

# 4.4

## Rumakustik

4.4 Rumakustik

Indhold

4.4.0 Akustisk indeklima .....	453
4.4.1 Akustiske begreber .....	454
4.4.2 Lovkrav .....	457
4.4.3 Gode akustiske huskeråd .....	458

### Akustisk indeklima

Akustik er blevet en vigtig faktor i nutidens byggeri og i dag skal de akustiske forhold projekteres under fuld hensyntagen til lokalernes og bygningernes anvendelsesområde.

Bygherrer og arkitekter stiller i stigende grad krav til det æstetiske udseende og har ønsker om fleksible designløsninger. Det betyder at kravene til byggematerialernes egenskaber i dag er meget komplekse, men det behøver løsningerne ikke at være.

Gyptone Akustikløsninger findes i mange forskellige designmønstre og montageformer som kan anvendes på forskellig vis, og der findes således et bredt udvalg af løsninger til såvel akustiklofter som akustikvægge.

Gyptone Akustikløsninger er udviklet til at imødekomme nutidens krav og ønsker.

### Dokumenterede løsninger

Gyproc har gennem en årrække udført et stort antal akustiske målinger inden for bl.a. undervisningssektoren. Målingerne er gennemført i brugsklare rum, dvs. rum som er færdigmonteret og indrettet med inventar og møbler. Målingerne giver med andre ord det sande billede af rummets akustik under de faktiske forhold.

De gennemførte målinger dokumenterer, at man med anvendelse af Gyptone Akustikløsninger kan opfylde gældende krav iht. BR 2010 med tilhørende vejledninger. Samtidig dokumenterer målingerne, at der med Gyptone Akustikløsninger opnås stor taleforståelighed i de pågældende rum.

Taleforståelighed er en vigtig parameter i specielt undervisningssegmentet og den har stor betydning for elevernes opfattelses- og indlæringssevne.

### Hvad er god akustik ?

God akustik er til stede, når brugerne af et givent rum ikke føler ubehag eller gener under normale brugsforhold.

For at der kan opnås en god akustik er det vigtigt, at der foretages en analyse af rummets/bygningens udformning, indretning og anvendelse. Denne analyse kan sammen med en egentlig projektering udføres af en professionel akustiker eller en anden fagmand som besidder den nødvendige viden på området.

Desværre sker det ofte, at man først efter at rummet/bygningen er taget i brug, erfarer at de akustiske forhold er utilstrækkelige. I sådanne tilfælde bliver det ofte kompliceret og uforholdsmæssigt dyrt at gennemføre forbedrende foranstaltninger.

### Hvad er støj ?

Støj kan beskrives som værende "uønsket lyd" der har negativ indvirkning på opholds-, undervisnings- eller arbejdsforholdene i et givent rum.

Eksempler på støj er:

- Trinstøj fra gangarealer
- Ventilationsstøj
- Trafikstøj
- Kollegaer som taler højt
- Støj fra kopimaskiner, printere, plottere etc.
- Støj fra tilstødende lokaler

### Akustisk hjælp fra Gyproc

Kontakt gerne Gyproc for teknisk rådgivning eller find flere oplysninger på [www.gyptone.dk](http://www.gyptone.dk)

Akustiske begreber

Efterklangstid

Efterklangstiden er den tid, det tager lyden at aftage 60 dB i et rum. BR 2010 stiller krav til efterklangstid for en række forskellige rumtyper. Den praktiske efterklangstid i et rum, fastlægges på basis af standardiserede målemetoder. Når rummet er bygget færdigt, indrettet og taget i brug gennemføres målingen af den faktiske efterklangstid. Denne måling er således et udtryk for, hvor effektivt rummet fungerer i praksis.

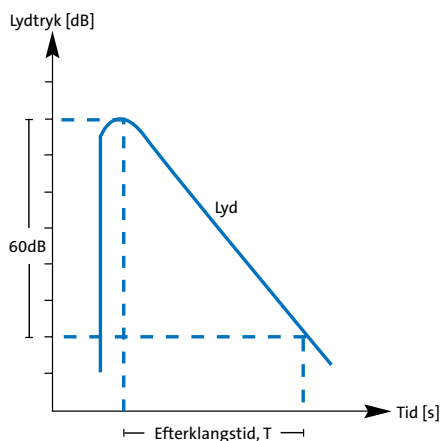
Et rums teoretiske efterklangstid kan beregnes ud fra data om rummets geometri (volumen og overfladeareal), de forskellige overfladetyperes areal og absorptionssevne samt inventar og møblering. Der findes meget avancerede og præcise beregningsprogrammer til de mere komplekse projekter, men en simpel beregning på regulære rum kan foretages efter Wallace Clement Sabines formel:

$$T = 0,16 \times V/A, \text{ hvor}$$

T = Efterklangstid [s]

V = Rummets volumen [m<sup>3</sup>]

A = Rummets samlede ækvivalente absorptionsareal [m<sup>2</sup>]



Graf for måling af efterklangstid

4.4.1

Ækvivalent absorptionsareal

En bygningsdels ækvivalente absorptionsareal kan defineres som absorptionskoefficienten multipliceret med bygningsdelens overfladeareal.

