

Kort om akustikbehandling

Kilde: [Gode toner i Arkitekturen](#)
af Jan Voetman

Efterklangstid

Efterklangstiden er den tid, det tager for en lyd i et rum at dø ud. Videnskabeligt udtrykt er det den tid målt i sekunder, det tager for lydniveauet at falde med 60 dB, efter at lydkilden er ophørt.

Er overfladerne hårde og reflekterende, vil det tage lang tid for lyden at dø ud, fordi lyden reflekteres mange gange, før den forsvinder → Lang efterklangstid. Består overfladerne i rummet derimod af absorberende materialer, vil lyden hurtigt dø ud → Kort efterklangstid.

Lyd absorption

Man kan opnå en kort efterklangstid ved at bruge materialer, der er gode til at absorbere lyd. Denne egenskab kan beskrives ved hjælp af en absorptionskoefficient – angivet med det græske bogstav α (alfa).

Hårde og stive materialer med en glat overflade har oftest en lav absorptionskoefficient, mens materialer med en blød, ujævn eller porøs overflade typisk har en høj absorptionskoefficient.

Jo større andel af rummets samlede overflade, der absorberer lyden, desto mindre efterklang vil rummet have. Derfor er det vigtigt at vælge et materiale med en høj absorptionskoefficient til store flader.

På den måde kan man regulere og forkorte efterklangstiden, så der opstår et godt lydmiljø med et klart og tydeligt lydbillede.

Oftest er loftet den flade i et rum, hvor det er lettest at vælge en akustikregulerende beklædning, da det normalt er en stor regulær flade, som er disponibel.

De forskellige absorberertyper

- De tre hovedtyper af absorberer (porøse absorberer, membran- og resonansabsorberer) kan kombineres, så man opnår en på forhånd valgt efterklangstid, der er i frekvensmæssig balance.
- Ofte er det nok at kombinere to typer, for eksempel en porøs absorberer og en membranabsorberer.
- Det er meget vigtigt at tilstræbe en efterklangstid, der er den samme i hele frekvensområdet. Sammen med rummets form og fordelingen af de anvendte lydabsorberer har den afbalancerede efterklangstid afgørende betydning for den oplevede akustiske komfort, som er det endelige mål.

Introduktion til de forskellige absorbertyper

Rumakustiske problemer opstår, når efterklangstiden ikke forløber ensartet i de forskellige frekvensbånd. Det følgende afsnit præsenterer de tre absorbertyper, som – i den rette sammensætning – kan balancere efterklangstiden og give et behageligt akustisk miljø.

Det er vigtigt for den akustiske kvalitet, at den valgte efterklangstid er så uafhængig af frekvensen som muligt. Det betyder i klar tekst, at hvis man har valgt en efterklangstid på for eksempel 0,6 sekunder, så skal den så vidt muligt være den samme både i bassen, i mellemtoneområdet og i diskanten. En måling af efterklangstiden i et givent rum vil meget enkelt kunne afsløre problemerne. En del af de rumakustiske problemer, man møder, stammer fra, at denne balance ikke er i orden. Typisk er situationen den, at efterklangstiden er længere i bassen end i det øvrige frekvensområde. De lydabsorberende materialer er med andre ord frekvensafhængige i deres virkning. Resultatet kan i visse tilfælde give en ubehagelig, buldrende lydoplevelse i rummet, altså en mangel på akustisk komfort.

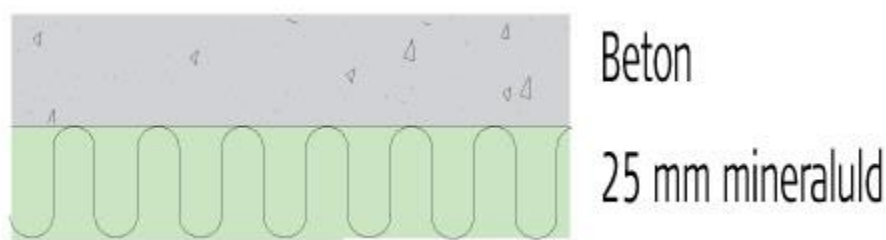
Et eksempel: Lejlighedsbyggeri af beton fra 1970'erne kan give denne oplevelse, hvis man for eksempel placerer sig i dagligstuens hjørnesofa. Tale og musik lyder mærkelig i bassen. Velkendte lydabsorbenter som mineraluld og lignende er mest effektive i mellemtoneområdet og i diskanten. Så hvis man udelukkende bruger disse typer i sit projekt, kan man løbe ind i de beskrevne problemer med forlænget efterklangstid i bassen. Basproblemet kan i mange typer byggeri løses ved at kombinere to lydabsorbenter, for eksempel ved at montere 25 millimeter Troldekt med 250 millimeter bagvedliggende mineraluld. Som vi skal se i det følgende, er det ikke kun valget af materiale, men også den måde materialet monteres på, der bestemmer virkningen. Vi skal se lidt nærmere på de forskellige absorbertyper og deres karakteristiske egenskaber. Der findes tre hovedtyper:

Porøse absorbenter

Disse materialer består, som navnet antyder, af porøst materiale. Mineraluld, tekstiler, tøj, gardiner, tæpper og visse former for skumplast er alle af denne type. Den lydabsorberende virkning består i, at lydenergien, når den rammer overfladen, kan trænge ind i materialet. Her omdannes lydenergien til varmeenergi, og dermed kastes kun en lille del tilbage i form af lydenergi. Med andre ord er der sket en lydabsorption i materialet. Troldekt er i sin lydabsorberende virkning en kombination af en porøsitetsabsorbent og en resonansabsorbent (som beskrives efterfølgende). Som vi alle husker fra skolen, så kan energi aldrig opstå eller forsvinde, kun omdannes. Og i de porøse absorbenter omdannes lydenergi altså til varmeenergi.

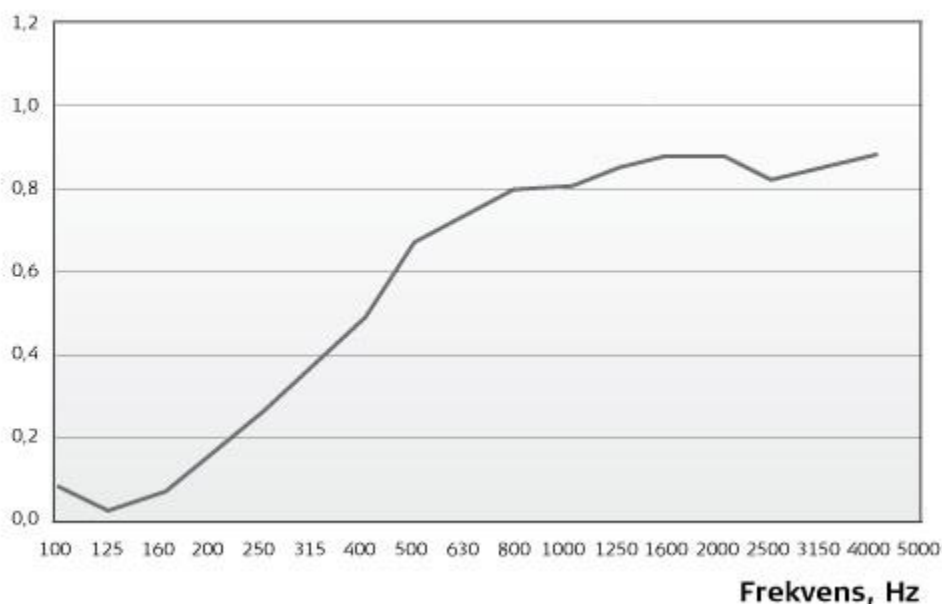
Man skal dog ikke tro, at man kan udnytte dette forhold til opvarmning. De energimængder, der her er tale om, er ubetydeligt små, kun af størrelsesordenen en milliontedel eller en milliardtedel watt. Som nævnt er de porøse absorbenter mest effektive i mellemtoneområdet og i diskanten, og absorptionskoefficienten forløber typisk som vist på figur 9.

