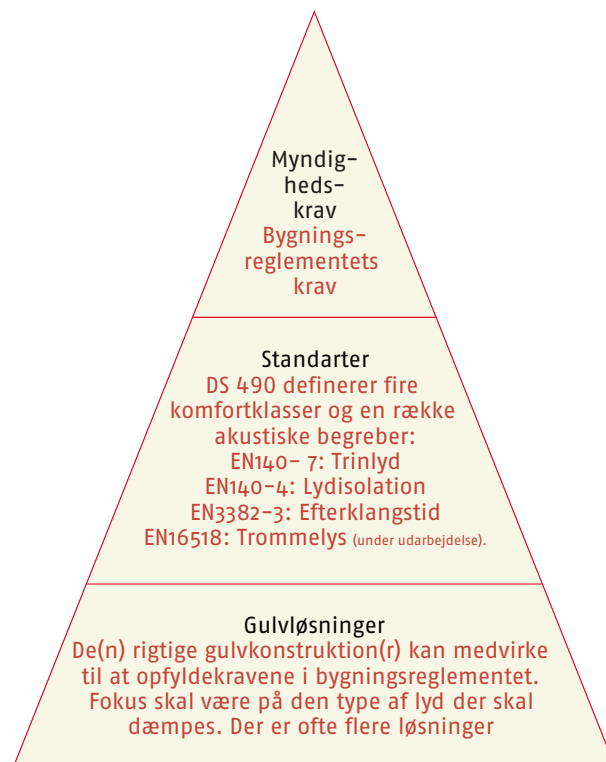
Bygningsreglementet anviser ikke, hvad reglementet indebærer eller hvordan det skal opfyldes. Information findes i Dansk Standard DS490. Standarden fastlægger nogle lydmæssige "komfortklasser", kaldet "lydklasser". DS490 definerer 4 klasser A, B, C og D.

Klasse C er det lavest acceptable niveau for nybyg. A & B er over og D er under og accepteres i princippet kun for ældre bygninger. For at kunne forstå, hvad lydklasserne indebærer, er det nødvendigt at forholde sig til en række definitionen på forskellige lydtekniske begreber. Disse defineres i DS490, der også henviser til en række til europæiske og internationale standarder for anvisninger på, hvordan man måler disse værdier.

Lydens udbredelse

Lyd kan udbredes via luft, dette kaldes ofte "direkte lyd" eller "luftlyd". Lyd kan også udbredes via mekaniske konstruktioner. I bygninger kalder vi ofte denne type af lyd for bygningslyd. Bygningslyden underdeles ofte i begreberne trinlyd og flangelyd.

Lyd måles i enheden decibel (db). Decibelskalaen er logaritmiskskala, hvilket gør den vanskelig at arbejde med. En fordobling af lydniveauet svare på den måde til en forøgelse på 3 db. Normalt hørende mennesker kan netop registrere en ændring på 1 db, mens 3 db er en tydelig ændring.



Akustik: læren om lyd

Lydbølger er periodiske variationer i lufttrykket. Lyd kan dog også transmitteres i faste materialer som svingninger

Luftlyd

Luftlyd er fx tale, musik, støj fra maskiner og apparater. Når en luftbåren lydølge rammer et materiale, bliver en del af energien reflekteret, en anden del bliver absorberet af selve materialet, og den resterende del af energien bliver transmitteret igennem materialet.

Den lyd der reflekteres i et rum oplever vi som det, vi også kalder for "ekko". I rum med stor refleksion har vi meget ekko. Ekkoet udtrykkes mere præcist i en efterklangstid.

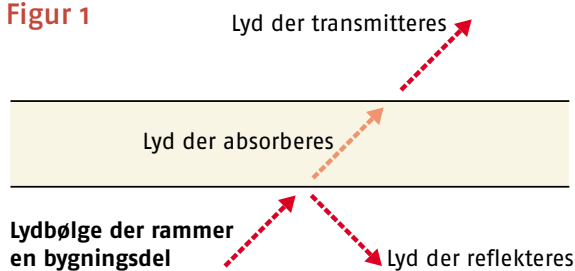
Ved efterklangstiden forstås, den tid det tager lydtrykniveauet at falde 60 db efter lyd-kilden er stoppet. Efterklangstiden måles i sekunder. Ref. EN/ISO 3382-2.

