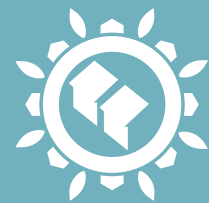


Akustikregulering

Fødevareindustrien

Arbejds miljø i industrien



bfa-i.dk



Denne vejledning er udgivet af BFA Industri, der er fælles forum for arbejdsmiljøaktiviteter for arbejdsmarkedets parter i industrien. Vejledningen er udtryk for parternes fælles holdning til emnet.

De væsentlige begreber og lovkrav på området bliver gennemgået, så der kan skabes mulighed for at arbejde forebyggende med akustiske forhold.

Vejledningen indeholder til sidst en tjekliste til brug ved støjdempnings-/akustikprojekter.

Arbejdstilsynet har haft BFA-vejledningen til gennemsyn og finder, at det indhold, herunder tekst og billeder, der knytter sig til arbejdsmiljøforhold, opfylder de krav, der følger af arbejdsmiljølovgivningen. Arbejdstilsynet har alene vurderet vejledningen, som den foreligger, og gør opmærksom på, at der kan være arbejdsmiljøproblemstillinger og -krav, der ikke er behandlet i vejledningen. Arbejdstilsynet har gennemgået vejledningen i overensstemmelse med regler og praksis pr. november 2023.

Vejledningen har endvidere være forelagt Fødevarestyrelsen, hvis bemærkninger er indarbejdet.

BFA Industri har modtaget bidrag fra Per Møberg Nielsen, Akustik APS og Alpha Akustik samt Morten Roar Berg, Saint Gobain/Ecophon i forbindelse med udarbejdelsen af vejledningen.

Vejledningen erstatter vejledning om Fødevare Akustik fra 2004.

Virksomheder i fødevareindustrien anbefales at tage kontakt til rådgivere med akustisk ekspertise, når akustik- og støjforhold skal forbedres.



bfa-i.dk

Tegninger: Jens Voxtrup Petersen

Layout: Fru Nielsens Tegnestue

Tryk: Dystan & Rosenberg

Januar 2024

Oplag: 1.000

ISBN 978-87-94489-02-7



Indhold

Side 4	1. Hvorfor forbedre akustikken?
Side 5	2. Absorption i rummet – absorptionsareal
Side 7	3. Efterklangstid
Side 8	4. Krav til de akustiske forhold
Side 9	5. Hvor meget absorption skal der være, og hvor skal det placeres
Side 11	6. Valg af absorbent
Side 12	7. Hygiejnezoner
Side 14	8. Henvisninger
Side 15	Tjekliste



1. Hvorfor forbedre akustikken?

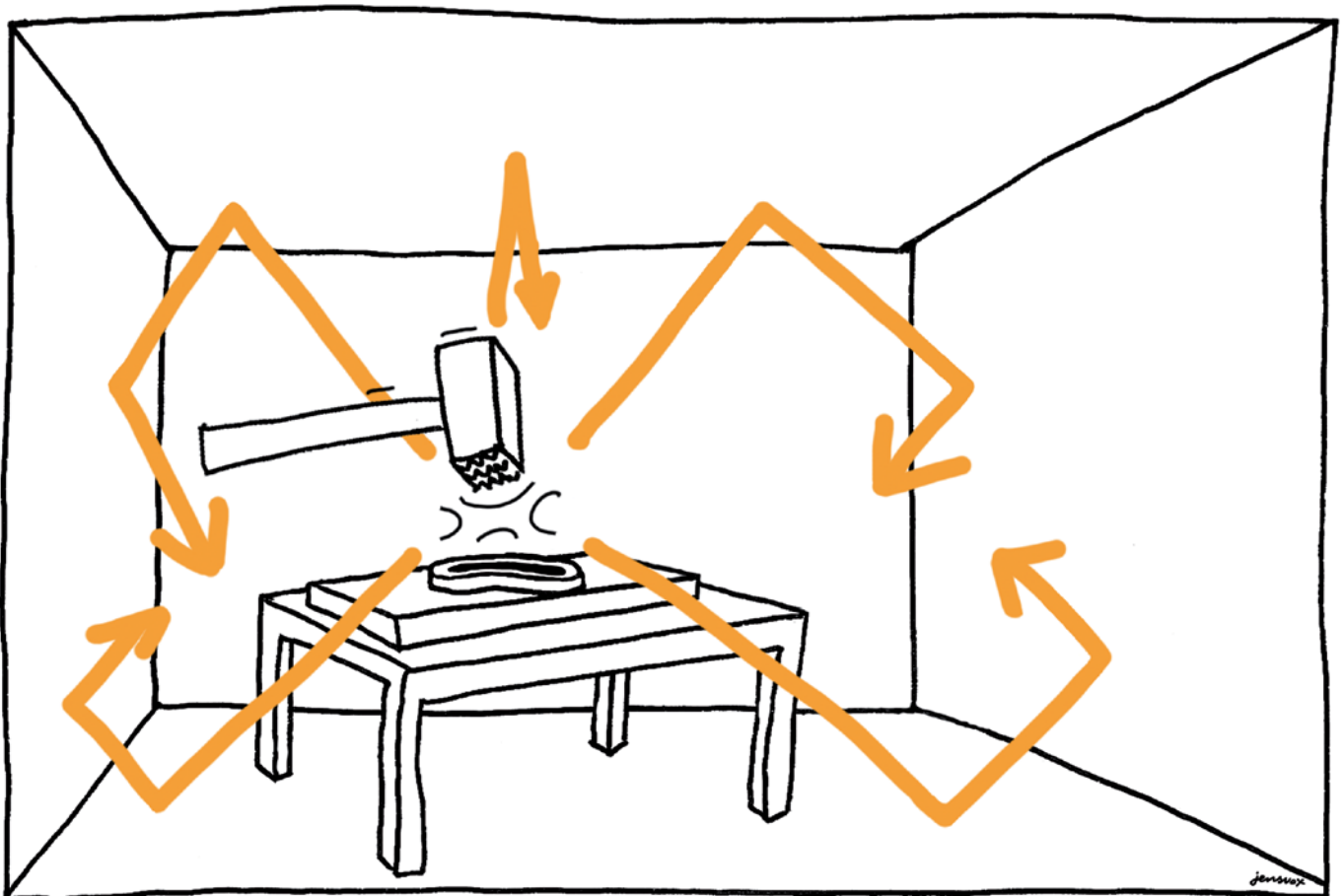
I rum med dårlig akustik runger det, støjniveauet er højt og det er vanskeligt at forstå, hvad andre siger, og hvor lyden kommer fra. Det kan være et stort problem i produktionslokaler, ekspeditionslokaler og kontorer.