Figur 9: Porøs absorbent



Med andre ord er der

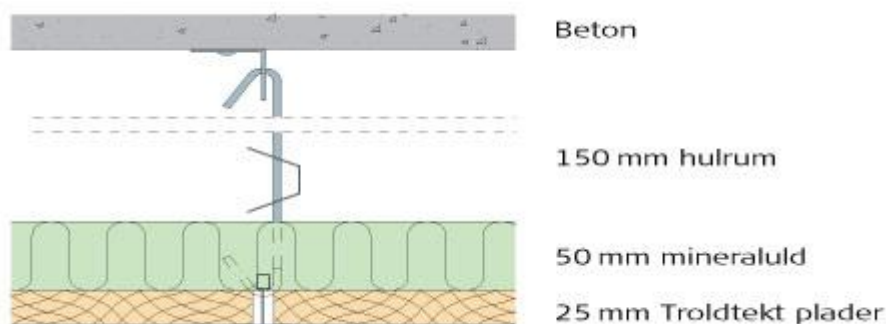
Absorptionskoefficient α



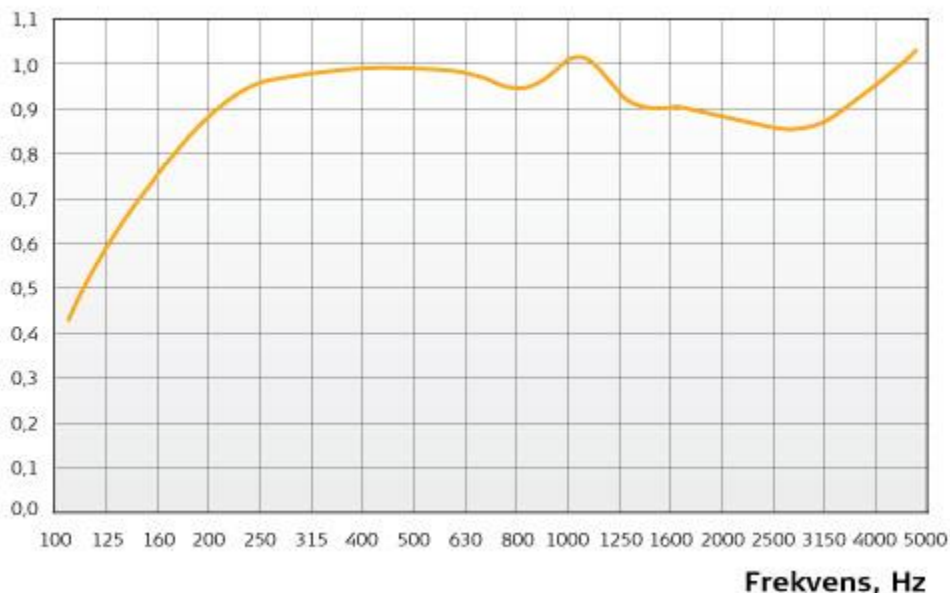
Som det fremgår, er den porøse absorbent, hvor den er bedst, meget effektiv med absorptionskoefficienter på op mod 100 procent, det vil sige fuldstændig absorberende. Til

gængæld falder virkningen ned mod de lavere frekvenser, og i bassen virker den praktisk talt ikke. Det er vigtigt her at bemærke, at det samme porøse materiale, for eksempel en 50 millimeter blød mineraluldsplade, vil virke mere eller mindre effektiv afhængig af, hvordan mineraluldspladen monteres. Jo tykkere materialet er, og/eller jo længere væk fra loftet eller væggen den monteres, jo bedre virker den. Se figur 10.

Figur 10:

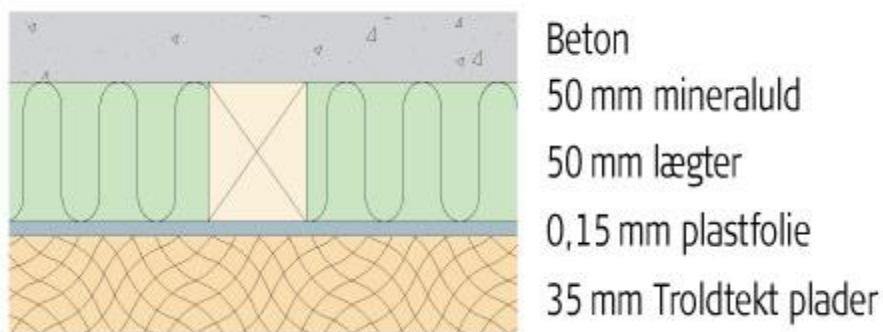


Absorptionskoefficient α

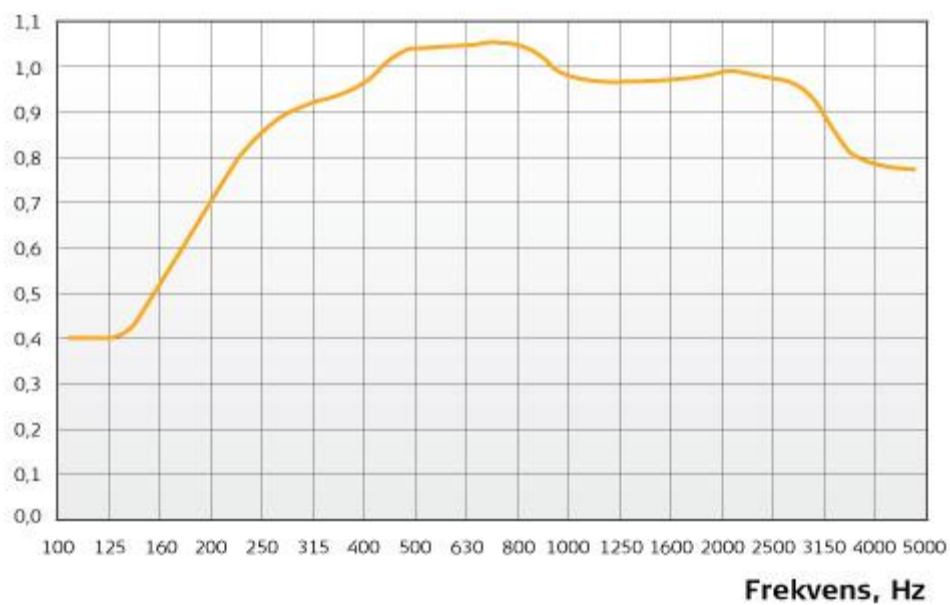


Den optimale afstand mellem det faste loft og et nedhængt akustikloft af mineraluldstypen er i praksis 200-300 millimeter. Herved får man konstruktioner, der er effektive ned til cirka 200 Hz. Bemærk: 35 millimeter Troldekt og 50 millimeter mineraluld direkte monteret giver omtrent samme resultat som et nedhængt loft. Se figur 11.

Figur 11:



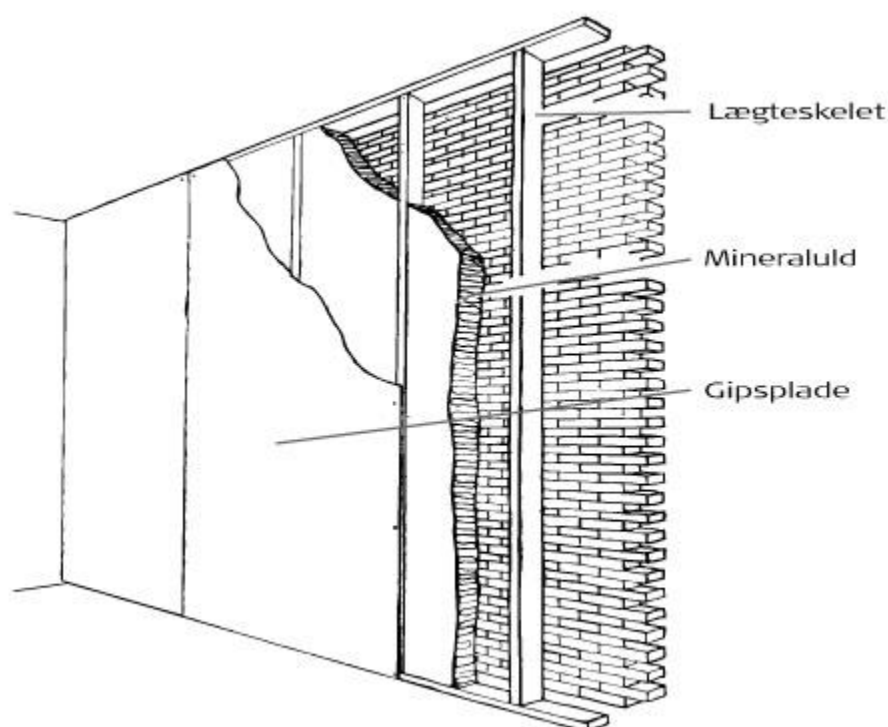
Absorptionskoefficient α



Membranabsorbenter

I basområdet må man se sig om efter andre typer absorbenter, specielt membranabsorbenterne, som er de egentlige basabsorbenter. De udgør en vigtig gruppe absorbenter af flere grunde, men de overses ofte, måske fordi de ikke ligner noget, der kan absorbere. Membranabsorbenten er i sin principielle form en flad kasse, 100-200 millimeter dyb, monteret på væggen med en tynd plade af krydsfiner eller lignende på forsiden og med let mineraluld i kassens hulrum. Se figur 12.