Når nogle rum har en lille refleksion (ingen ekko) skyldes det at nogle materialer er gode til at absorberer lyden. Rum-mets evne til at absorbere lyden angives i en lydabsorptionskoefficienten.

Lydabsorptionskoefficienten udtrykker forholdet mellem den absorberede lyd og den indkomne lyd. Værdien angives som en koefficient mellem 0,00 og 1,00, hvor en værdi på 1,00 betyder, at al lyd bliver absorberet. En værdi på 0,00 betyder, at ingen lyd bliver absorberet, men at al lyden reflekteres.

Som før nævnt vil en del af den luftbårne lyd også kunne transmitteres gennem materialet. I forbindelse med bygningsakustik er denne egenskab ofte uønsket. Man bruger i denne sammenhæng ofte begrebet "lydisolering" til at beskrive en bygningsdels evne til at hindre lyd transmission. Figur 1. illustrer begreberne.

Figur 1



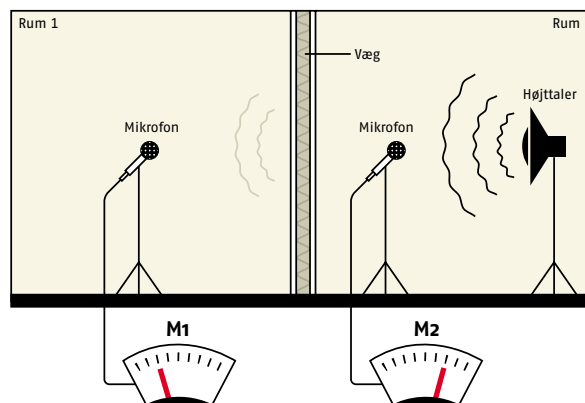
Det er kun en lille del af den lyd der transmitteres rundt i vores bygninger der stammer fra "luftlyd".

Ved luftlydisolation forstås, bygningens evne til at isolere/stoppe lyd der er transmitteret i luft. Evnen til "luftlydisolation" måles i db og angives ved en R_w værdi.

På figur 2 er princippet illustreret. Som eksempler kan gives tale, musik, støj fra diverse installationer eller andre lyde.

Langt størsteparten stammer fra mekaniske påvirkninger fra fx fodtrin. Indenfor bygningsakustik opererer man med begrebet "Trinlyd".

Figur 2: Luftlydisolation

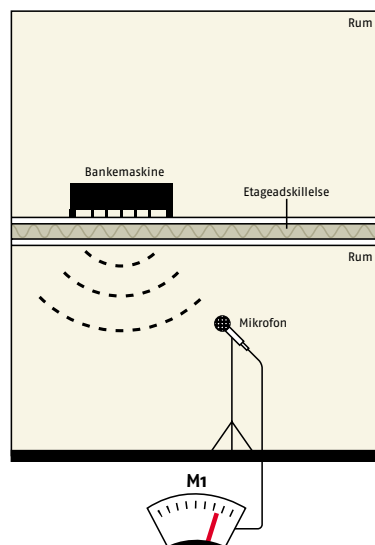


Trinlyd

Ved trinlyd forstås, bygningens evne til at transmittere lyd lodret igennem bygningsdelene. Denne type af lyd frembringes typisk af gang og (her af navnet "trinlyd"). Evnen til Trinlydisolering måles i db og angives ved en L_a værdi.

EN/ISO140-7 definerer hvordan trinlydsdæmpning måles. Princippet er, at man banker på gulvet med en speciel bankemaskine og måler lyden i lokalet neden under. På figur 3 er princippet illustreret.

Figur 3: Trinlyd

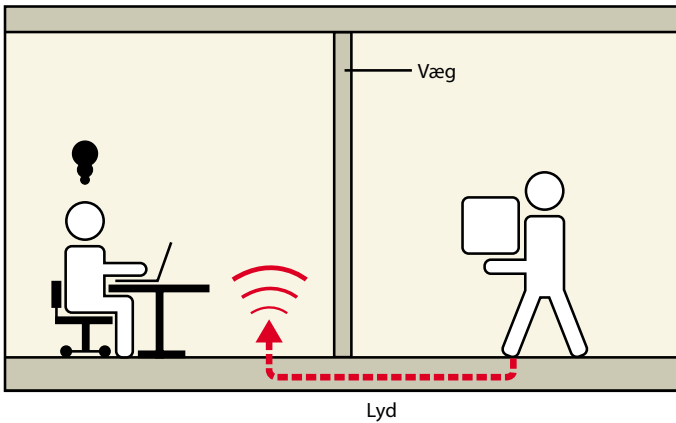


Man kan også opleve en vandret transmission af lyd via gennemgående bygningsdele. Denne type af lyd kaldes for flangetransmission.