Dårlige akustik skyldes, at et rum har for mange hårde flader, så lyden reflekteres fra gulv, vægge og loft. For at forbedre akustikken skal rummet forsynes med materialer eller overflader, der ikke reflekterer lyden, men "opsuger" den. Disse materialer kaldes (lyd-)absorbenter (eller akustikplader).

Normalt anvendes absorbenter som opsættes på loft og vægge. De kan også ophænges lodret som "bafler" under loftet.

Ved at opsætte absorbenter dæmpes lydens udbredelse i rummet. Lige i nærheden af støjklenderne har det ikke megen effekt, men i nogen afstand kan lyd-niveauet reduceres mærkbart.

Ved at kombinere montage af absorbenter på de rigtige steder med dæmpning af støjklender, som f.eks. maskiner og processer, kan man opnå en forbedring af lyd-miljøet i produktionsområder.



Figur 1. Hvis rummets overflader (vægge, loft og gulv) ikke absorberer lyden, kastes den rundt og dæmpes kun lidt

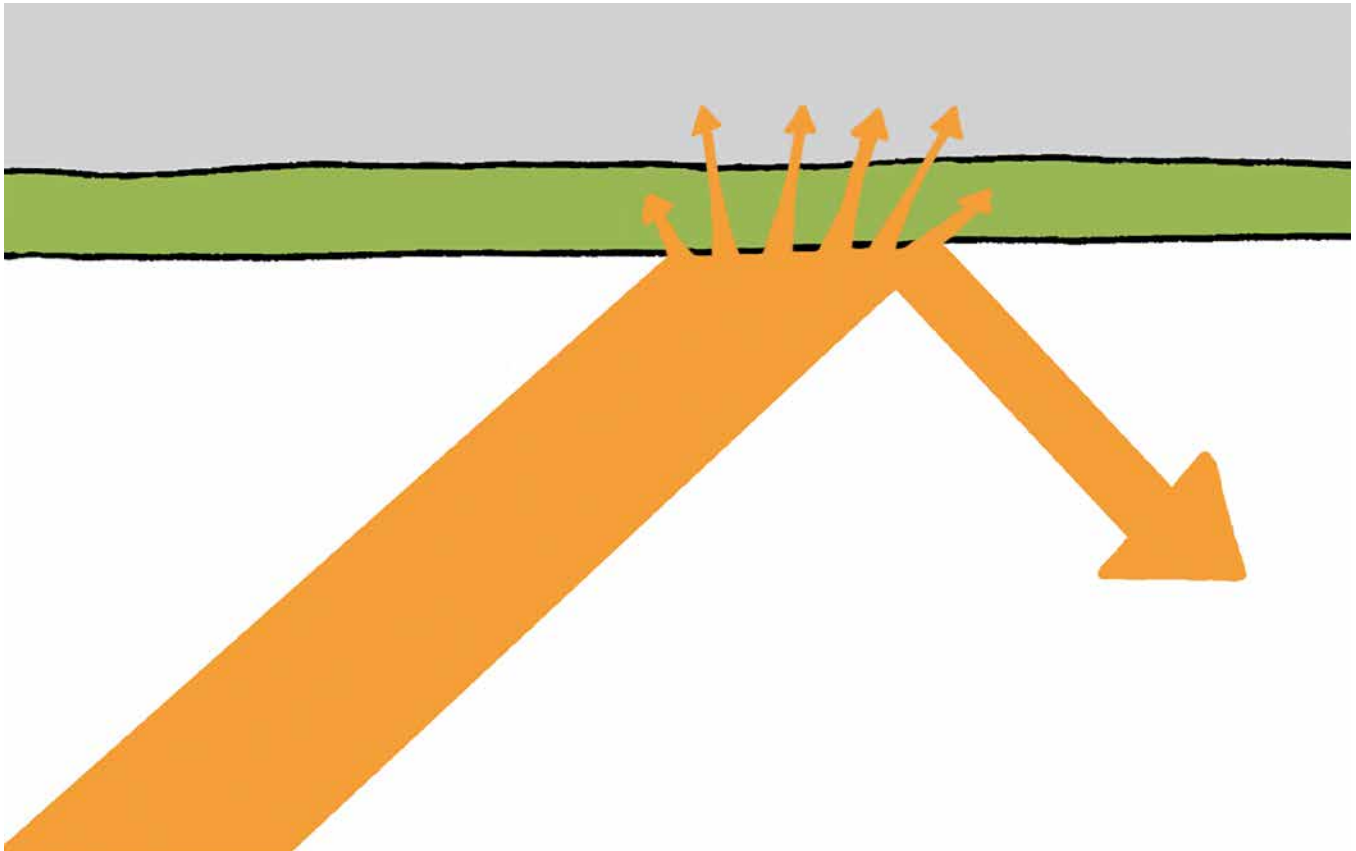
2. Absorption i rummet – absorptionsareal