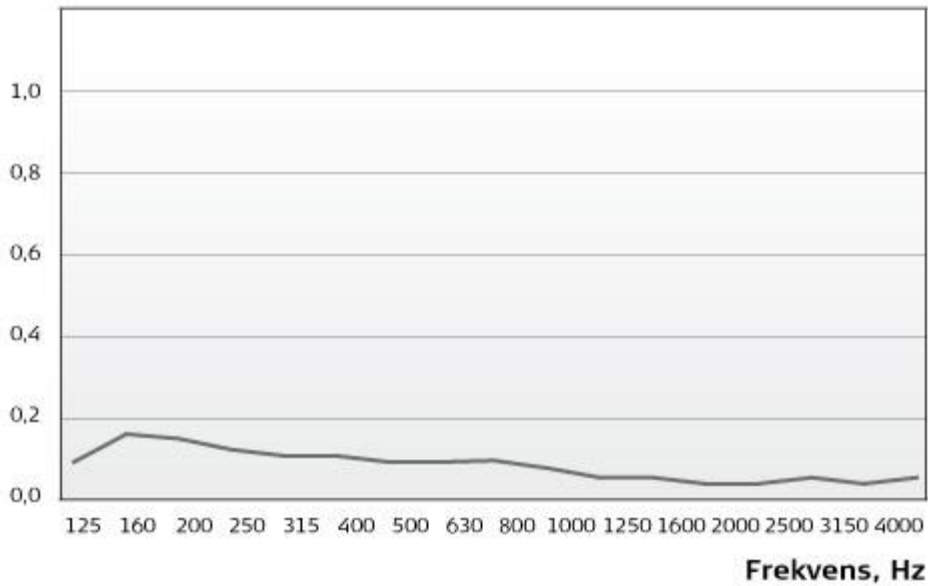
Figur 12: Membranabsorbent, gipspladevæg



Hvis man banker med blød hånd på forpladen, vil man kunne høre en dyb tone, lidt som en stortromme, men meget svagere. Den tone, man hører, er resonansfrekvensen for det svingende system, der består af forpladen med en vis masse i kombination med den fjeder, som udgøres af den indespærrede luftmængde.

Resonansfrekvensen er også den frekvens, som membransorbenten absorberer ved, idet der bruges lydenergi til at sætte membranen i svingninger. Der sker altså her en energiomsætning, men denne gang fra lydenergi til mekanisk svingningsenergi. Den første væsentlige egenskab ved membranabsorbenten er altså, at den absorberer lydenergi ved lave frekvenser. Se figur 13.