Flangetransmission

Flangetransmission er lyd der trænger ind i det andet rum på indirekte måder (gennem gulve, vægge o.lign.).

Figur 4: Flangetransmission

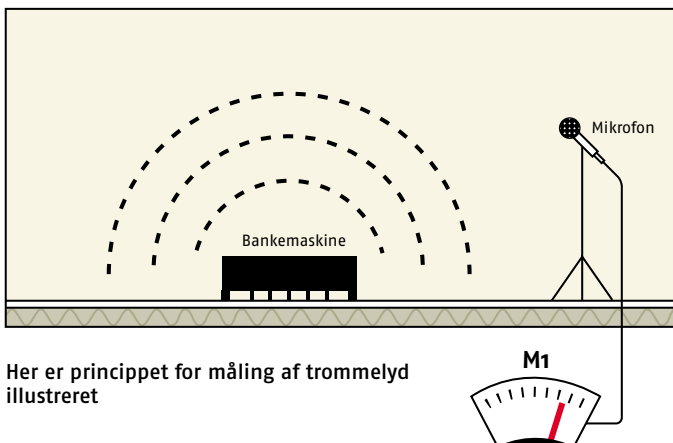


Trommelyd

Når man går på et gulv kommer der en lyd. Den lyd man kan høre på etagen nedenunder kaldes for trinlyden, se figur 3. Den lyd man kan registrere i selve rummet kaldes for trommelyden. Trommelyd er lyden fra trinstøj og gulvbelægning i det rum hvor lyden skabes. Trommelyd er i sær relevante ved laminat og trægulve der er lagt svømmende. Ved denne konstruktion kan man opleve at lydniveauet i rummet bliver højere efter udlægning af gulvet, end det var før. Gulvbelægningen bidrager på den måde "negativt" til rummets lydkomfort. Trommelyd indgår ikke som en parameter i de tidligere nævnte lydklasser. Der er en europæisk standard under udarbejdelse.

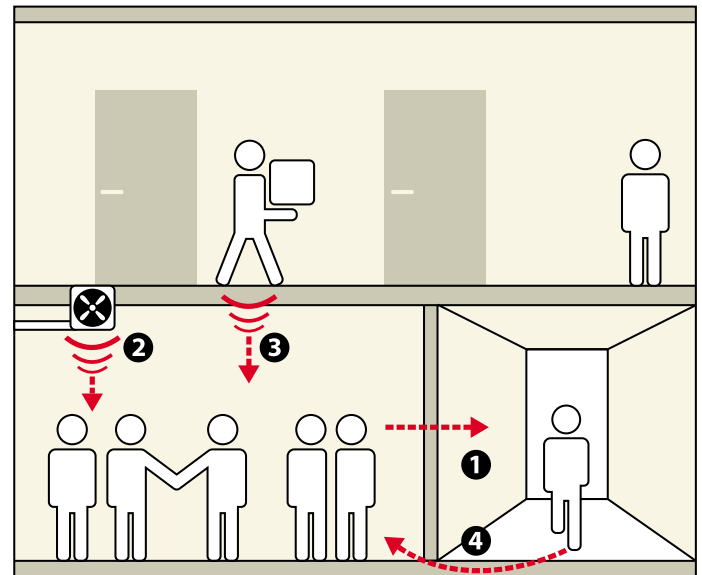
EN 16518 (under udarbejdelse) beskriver, hvordan trommelyd skal måles på elastiske gulvbelægnings.

Figur 5: Trommelyd



Her er princippet for måling af trommelyd illustreret

Figur 6: Akustiske begreber



Her illustreres de vigtigste akustiske begreber

1. Luftlydstransmission gennem en væg stammende fra tale
2. Mekanisk frembragt lyd (fra ventilator)
3. Luftlydstransmission gennem etageadskillelser fra fx tale (luftlyd) eller trin (bygningsslyd)
4. Flangetransmission af lyd

Rumtyper og lydkrav DS490

DS490 definere to typer af rum i vores bygninger:

- **Beboelsesrum:** Opholds og/eller sove rum i en bolig. Her medregnes ikke små afgrænsede rum som entreer, baderum og køkkener
- **Fællesrum:** Opholdsrum, gange, trapper og lignende der er fælles for flere boliger. Her medregnes beboerlokaler, der fx kan bruges til spisning, fjernsyn og andre fælles aktiviteter

DS 490 definerer en række lydklasser/komfort niveauer som vores bygninger skal overholde.