Rummets samlede ækvivalente absorptionsareal anvendes til at beregne efterklangstiden i et lokale, eller stilles som et akustisk krav (iht. Arbejdstilsynets vejledning 1.16, December 2008 - Kontorer, laboratorier og butikker).

RASTI (Taleforståelighed)

RASTI (Rapid Speech Transmission Index) er en metode, hvorpå man kan måle et rums taleforståelighed. Med et instrument måler man således, hvor godt information kommer igennem fra afsender til modtager.

RASTI måles flere forskellige steder i et givent rum og værdien kan variere fra et sted til et andet i det samme rum.

Taleforståelighed angives efter STI-skalaen (0 - 1), hvor intervallet under 0,3 svarer til "uforståeligt" og intervallet over 0,75 svarer til "rigtig god" taleforståelighed.



STI-skala

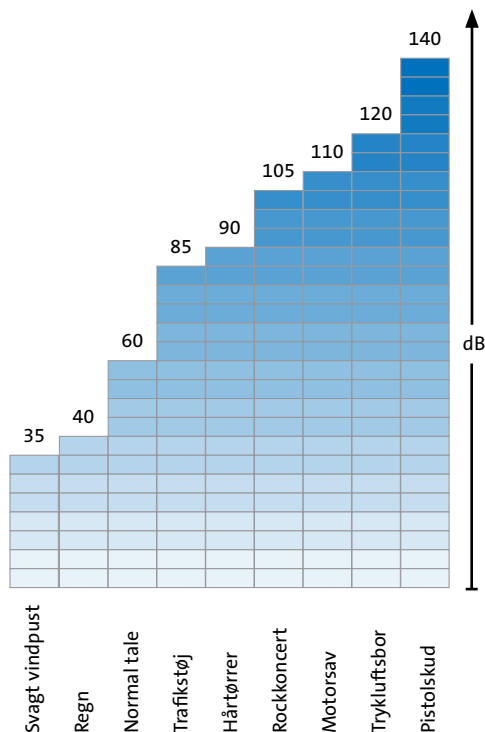
Gyptone Akustikløsninger er udviklet med en nøje afstemt kombination af absorption og refleksion og er derfor et produkt som med fordel kan anvendes i rum hvor der ønskes god taleforståelighed.

## Akustiske begreber

## Lydstyrke

Lyd er energiudladninger der i form af trykbølger bevæger sig gennem luften og som af det menneskelige øre omsættes til det som vi opfatter som "lyd".

Øret kan opfatte selv meget små variationer ved lave lydtrykkniveauer. Ved høje lydtrykkniveauer fornemmer øret først ændringerne ved langt større variationer. Lydtryk angives efter den logaritmisk opbyggede "decibelskala".

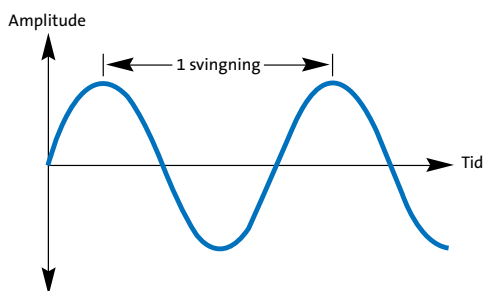


Lydtryk [dB] fra forskellige typer af lydkilder

## Frekvens

Frekvens udtrykkes i Hertz (Hz) og er et mål for hvor ofte en svingning (lydbølge) forekommer i løbet af et sekund. Angives der en frekvens på f.eks. 125 Hz betyder det at svingningen (lydbølgen) gentager sig selv 125 gange for hvert sekund.

Lovgivningen beskriver krav til frekvenser efter en logaritmisk opbygget skala i frekvensbåndene 125, 250, 500, 1000, 2000 og 4000 Hz. Det menneskelige øre kan opfatte frekvenser mellem 20 Hz og 20.000 Hz, men den øvre grænse aftager gradvist med alderen.