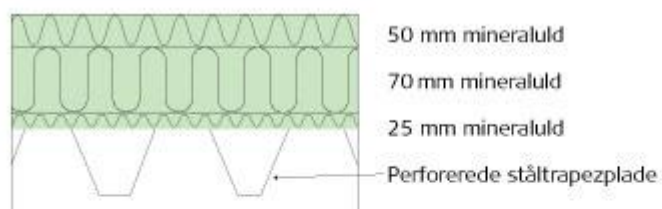
Absorptionskoefficient α



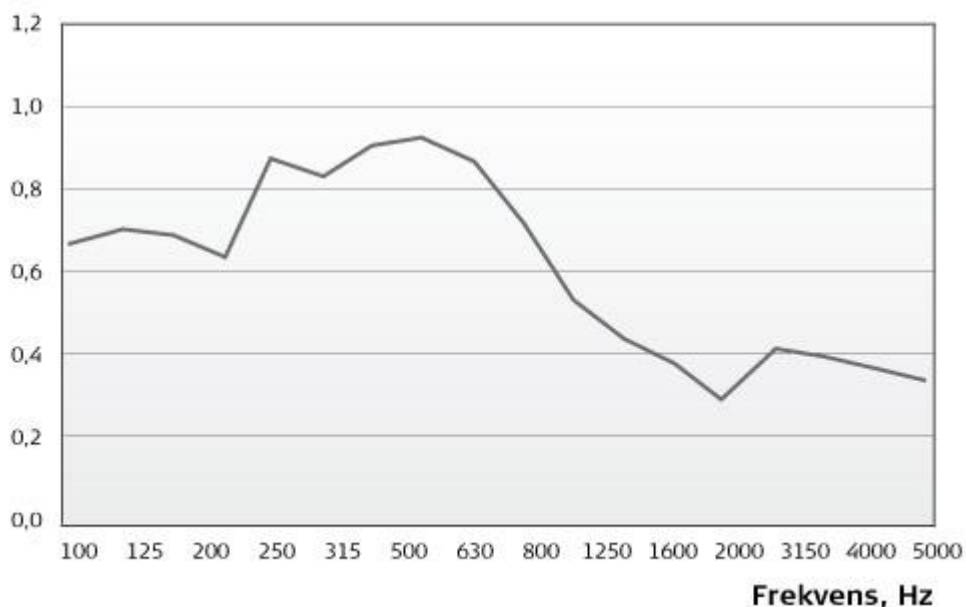
Den anden væsentlige egenskab ved membranabsorbenten er, at den så at sige optræder automatisk i vores dagligdag, idet en del almindelige bygningskomponenter som døre, vinduer, trægulve (på strøer) og gipsvægge er membranabsorbenter i deres virkning. Absorptionskoefficienten er ikke overvældende, måske 15-20 procent, men da de tilsammen udgør et væsentligt areal, er virkningen vigtig. Som eksempel kan nævnes de store glasarealer i moderne byggeri. De giver mange indeklimamæssige problemer, men akustisk betyder de, at efterklangstiden i rummet ikke stiger helt utilladeligt i bassen. Glasarealerne er, fordi de er membranabsorbenter, med til at balancere rumakustikken. Prøv at banke med blød hånd på en stor vinduesrude og hør den meget dybe lyd, der fremkommer. Det er i dette frekvensområde, glasruden virker absorberende. Man skal huske, at membranabsorbenter kun virker i bassen og dermed reflekterer lyd ved højere frekvenser. Glasarealerne kan derfor give ubehagelige lydrefleksioner eller ekkovirkninger, som må modvirkes på anden måde. Man skal også være opmærksom på, at trægulve på strøer, som jo er membranabsorbenter, kan give forøget trommelyd, det vil sige støj, der opstår ved gang på gulvet i samme lokale. Hvis dette er et problem, kan man prøve at lægge tæppe eller en løber ud på dele af gulvet. Situationen kan være aktuel i for eksempel storrumskontorer.

Resonansabsorbenter

Den tredje hovedtype er resonansabsorbenterne. De bygger på samme princip, som det der frembringer en tone, når man blæser hen over munden på en ølflaske. Tonen i flasken opstår ved, at det svingende system, der består af luftproppen i flaskehalsen, svinger på den fjeder, som udgøres af den luftmængde, der befinder sig nede i flasken. Mekanismen kaldes en Helmholtz-resonator, og man genfinder den i mange systemer, blandt andet tværføjter, hydrauliske lyddæmpere og ventilationskanaler. Som ved membranabsorbenten er det sådan, at den resonansfrekvens, man hører, er den frekvens, som absorberes, idet der sker en energiomsætning fra lydenergi til mekanisk svingningsenergi. I sin rene form ville absorbenten kun absorbere ved én frekvens, hvilket ikke ville være praktisk til rumakustiske formål (men meget effektiv for eksempel i hydrauliske lyddæmpere). Virkelige akustiske absorbenter af resonans-typen er for eksempel perforerede gipsplader, perforerede metaltrapezplader og metalkassetter. Her svarer hullerne i pladen til flaskehalsen, og hulrummet bag pladen til "flaskebeholderen".

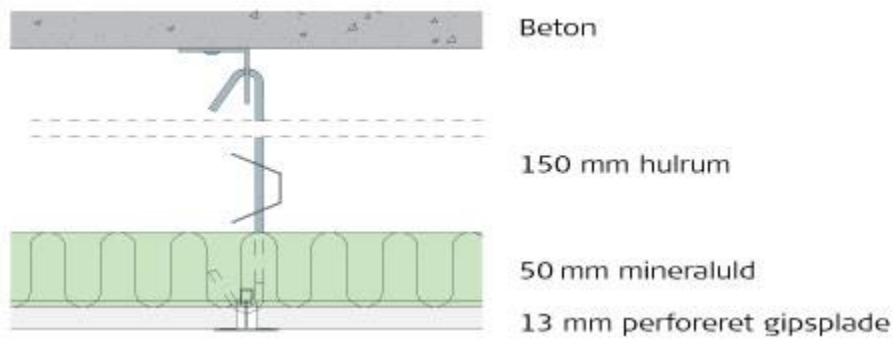


Absorptionskoefficient α



Perforerede gipsplader er normalt kombineret med en porøs absorbent i hulrummet bag gipspladen og/ eller en tynd filt umiddelbart bag pladen. Da der også optræder en vis membranabsorbent-virkning i gipspladen, får den normalt et ganske bredt virkeområde. Se figur 15.

Figur 15: Typisk perforeret gipsplade



Absorptionskoefficient α