	Beskrivelse	Bygningsreglementet
Lydklasse A	Rum hvor beboeren kun nogen gange forstyrres af støj	- Bedste klasse - Langt over BR's krav
Lydklasse B	Beboer bliver kun nogen gange forstyrret af støj	Betydelig bedre end BR's krav
Lydklasse C	Ca. 15 – 20 % af beboerne bliver indimellem forstyrret af støj	Denne klasse svarer til intentionerne i BR
Lydklasse D	- Bygninger med mindre tilfredsstillende lydforhold - Typisk ældre bygninger - Bør ikke bruges i forbindelse med nybyggeri	

DS 490 definerer følgende grænseværdier for luftlydisolation, trinlyd og efterklangstid for de 4 lydklasser.

Luftlydisolering R_w målt i db

Lydklasse	A	B	C	D
Bolig – fællesrum	68	63	60	55
Bolig – rum udenfor bolig	63	58	55	50
Opholdsrum – opholdsrum	63	58	55	50
Dør Bolig – Fællesrum	32	32	32	27

Trinlyd isolering L målt i db

Lydklasse	A	B	C	D
- Fællesrum med støjende aktivitet. (erhverv / fællesrum) - Beboelse, køkkener og fælles opholdsrum	38	43	48	53
Andre boliger og fællesrum – Beboelsesrum og køkkener	43	48	53	58
Fællestrapperum og gange samt til et og bad i andre boliger – Beboelsesrum og køkkener	63	58	55	50
Dør Bolig – Fællesrum	32	32	32	27

Efterklangstid T målt i sekunder

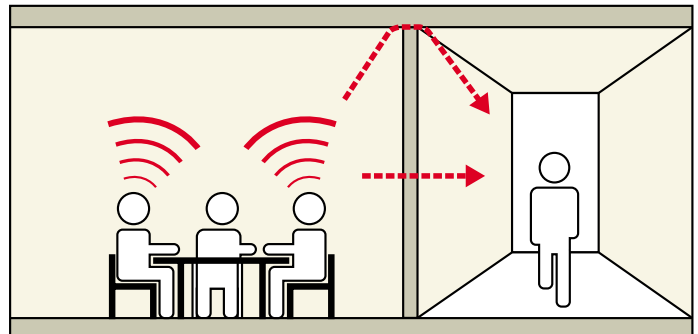
Lydklasse	A	B	C	D
Trapperum og gang med adgang til mere end to boliger/erhvervsenheder	1,0	1,0	1,3	1,3
Gangarealer der i noget omfang bruges til ophold, fx plejehjem	0,9	0,9	0,9	0,9
Fællesopholdsrum	0,6	0,6	0,6	-

Når man taler lyd/akustik og "støjdæmpning" er det meget vigtigt at man forholder sig til hvilken type støj, man vil dæmpe/reducere.

I det følgende kommer nogle generelle anvisninger/metoder til at reducerer de forskellige støjtyper.

Luftlydisolation (vandret)

Luftlydstransmission mellem to naborum sker gennem den adskillende bygningsdel, gennem flankerende bygningsdele og gennem utætheder i bygningsdelene eller i samlingerne mellem dem.



Gulvet har meget lille indflydelse på den vandrette lydtransmission gennem vægge o.lign. Brugen af bløde belægninger vil gavne, idet de bløde overflader vil absorbere en del af lyden og på den måde mindske lydtrykket. Det er væggen konstruktion, der skal fokuseres på. Ved at bruge "tunge skillevægge" kan man opnå en luftlydisolering i størrelsesordenen 45 – 60 db.

For at opnå god luftlydisolation af en bygningsdel skal den enten være tung (beton, mursten) eller opbygges som dobbeltkonstruktion.

Ved dobbeltvægge med stive vægdele skal der være fuldstændig adskillelse mellem vægdelene og i til stødende bygningsdele ud for mellemrummet mellem vægdelene. Dobbeltvægge med slappe vægdele kræver ikke altid adskillelse i tilstødende bygningsdele og er ikke så kritiske med hensyn til adskillelse mellem vægdelene.