Et rums akustik afhænger af, hvor meget lyd overfladerne i rummet absorberer. Den lyd, der ikke absorberes i fladerne reflekteres tilbage i rummet. Der er meget stor forskel på, hvor meget forskellige flader absorberer.

Når lyd rammer en flade, går noget af lyden ind i fladen (absorption) og noget af lyden kastes tilbage (reflektion) eller går igennem (transmission). Se figur 2.

Evnen til at absorbere lyd angives som absorptionskoefficienten, α (alpha). Se figur 1.

Hvis en flade absorberer al lyd, der rammer den, har den en α -værdi på 1, og hvis den ikke absorberer nogen lyd, dvs. den reflekterer al lyden, har den en α -værdi på 0. Fladernes (byggematerialernes) absorptionsværdier ved forskellige frekvenser bør være opgivet af leverandøren/producenten.



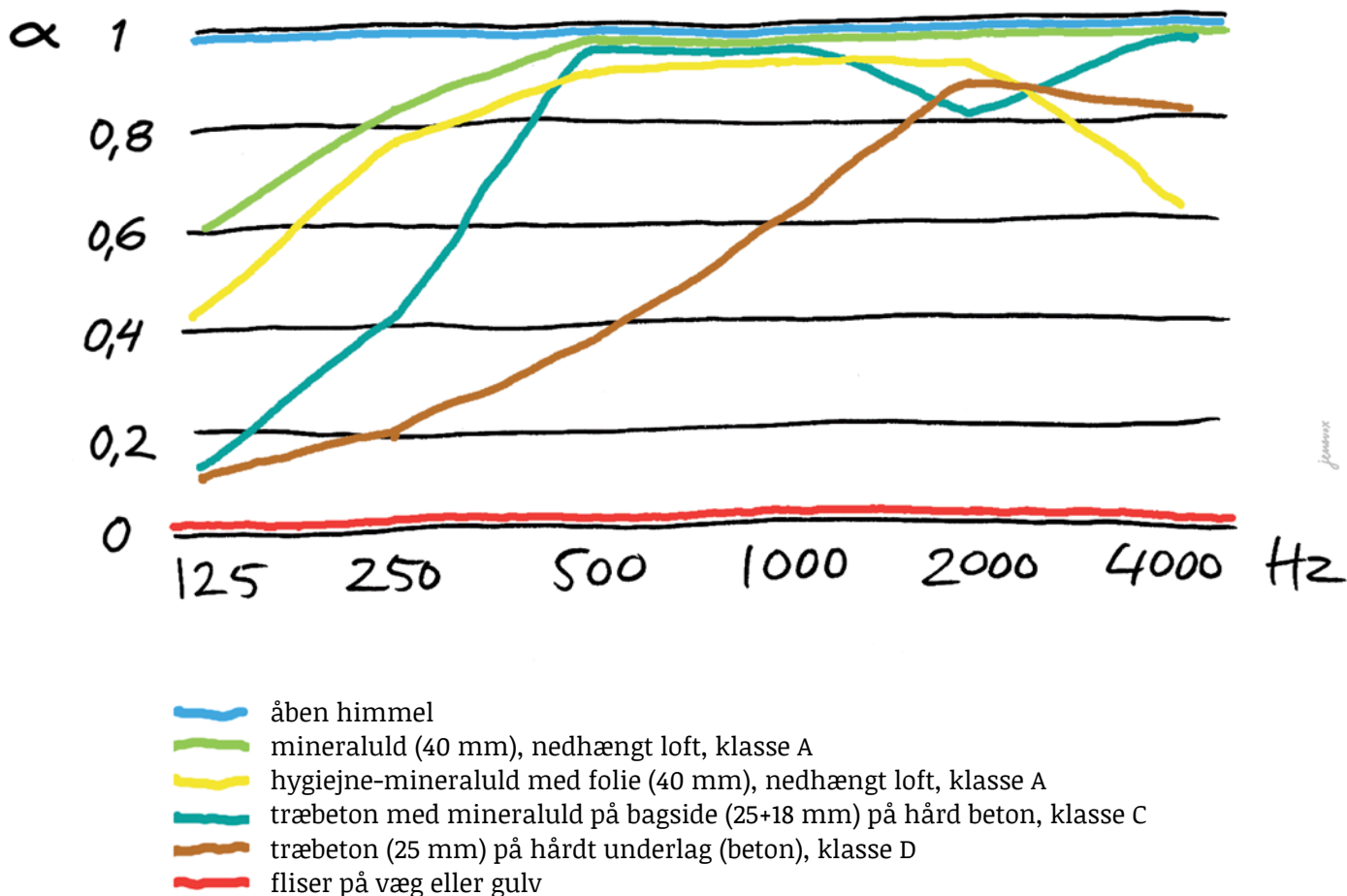
Figur 2. I en absorbent opsuges lyden og omdannes til varmeenergi

Fliser på væg og gulv absorberer ikke, men reflekterer ($\alpha = 0$). Under åben himmel er der maksimal absorption/ingen refleksion ($\alpha = 1$). Se figur 3.