## Akustiske begreber

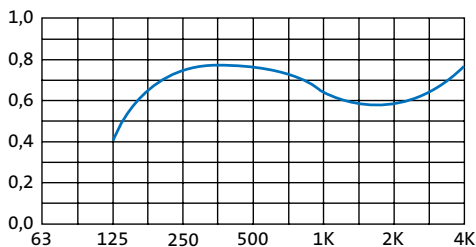
## Lydabsorption

Når en lydbølge rammer en overflade, vil en del af lydenergien blive absorberet i materialet. Man kan kort sagt sige, at alle materialer har en absorptionskoefficient og dermed er mere eller mindre lydabsorberende. Absorptionskoefficienten ligger mellem 0 og 1, hvor 0 betyder "ingen absorption" og 1 betyder "fuld absorption" af energien.

Nogle materialer virker mest lydabsorberende i de lave frekvenser mens andre virker bedst i de mellemliggende eller høje frekvenser. Det kan ofte være en fordel at anvende akustisk regulerende materialer som har en jævn absorption i frekvensområdet fra 125-4000 Hz.

## Absorptionsværdier

Absorptionsværdier for Gyptone Akustikløsninger kan findes på [www.gyptone.dk](http://www.gyptone.dk)



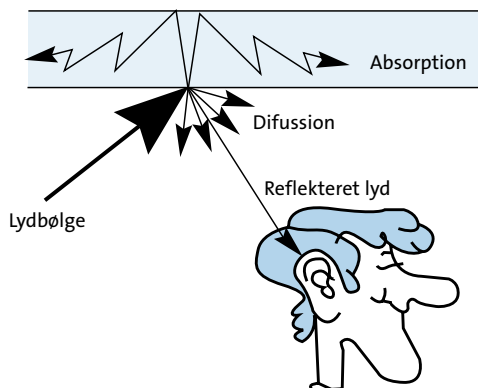
Eksempel på absorptionkurve for et akustikprodukt

## 4.4.1

Gyptone Akustikplader er udviklet ud fra et nøje samspil mellem perforeringens og akustikdugens udformning samt råpladens struktur, stivhed og vægt.

## Refleksion

Udover at absorbere lyden, så reflekterer de fleste materialer også lyden i en eller anden udstrækning. En meget glat og hård overflade vil reflektere lydbølgen i en spejlet vinkel, dvs. lydbølgen vil fortsætte med samme udgangsvinkel som indgangsvinkel målt i forhold til overfladens plan. Et materiale med en mere ujævn overflade vil derimod sprede lyden (akustisk difusion), og dette er et vigtigt element for den akustiske funktion i specielt større rum.



## Lovkrav

## Lovkrav til maksimal efterklangstid

## Skoler:

Undervisningslokaler .....	0,6 sek.
Sløjdværksteder .....	0,6 sek.
Sang og musik (elektrisk forstærket)	
mindre end 250 m <sup>3</sup> .....	0,6 sek.
Sang og musik (korsang og akustisk musik)	
mindre end 250 m <sup>3</sup> .....	1,1 sek.
Gymnastiksale større end 3500 m <sup>3</sup> .....	1,8 sek.
Gymnastiksale mindre end 3500 m <sup>3</sup> .....	1,6 sek.
Svømmehal større end 1500 m <sup>3</sup> .....	2,3 sek.
Svømmehal mindre end 1500 m <sup>3</sup> .....	2,0 sek.
Fællesrum til gruppearbejde .....	0,4 sek.
Gang- og fællesarealer .....	0,9 sek.
Trapperum .....	1,3 sek.

## Børnehaver og SFO:

Opholdsrum .....	0,4 sek.
------------------	----------

## Hospitals- og plejesektoren:

Sygehuse (gang) .....	0,9 sek.
Sengestuer .....	0,8 sek.
Undersøgelis- og behandlingsrum .....	0,6 sek.
Plejehjem (gang) .....	0,9 sek.

## Andet:

Boliger (kun trapperum) .....	1,3 sek.
Hoteller (gang) .....	0,9 sek.

Kontorer, laboratorier og butikker skal følge Arbejdstilsynets At-vejledning A.1.16 December 2008, som angiver et "mindste absorptionsareal" for rummet: For flerpersonkontorer mindre end 300 m<sup>2</sup> bør det gennemsnitlige absorptionsareal være mindst 0,8 x gulvarealet.

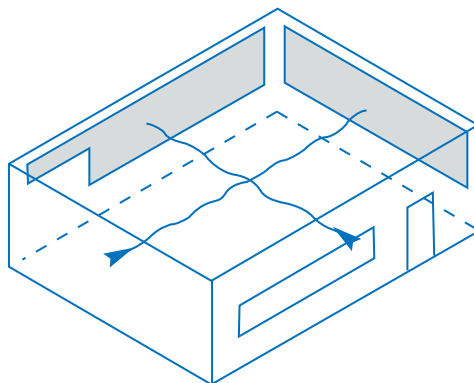
I flerpersonkontorer større end 300 m<sup>2</sup> bør det gennemsnitlige absorptionsareal være mindst 0,9 x gulvarealet.