Utætheder i bygningsdele eller mellem bygningsdele har en afgørende indflydelse på bygningsdelens lydisolering. Selv små utætheder kan ødelægge effekten af en ellers god lydisolation. Det er derfor vigtigt at udforme konstruktionerne så naturligt svind og bygningsbevægelser ikke medfører utætheder mellem tilstødende rum. Det er ligeledes vigtigt, at vægge er gennemgående, fra overside dæk til underside dæk, samt at rørgennemføringer m.v. tættes omhyggeligt.

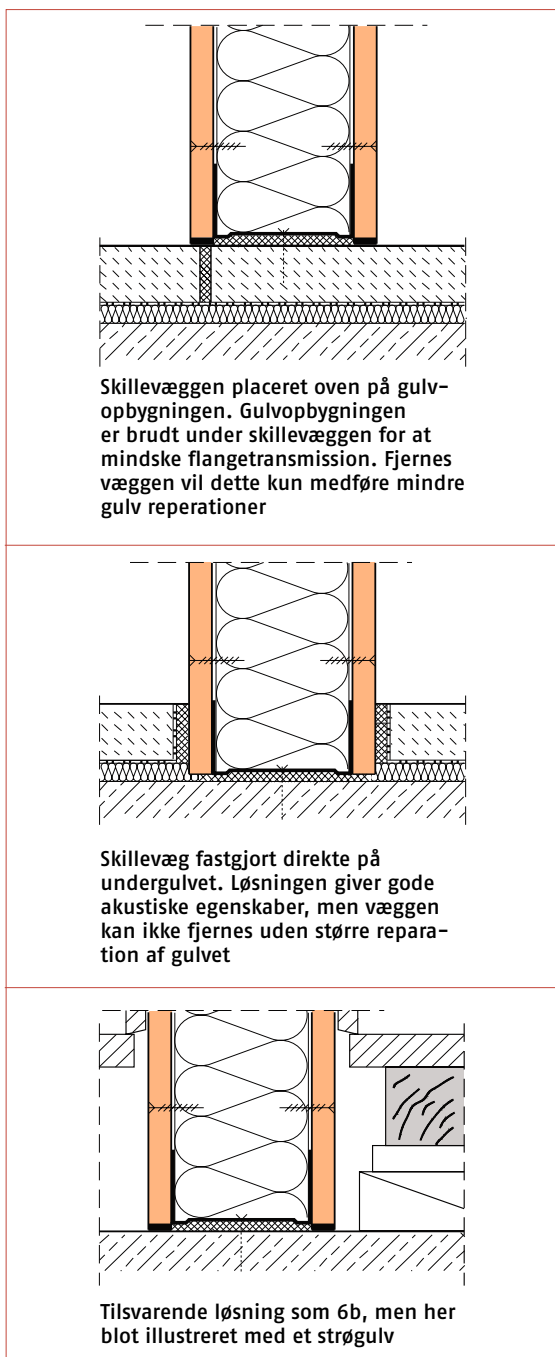
Flangetransmission

Flangetransmission sker når lyd overføres fra et rum til et andet ved gennemgående bygningsdele. Flangetransmission er særlig et problem ved lette skillevægge og facader, der passerer ubrudt forbi en skillevæg eller et dæk.

Flangetransmissionen kan nedsættes ved at afbryde de gennemgående bygningsdele ud for de rumafgrænsende bygningsdele. På den måde forhindres lyden i at forplante sig. Ønsker man, at begrænse flangetransmitteret lyd, kan dette udføres ved, at undergulvene udføres som svømmende gulve. Det skal sikres, at undergulvet ikke har kontakt med de tilstødende bygningsdele.

På figur 6a, b og c er der givet nogle eksempler på denne type af konstruktioner.

Figur 6a, 6b og 6c: Flangetransmission



Luftlydisolation (lodret)

For den lodrette luftlydstransmission er den samlede gulvkonstruktion særdeles væsentlig. Her gælder det også at tunge konstruktioner, dæmper bedre end lette konstruktioner og man bør indtænke et eller flere lydabsorberende lag i konstruktionen.