De akustiske forhold i et rum afhænger af den samlede absorption i rummet, der kaldes det "ækvivalente absorptionsareal" – ofte siger man blot absorptionsarealet. Dette beregnes ved at gange de forskellige fladers areal med deres absorptionskoefficient og lægge resultaterne for alle fladerne i rummet sammen. Absorptionsarealet kan således findes ved hjælp af en tommestok og kendskab til de enkelte fladers absorp-

tion. Det forudsætter således, at man har kendskab til materialernes akustiske egenskaber, når man skal akustikregulere et rum.

Absorptionsarealet er en vigtig akustisk størrelse, dels fordi lovkravet til akustikken i større lokaler er formuleret som et minimumskrav til absorptionsarealet, dels fordi absorptionsarealet bruges til at beregne, hvor meget mere absorption, der skal tilføres et lokale, for at opnå den ønskede akustik.



Figur 3. Eksempler på typisk anvendte byggematerialers evne til at absorbere lyd (absorptionsklasse er angivet).

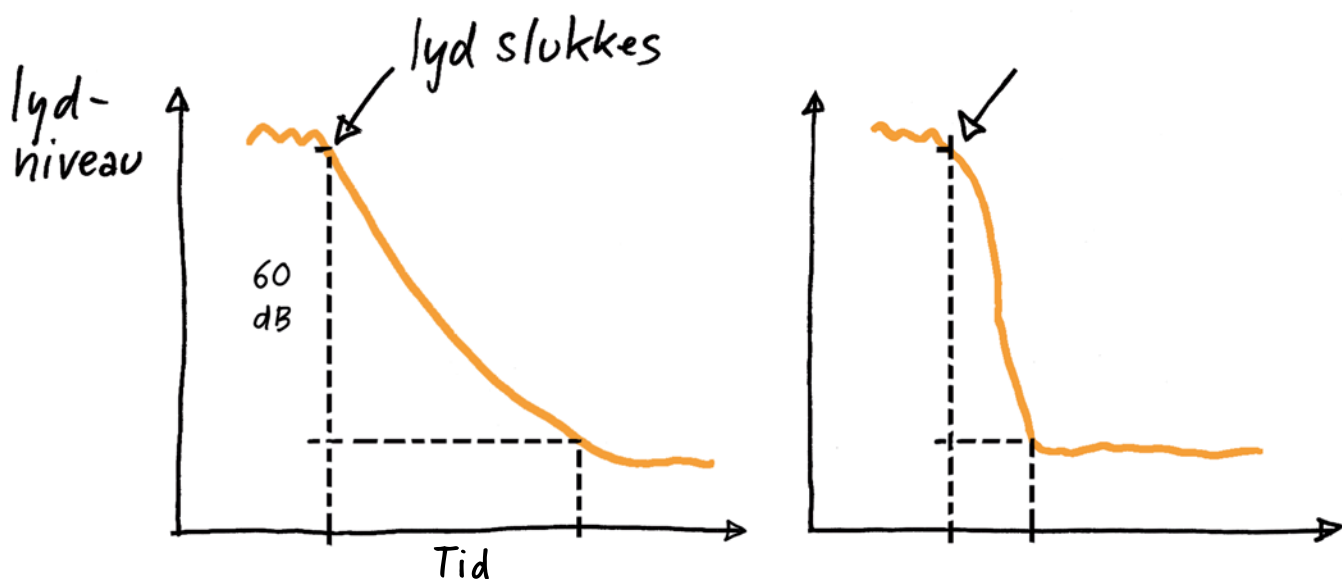
3. Efterklangstid

Et rums akustik måles og angives normalt ved efterklangstiden. Efterklangstiden er den tid, det tager, fra man slukker en lydkilde, til lydniveauet i rummet er faldet med 60 dB. Det er med andre ord et udtryk for, hvor lang tid lyden "hænger" i rummet, eller hvor lang tid det vil tage for en lyd at "dø ud". Se figur 4.

Hvis efterklangstiden er lang i et rum, dæmpes lyden kun lidt, og mange kan blive udsat for støjen. Det er sværere at forstå tale i et rum med lang efterklangstid.

Efterklangstiden måles i forskellige frekvensbånd. Ofte er efterklangstiden kortere for de høje end for de lave frekvenser. Typiske efterklangstider går fra 0,4 sek. i et godt dæmpet kontor til 7 sek. i store betonhaller.

Måling af efterklangstiden skal udføres efter standardiserede metoder og kræver akustisk ekspertise.