Der kan tillades en afvigelse på 0,2 x gulvarealet ved 125 og 250 Hz og 0,1 x gulvarealet ved øvrige frekvenser. Værdierne gælder for møblererede rum.

## Vægabsorbenter og "flutter ekko"

I SBI anvisning 218 anbefales det at montere minimum 10-15 % af det lydabsorbierende materiale på vægge eller andre lodrette flader. Dette sikrer en mere ensartet og harmonisk rumakustik med mindre risiko for generende flutter ekko. Flutter ekko er stående lyd-bølger som kan forekomme mellem 2 parallelle flader, hvor materialerne har en ringe evne til at absorbere lyden. Ved at anvende Gyptone akustikplader som vægabsorbent opnås der en effektiv og solid løsning mod flutter ekko. Se løsninger på Gyproc Akustikvægge i afsnit 3.2.7 eller på [www.gyptone.dk](http://www.gyptone.dk)

Placering af vægabsorbenter skal foretages under hensyntagen til rummets indretning og funktion.



Eksempel på placering af vægabsorbenter som reducerer flutter ekko og som forbedrer efterklangstiden.

## Gode akustiske huskeråd

### Akustik projektering

Akustisk projektering er et krav iht. gældende lovgivning. Det er langt billigere at gennemføre de rigtige løsninger, når der er taget højde for det i projektets tidlige fase, fremfor at skulle symptombehandle efter at byggeriet er taget i brug.

### Professionelle akustikere

Der vil kunne forekomme krav til efterklangstid som umiddelbart synes vanskelige at overholde pga. rummets størrelse, udformning eller valgte materialesammensætninger. I sådanne tilfælde skal der tænkes kreativt og alle i projektet involverede parter bør inddrages i problemløsningen. Koordineringen af sådanne projekter bør altid foretages af en professionel akustiker, som kan, sikre at der hele tiden tænkes i de rette baner.

### Jævn fordeling af de akustisk regulerende arealer

Sørg for at den akustiske regulering fordeles jævnt i hele rummet, så opnår man den bedste udnyttelse af produkternes egenskaber. SBI-anvisning 218 anbefaler at 10-15% af de lydabsorberende materialer placeres på vægge eller andre lodrette flader.

### Rumtyper

Adskil så vidt muligt støjende og ikke-støjende arbejdsrum. Sørg så vidt muligt for at adskille rum med støjende og ikke-støjende aktiviteter fra hinanden. Selv i rum med megen støj og aktivitet kan der være behov for ro og plads til fordybelse. Flerpersonkontorer har længe haft en markant plads i det danske kontorbyggeri og ofte giver disse rumtyper nogle af de største akustiske udfordringer.

### Indretning

Vær opmærksom på at møblering og inventar har indvirkning på lydets udbredelse i et rum. I kontorer kan det være en god idé at placere lydabsorberende støjskærme mellem de forskellige arbejdsstationer, så den direkte lyd brydes og/eller dæmpes. I kontorer kan der placeres akustiske støjskærme mellem bordene. Dette fjerner den direkte lyd samt giver et stort bidrag til den samlede akustiske dæmpning i rummet. Møblering er meget vigtig for at skabe akustisk diffusion i et lokale og medvirker desuden til at de valgte absorberter får en bedre virkningsgrad. Møbler med bløde overflader giver en bedre absorberende end møbler med hårde overflader og vil derfor ligeledes kunne bidrage til en væsentlig forbedring af den samlede akustik i et lokale. Reducer direkte støjkilder, gælder også støj fra fodtrin. Placer støjende maskiner i rum, hvor der ikke er faste arbejdspladser eller undervisning.

### Adfærd

Det kan være en god idé at lave nogle retningslinier for den adfærd som skal udvises i et åbent kontormiljø. F.eks kan man aftale hvor højt telefonernes ringetoner skal være, hvor man må føre samtale samt hvor man skal være stille.

### Musik

Musik kræver særskilt akustisk regulering som kan være noget mere kompliceret end tilfældet er i f.eks kontor- eller klasselokaler. Måske vil der være behov for at kunne tilbyde gode akustiske forhold for flere forskellige musikgenrer i det samme lokale. Dette kan løses ved at indbygge demontérbart inventar som kan flyttes eller fjernes efter de specifikke behov. Man bør altid inddrage en professionel akustiker med specialviden på området i sådanne tilfælde.