Betondæk

I nedenstående tabel er som eksempel angivet luftlydisolationen for en traditionel etageadskillelse med bærende del i form af betonelementer og med gulvopbygning i form af trægulv på strøer med bløde mellemlæg. Tilsvarende værdier opnås ved gulvopbygning i form af svømmende beton- eller asfaltgulv.

Luftlydisolation R_w for et betondæk

Dæktype	Massiv beton			Huldæk		Ribbedæk	
Tykkelse i mm	120	150	185	185	215		
Masse kg/m^2	290	360	440	310	330	280	320
R_w i db	51	53	55	53	53	51	53

Isoleringskravet $R_w = 53$ dB kan også opfyldes af dæk (massive betondæk eller huldæk med betonafretning) med en samlet masse på 430 kg/m^2 . På den måde kan gulvopbygningen udelades. Af hensyn til trinlydniveauet skal dækkene forsynes med trinlyddæmpende belægning.

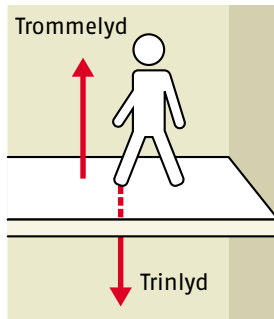
Hvor kravene til luftlydisolation er store, kan de ovenfor beskrevne dæktyper forsynes med et nedhængt underloft. Underloftet kan være et pladeloft med mineraluldsisolering og ophængt i stropper. Hvor lydisolerende underloft skal bruges, må det påregnes, at også de flankerende vægge skal forsynes med lydisolerende forsatsvægge.

Trinlydisolering

Trinlyd er en lodret lyd transmission gennem en bygningsdel der er frembragt ved en mekanisk påvirkning.

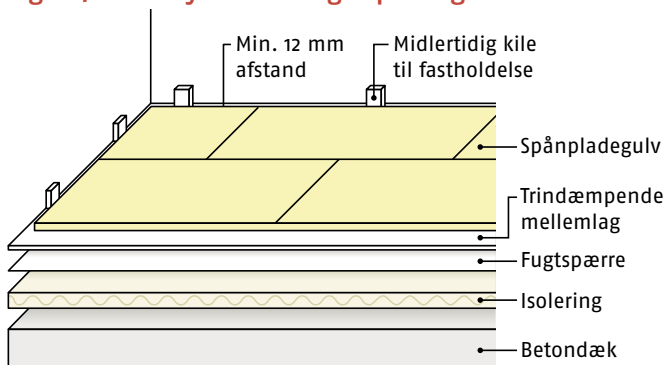
For at opnå en god trinlydisolation bør der indbygges et eller flere lydabsorberende lag i dækkonstruktionen, så lyden "brydes". Det kan gøres på flere måder.

Figur 7a: Trinlyd/trommelyd



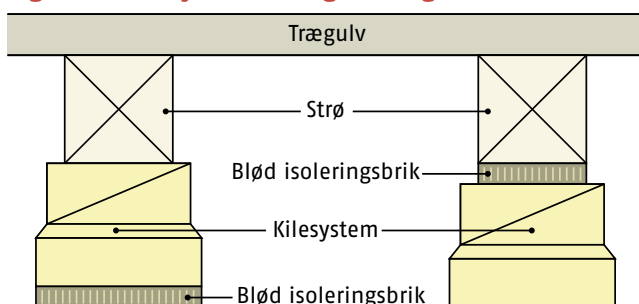
I figur 7b er vist et eksempel på pladegulv, under hvilket man har lagt et trinlydsdæmpende underlag. Trinlydsdæmpende underlag kan typisk formindske trinlyden med 18 – 20 db.

Figur 7b: Trinlydisolering - pladegulv



For strøgulve har man en mulighed for, i forbindelse med opklodsningen af strøerne, at indlægge en lydbrik under eller oven på opklodsningen. Ved brug af "lydbrikker" kan trinlyden formindskes med ca. 4 db.

Figur 7c: Trinlydisolering - strøgulv

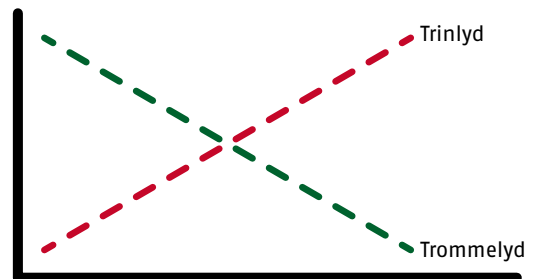


Elastiske og tekstile belægninger (linoleum, vinyl og tæpper) giver i sig selv en vis trinlydsdæmpning. I figur 9 ses typiske værdier, for forskellige produkttyper.