Figur 4. Faldet i lydniveauet (målt i sekunder) ved hhv. lang (lidt absorption i lokalet) og kort (meget absorption i lokalet) efterklangstid

4. Krav til de akustiske forhold

Lang efterklangstid kan medføre, at det generelle støjniveau stiger. Arbejdstilsynet har i At-vejledning A.1.16. "Akustik i arbejdsrum" retningslinjer for akustik i produktionslokaler og kontorer. For lokaler under 1000 m³ er der retningslinjer for efterklangstiden, mens der for lokaler over 1000 m³ er retningslinjer for absorptionen af fladerne i rummet.

- I produktionslokaler under 200 m³ er der krav om, at efterklangstiden højst må være **0,8 sek.**
- I produktionslokaler mellem 200 m³ og 1000 m³ udregnes en forholdsmæssig værdi mellem **0,8 sek.** og maksimalt **1,3 sek.**
- I lokaler over 1000 m³ (store lokaler) skal absorptionsarealet mindst være **0,6 gange gulvarealet**, hvis lofthøjden er under 5 m
- Hvis lofthøjden er over 5 m skal absorptionsarealet mindst være **0,7 gange gulvarealet**.



Figur 5. Eksempel på hygiejne absorbenter

5. Hvor meget absorption skal der være, og hvor skal det placeres

Når man skal forbedre akustikken i et lokale, skal man først finde ud af, hvor meget absorption der skal tilføres. Man kan måle/beregne, hvor meget absorption der er i lokalet, og så skal man beregne, hvor meget der skal tilføres for at opnå den ønskede akustik.

Det er effektivt at montere lydabsorptionen nede i højde med støjkilderne, eller hvor personer opholder sig. Det er særligt vigtigt i lokaler med en loftshøjde over 4-6 m. Om muligt bør 15-20 % af absorptionen placeres på lodrette flader, der gerne står vinkelret i forhold til hinanden, for at begrænse de vandrette lydreflektioner.

Hvis vægbeklædningen placeres på steder, hvor der er risiko for beskadigelse af absorbenterne, bør de beskyttes med perforeret plade, net eller lignende.

I praksis vil det ofte være nødvendigt at montere et heldækkende akustikloft samt supplere med absorbenter på dele af væggene. Se figur 6 og 7.

Skal der tilføres absorption ved lave frekvenser, kan der f.eks. monteres mineraluldsplader med en afstand på minimum 200 mm fra loftet eller tykke absorbenter på væggene. Er der kraftig lavfrekvent støj kan det anbefales at indhente speciel akustisk ekspertise.

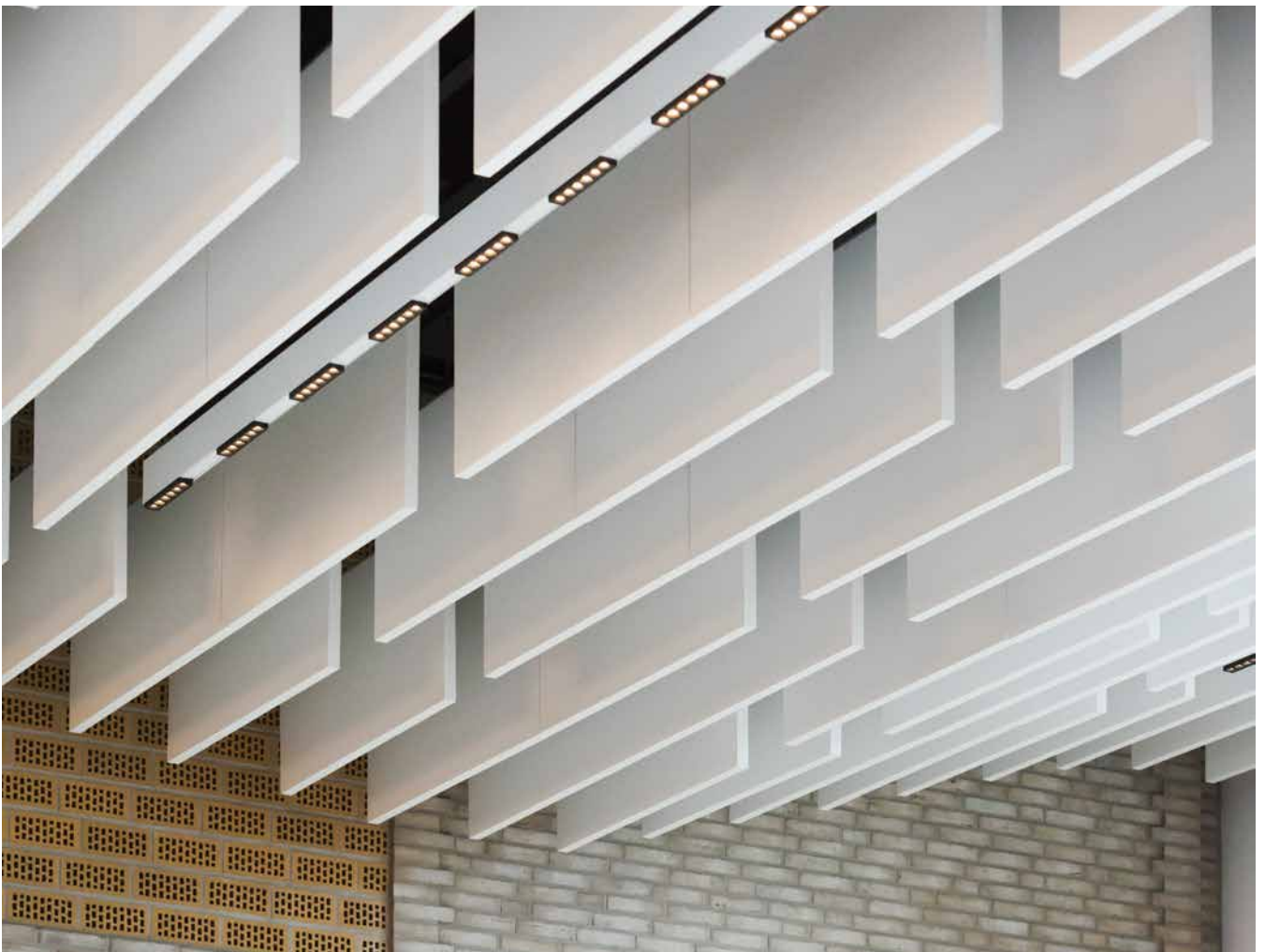
Når man har afklaret, hvor meget absorption der skal tilføres, skal den løsning findes, som dels giver den ønskede akustiske effekt, dels opfylder myndighedskrav i øvrigt, og dels er holdbar og praktisk anvendelig.