Trommelyd

Den lyd vi registrerer fra gulvet i et rum, når vi går på gulvet, kaldes for trommelyd. Trommelyden fra et gulv kan være ganske generende. Trommelyden opleves tydeligst på lette løst liggende hårde gulvtyper, som fx laminatgulve, hvor man kan opleve at akustikken i rummet forværres, sammenlignet med et bart beton gulv.

Som nævnt under afsnittet omkring trinlyd reducerer løst liggende svømmende gulve udlagt på et lydæmpende underlag, trinlydsstøjen i en bygningsdel. Denne konstruktion vil i forhold til trommelyd give den modsatte effekt og man kan på den måde komme ud for at man ved at reducerer trinlyden introducerer et nyt problem med hensyn til trommelyden.



Der er en EN-norm under udarbejdelse der fastlægger standardiserede metoder til måling af trommelyden.

Gulvløsninger

Akustik er et komplekst område og inden man begynder at tale om forskellige mulige metoder til at forbedre en bygningsdels akustisk, er det vigtigt at man gør sig klart, hvilken form for akustik man gerne vil påvirke. Eller sagt på en anden måde; hvilken støjgene man ønsker at mindske.

Desuden skal man være opmærksom på at decibelskalaen er en logaritmisk skala. Det betyder at $1 + 1 \neq 2$. Har man i et rum fx 2 identiske støjkluder (kopimaskiner e.lign) der begge leverer et lyd niveau på 62 db, vil det "samlede" lydniveau blive 65 db.

Bygningsakustik er et ekspertområde som du, som gulventreprenør, bør overlade til akustikere

Forbedret luftlydisolation

Gulvmaterialerne kan medvirke til indirekte at formindske luftlydstransmissionen mellem to lokaler. Fokus skal være på materialernes evne til at absorbere lyden i det rum hvor den generer. Som tidligere nævnt udtrykkes dette ved lydabsorptionskoefficienten.

Det vil generelt være sådan at materialer med en åben "diffus" struktur har en højere lydabsorptionskoefficient end materialer med en lukket og glat struktur. Omsat produkttyper vil tekstile belægninger med meget luv have en større lydabsorptionskoefficient end hårde og glatte belægninger med sten, epoxy o.lign. som er deres modpol. Hvis man vil forbedre luftlydisolationen skal man fokusere på materialernes evne til at absorbere lyden udtrykt ved lydabsorptionskoefficienten.

Det skal dog understreges, at hvis der tales om horisontal lydlydisolation, så er det opbygningen af de lodrette flader (væggene) fokus skal rettes mod. Indflydelsen fra gulvet vil være minimal.

Forbedret trinlydisolation

Ønskes en forbedret trinlydsdæmpning, skal man fokusere på den lodrette lydtransmission mellem etagerne. Denne type at støj/lyd stammer fra en "mekanisk" kilde og transmitteres via bygningsdele. Afbrydelse af den bygningsdel der overfører lyden er en effektiv måde at stoppe lyden. Det er også sådan, at tunge materialer bremser lyden bedre end lette materialer (lyd er energibølger, der skal mere energi til at sætte et tungt materiale i svingninger end der skal til at sætte et let materiale i svingninger, derfor dæmper tunge materialer generelt bedre). Det er især undergulvenes masse der har betydning for trinlydisolationene.

I mange byggerier afrettes etageadskillelsen med et tyndpudslag udlagt som et svømmende (selvbærende) gulv på en glidefolie. Med denne metode fås ofte et godt plant undergulv, hvorpå der kan lægges de fleste typer af gulvbelægning. Lægges der under glidefolien en lydabsorberende måtte, d.v.s. en blød måtte med en stor lydabsorptionskoefficient fås en konstruktion der har en trinlydsdæmpning i størrelsesordenen 46 – 53 db.

Reduktion af efterklangstiden

For at få efterklangstiden ned i et rum skal man øge rummets evne til at absorbere lyden. Lydabsorptionskoefficienten er, som nævnt, et mål for forholdet. Lydabsorptionskoefficienten vil afhænge af de materialer der indbygges i rummet samt den mængde hvori de bruges og man taler i denne forbindelse om den ækvivalente lydabsorptionskoefficient. Bruges der i et rum et materiale med en α -værdi på 0,25 på 20 m² vil rummet have en ækvivalente lydabsorptionskoefficient på 5. Det kunne også have været opnået med et areal på 10 m² og et andet materiale valg med en α -værdi på 0,5.