Figur 6. Absorbenter placeret på både loft og væg



Figur 7. Vægabsorbent monteret med beslag



Figur 8. Bafler nedhængt fra loft

6. Valg af absorbent

Lydabsorbenter opdeles i 5 kvalitetsklasser (A-E), hvor klasse A har den højeste lydabsorption.

Det er en enkel måde at vurdere effekten af absorbenter.

Absorbenter klasse A bør anvendes

Se figur 3.

Evnen til absorption er meget afhængig af monteringen. Mange absorbenter virker kun effektivt ved de lave frekvenser, hvis der bag pladerne er et hulrum på 200 - 300 mm.

I fødevarerindustrien er det samtidigt et ufravigeligt krav, at de akustiske løsninger ikke kolliderer med krav til hygiejne og rengøring. Det er vanskeligt at opstille en generel anvisning af, hvilke krav der skal opfyldes. Kravene er bestemt af produktionen i det pågældende rum, de lokale fødevarermyndigheders vurdering samt virksomhedens hygiejnepolitik.

Kravene fremgår af Hygiejneforordningen (EU 852/2004, Bilag II, Kapitel II). Se også Fødevarerstyrelsens Vejledning nr. 9866 af 27. juli 2022 om fødevarerhygiejne.

Der kan være flere forhold at tage hensyn til i forbindelse med valg af absorbent ud over hygiejne, herunder hensynet til lysforhold og montagesystemers korrosion. Det er altid vigtigt, at producentens monte-

rings- og vedligeholdelsesvejledning følges, hvis man skal sikre holdbarhed og undgå hygiejneproblemer.

Hygiejneabsorbenter

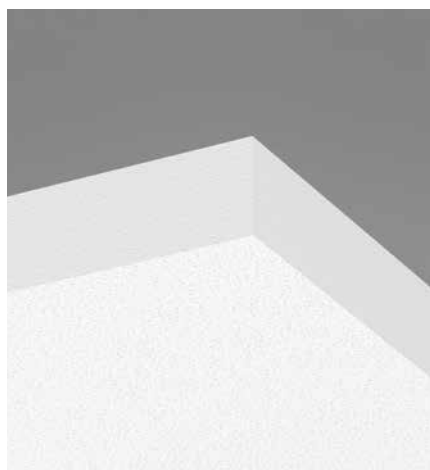
En god lydabsorbent vil typisk være fremstillet af et porøst materiale med en "åben" overflade. Kravene til rengøring og hygiejne går derimod i den modsatte retning: tætte og glatte overflader.

Der er derfor udviklet specielle absorbenter til anvendelse i fødevarerindustrien og andre steder, hvor der stilles hygiejnekrav, såkaldte hygiejneabsorbenter. De er normalt af mineraluld. De findes i flere typer med forskellige overfladebehandlinger, malede/coatede eller indpakkede i film. Se figur 9 og 10.

Afhængig af overfladen kan de tåle varierende rengøringsmetoder, lige fra aftørring med våd klud til daglig højtryksspuling med skum. De udgør ikke en naturlig base for mikrobiologisk vækst, da de er produceret af uorganiske materialer og ikke er vandugende.

Absorbenterne skal monteres, så man undgår ansamlinger af snavs, og så dannelse af kondensvand og mug samt afgivelse af partikler begrænses.

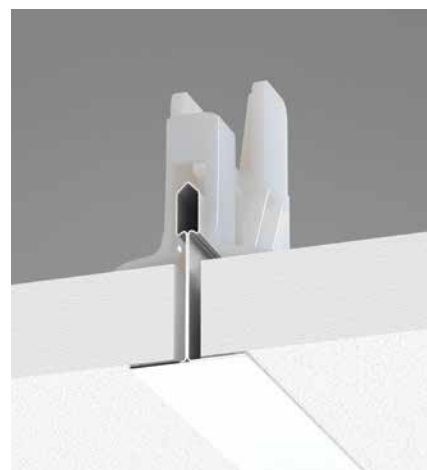
Groft sagt kan man sige, at jo voldsommere rengøring de skal kunne tåle, jo dyrere er de, og jo lavere lydabsorption har de. I praksis vil hygiejne- og rengøringskravene ofte være afgørende for valg af absorbenttype.