For gulvbelægningerne vil det generelt være sådan, at bløde tekstile belægninger med høj luv vil have en højere værdi end glatte og hårde belægninger (som fx sten).

Best praksis

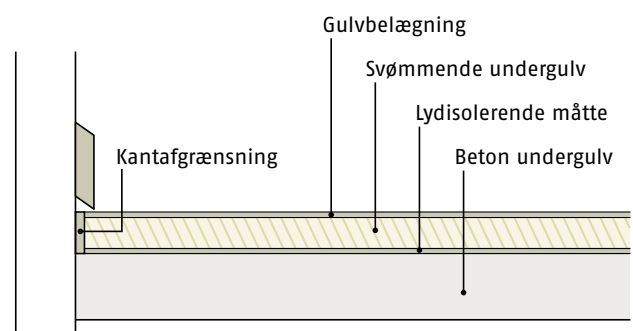
Den type af konstruktion, der i de fleste tilfælde, vil give den største totale dæmpning vil være, et svømmende undergulv i cement eller lignende (et tungt materiale) udlagt på en lydabsorberende måtte med en fuldklæbet tekstil belægning. Det svømmende undergulv afsluttes mod lodrette flader med en kantafgrænsning af lydabsorberende materiale.

Det svømmende undergulv giver en god trinlydsdæmpning mod underliggende lokaler. Afbrydelsen mod de lodrette afgrænsninger sikre en god dæmpning af flangetransmitteret lyd og det tunge undergulv vil give en god dæmpning af trommelyden. En tekstil gulvbelægning vil medvirke til at mindske efterklangstiden.

Der er dog en række forhold/forudsætninger der skal være på plads for at man får det optimale ud af konstruktionen.

Den lydabsorberende måtte skal være så trykfast at den ikke deformeres. Falder den sammen, vil dens effekt mindskes eller forsvinde. Kantafslutningerne er også kritiske. Udføres de ikke korrekt kan der opstå lydbroer. Tyndpudsleverandørernes anvisninger skal følges nøje.

Figur 8: Oversigt over forskellige værdier for trinlydsdæmpning



I figur 9 er der en oversigt over forventelige trinlydsdæmpningsværdier en er en oversigt over forventelige værdier for trinlydsdæmpning.

Det understreges at værdierne er vejledende og at de ikke kan adderes.

Figur 9: forventelige trinlydsdæmpningsværdier

Produkt gruppe	Forventelig trinlydsdæmpning
Elastiske belægnings	
Gummi med std. bagside (2,0 mm)	5-6 db
Gummi med std. bagside (2,0 – 3,0 mm)	6-10 db
Gummi med std. bagside (3,0 – 4,0 mm)	8-10 db
Gummi med std. bagside (> 4,0 mm)	Op til 15 db
Gummi med akustik bagside	18 – 20 db
Linoleum med std. bagside (2,5 mm)	4-6 db
Linoleum med std. bagside (3,2 mm)	6-9 db
Linoleum med akustik bagside	14 db
Homogene vinyl (2,0 mm)	2-4 db
Homogene vinyl med akustikbagside	15 db
Tekstile belægnings	
Tæppefliser	12 – 30 db
Tæpper – banevare	16 – 35 db
Fugefri belægnings	
Polyuretaner	3 – 4 db
Epoxyer	2 – 3 db
Polyuretaner på akustikunderlag	12 – 20 db
Undergulve	
Træbjælkelag med lerinskud og pudset loft Tyndpuds 25-30 mm udlagt på trinlydsdæmpende underlag	50 – 53 db
Insitustøbt betondæk 180 mm med loft. Tyndpuds 25-30 mm udlagt på trinlydsdæmpende underlag	43-46 db
Huldæk m. loft 220 mm. Tyndpuds 25-30 mm udlagt på trinlydsdæmpende underlag	46 – 48 db
Huldæk 320 mm. Tyndpuds 25-30 mm udlagt på trinlydsdæmpende underlag	44 – 46 db

OPLYSNINGERNE ER BASERET PÅ LEVERANDØROPLYSNINGER