Figur 9. Hygiejneabsorbent - malet/coatet

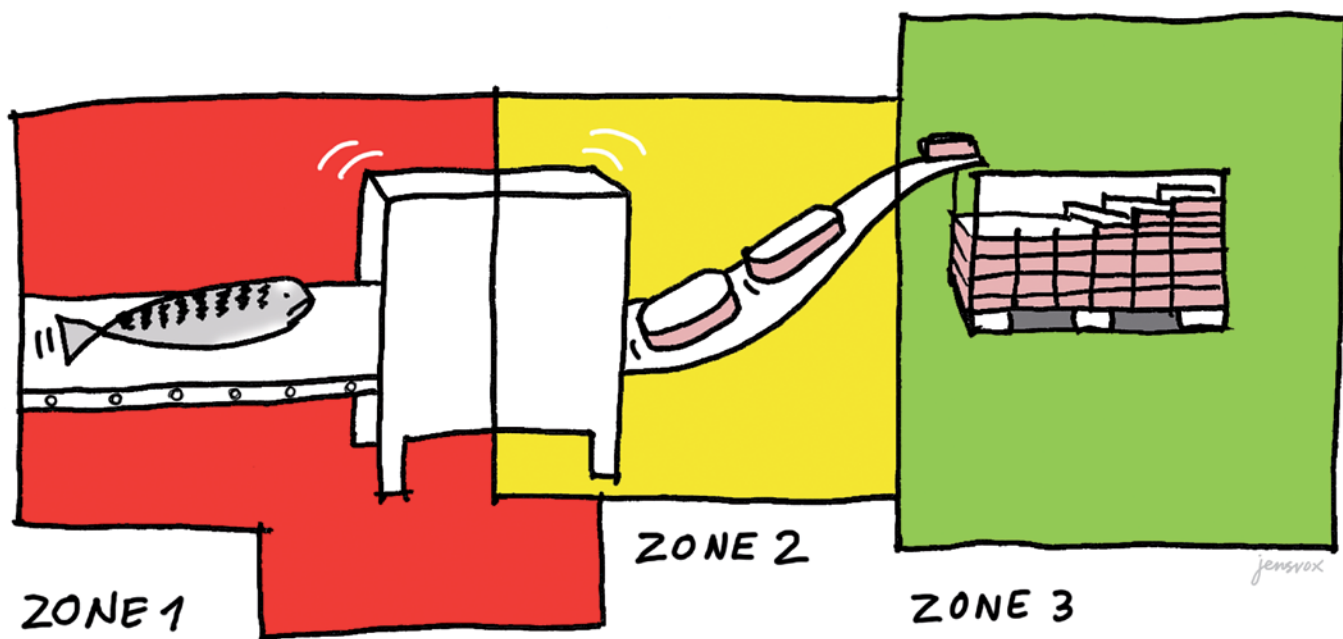


Figur 10. Hygiejneabsorbent - film



Figur 11. Absorbent i skinnesystem monteret med clips, nedhængt fra loft nedhængt

7. Hygiejnezoner



Figur 12. Hygiejnezoner

I nogle virksomheder anvendes en opdeling i hygiejnezoner ud fra hvilken produktion, aktivitet og rengøringskrav, der er i områderne. Det giver mulighed for, at de dyre og ikke så effektive absorbenter bruges, hvor det er nødvendigt, og de billigere og mere effektive absorbenter anvendes, hvor de kan.

Nedenfor ses et eksempel på en fødevarer virksomhed der anvender en opdeling i 3 zoner – rød, gul og grøn.

Zone 1 (rød)

Håndtering og produktion af letfordærlige madvarer, f.eks. fersk kød, fjerkræ eller fisk. I denne kategori stilles de strengeste krav til hygiejnen og dermed også til, hvordan støjdemningen af lokalerne etableres.

Her anvendes glatte, vaskbare og vandtætte akustikmaterialer, der kan tåle grundig rengøring, med f.eks. højtryk, damp og skum og måske desinfektion.

Zone 2 (gul)

Håndtering af pakkede fødevarer eller produktion i lukkede processer som f.eks. saft. Her er kravene lempeligere efter en konkret vurdering. Her anvendes typisk hygiejneabsorbenter, der kan tåle vask med klud, men ikke højtryksspuling.

Zone 3 (grøn)

Lager, ekspedition og lignende. Her stilles ikke specielle hygiejnekrav til de akustiske løsninger, så der kan monteres absorbenter, der også anvendes i anden industri.

I nedenstående skema er vist, hvilke typer af absorbenter der kan vælges i de tre hygiejnezoner på hhv. væg og loft.

	Zone 1 (rød)	Zone 2 (gul)	Zone 3 (grøn)
	Håndtering og produktion af letfordærlige madvarer. Strengeste krav til hygiejnen	Håndtering af pakkede fødevarer eller produktion i lukkede processer. Her er hygiejnekravene lempeligere	Lager, ekspedition og lignende. Her stilles ikke specielle hygiejnekrav til de akustiske løsninger
Absorbent på loft	<p>1. Plane, vandrette, heldækkende direkte monterede eller nedhængte i skinnesystem min. 200 - 300 mm for størst effekt. Ved montage i skinnesystem er inspektion af overside mulig. Eventuelt ventileret hulrum over de nedhængte absorbenter.</p> <p>2. Bafler: Lodret monteret ned fra loft. Generelt ringere effekt end vandret monterede absorbenter. For at opnå samme effekt som ved et nedhængt loft, skal der monteres en baffel pr. m². Se figur 8. Anvendes ofte, hvor der er mange eksisterende installationer (fx. lysarmaturer, rørføringer og ventilationskanaler). Bafler betragtes som indvendige lofter, hvorfor de skal opfylde samme brandkrav som andre lofter. Se figur 8 der viser bafler monteret fra loft.</p>		
	<p>Skal kunne skummes og spules eller vådaftørres.</p> <p>Synligt skinnestem, hvor absorbenter clipses til skinnesystemet, for at modstå vandtryk.</p> <p>Figur 10 viser hygiejneabsorbent med film.</p> <p>Figur 11: Absorbent i skinnesystem monteret med clips.</p>	<p>Skal kunne vådaftørres.</p> <p>Mulighed for skjult skinnesystem. Absorbenter bør være fastholdt af clips, så disse modstår tryk fra aftørringen. Se figur 11.</p> <p>Absorbenter kan også limes til underlaget. Ved oplimning bør absorbenter være klasse A. Fx min. 40 mm mineraluld.</p> <p>Figur 9 viser malet/coated absorbent.</p>	<p>Aftørring og støvsugning.</p> <p>Mulighed for skjult skinnesystem.</p> <p>Absorbenter kan også limes til underlaget. Ved oplimning bør absorbenter være klasse A. Fx min. 40 mm mineraluld.</p> <p>Figur 9 viser malet/coated absorbent.</p>
Absorbent på væg	<p>Skal kunne skummes og spules.</p> <p>Absorbenter monteres i beslag for nem rengøring/udskiftning eller i en lukket konstruktion, der er forseglet/fuget.</p> <p>Figur 10 viser en hygiejneabsorbent med film.</p> <p>Figur 7 viser hygiejneabsorbenter med film monteret med beslag.</p>	<p>Skal kunne vådaftørres.</p> <p>Absorbenter kan monteres i beslag, i en lukket konstruktion eller limes til underlaget. Ved oplimning bør absorbenter være klasse A. Fx min. 40 mm mineraluld.</p> <p>Figur 9 viser malet/coated absorbent.</p>	<p>Aftørring og støvsugning.</p> <p>Absorbenter kan monteres i beslag, i en lukket konstruktion eller limes til underlaget. Ved oplimning bør absorbenter være klasse A. Fx min. 40 mm mineraluld.</p> <p>Figur 9 viser malet/coated absorbent.</p>

8. Henvisninger

Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 63. Beskyttelse mod udsættelse for støj i forbindelse med arbejdet

AT-vejledning A.1.16-1. Akustik i arbejdsrum

AT-vejledning D.6.1-6. Støj

AT-vejledning D.7.4. Måling af støj på arbejdspladsen

BFA Industri, Vejledning, Høreværn

BFA Industri, Vejledning, Støj - vurdering og forebyggelse

BFA Industri, Vejledning, Maskinindkøb af støjsvage maskiner

BFA Industri, Vejledning, Støj – kom godt i gang

Bygningsreglement, BR18

Fødevarestyrelsen, Vejledning nr. 9866 af 27. juli 2022 om fødevarerhygiejne

Hygiejneforordningen (EU 852/2004), EUR-Lex - 02004R0852-20210324 - DA - EUR-Lex (europa.eu)

Tjekliste

Denne tjekliste anvendes i forbindelse med akustikregulering af lokaler i fødevareindustrien Tjekliste

Projekt:

Dato:

Udfyldt af:

Dato for opfølgning:

		JA	NEJ	Bemærkning
1	Har virksomheden en politik vedrørende støj?			
2	Er arbejdsmiljøorganisationen og/eller medarbejderrepræsentanter involveret i eventuelle projekter der vedrører akustikforbedringer/støjdæmpning?			
3	Er der foretaget måling af efterklangstid/beregning af nødvendigt absorptionsareal af en person med akustisk kompetence?			
4	Er der benyttet rådgiver med akustisk kompetence i forbindelse med akustikreguleringen?			
5	Har virksomheden sat mål for efterklangstid eller absorptionsareal?			
6	Indeholder APV'en oplysninger vedr. støj/akustik, der skal tages hensyn til?			
7	Kan specielt støjende maskiner og aktiviteter samles i et lokale?			
8	Har virksomheden stillet krav til akustikken i de enkelte arbejdsrum ud fra de planlagte aktiviteter i lokalet?			
9	Har virksomheden stillet krav til støjen fra tekniske installationer?			
10	Er absorbenter monteret efter producentens anvisninger?			
11	Rengøres absorbenter efter producentens anvisninger?			
12	Skygger absorbenter for daglysadgang?			
13	Udsættes absorbenter for mekaniske påvirkninger som spidse genstande eller slag			
14	Er absorbenter som er udsat for mekaniske påvirkninger beskyttet med perforeret plade, net eller lignende?			



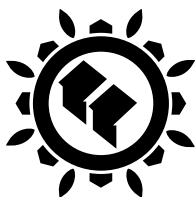
CO-industri
www.co-industri.dk
Tlf. 3363 8000



Dansk Industri
Dansk Industri
www.di.dk
Tlf. 3377 3377



Lederne
www.lederne.dk
Tlf. 3283 3283



bfa-i.dk