

## Akustik i arbejdsrum - At-vejledning A.1.16 - December 2008 - Erstatte At-anvisning nr. 1.1.0.1 af november 1995

### Indledning

Denne vejledning handler om, hvordan Arbejdstilsynet vurderer de akustiske forhold i et arbejdsrum. Vejledningen beskriver også, hvilke forhold Arbejdstilsynet lægger vægt på, når vi vurderer, om de akustiske forhold er tilfredsstillende. Generelt skal de akustiske forhold i arbejdsrum være tilfredsstillende. I skemaet i bilag 1 er anført de efterklangstider og de absorptionsarealer, som Arbejdstilsynet vil opfatte som tilfredsstillende for de forskellige typer lokaler under normale forhold. Desuden nævner vejledningen forskellige foranstaltninger, der kan forbedre akustikken. I bilag 2 er gengivet byggemyndighedernes krav til de akustiske forhold i daginstitutioner, undervisningsrum, kontorer og hospitaler. Bygningsreglementet, der gælder på det tidspunkt, hvor et arbejdssted indrettes, udgør de mindstekrav, som Arbejdstilsynet stiller til akustikken.

### 1. Akustik

I arbejdsrum med støjende arbejde vil det normalt være en fordel, at rummets overflader dæmper (absorberer) støj mest muligt. Herved undgås det, at støjen reflekteres tilbage i rummet.

I nogle rum vil en for kraftig dæmpning dog være en ulempe. I fx auditorier, rum til tavleundervisning o.l. vil en alt for kraftig dæmpning gøre det svært at "tale rummet op". I mindre lokaler, hvor der fx foregår gruppebaseret undervisning, er det dog en fordel, at rummet er godt dæmpet.

Hvis lydrefleksionerne i et arbejdsrum ikke dæmpes tilstrækkeligt, bliver akustikken dårlig. Først og fremmest stiger det generelle støjniveau, og støjen vil påvirke personer, der opholder sig i lokalet, selv i stor afstand fra støj-kilden. Støjskærme vil ikke få den optimale effekt, og det vil være vanskeligt at opfatte lyd-signaler o.l., fx samtale på nogen afstand.

Man vil ofte blot ved at være til stede i rummet kunne vurdere, om de akustiske forhold er tilfredsstillende. Hvis der ikke findes lydabsorberende materiale på loft eller vægge, og rummet har en dårlig akustik, er forholdene utilfredsstillende. Hvis der er noget lydabsorberende materiale spredt i rummet, men akustikken alligevel er dårlig, kan der være tvivl om, hvorvidt forholdene er gode nok, og det kan være nødvendigt at foretage en måling eller en beregning.

### 2. Måling og beregning

#### 2.1. Efterklangstid

Et rums akustik beskrives normalt ved dets efterklangstid. Efterklangstiden er et udtryk for, hvor hurtigt en lyd vil dø ud i rummet. Det angives med det antal sekunder, der går, før et lydniveau er faldet 60 decibel.

#### 2.2. Absorptionsareal

Absorptionsarealet er et udtryk for rummets samlede lydabsorptionsmængde, altså evne til at absorbere lyd. Absorptionsarealet findes ved at gange de lydabsorberende fladers areal med deres absorptionskoefficient og derefter sammenlægge resultaterne for samtlige flader. Absorptionskoefficienten beskriver, hvor

stor en del af den lydenergi, der rammer fladen, som absorberes. Leverandører og forhandlere kan oplyse absorptionskoefficienten for et lydabsorberende materiale.

Mindre rums absorptionsareal kan beregnes, når efterklangstiden er målt. Til beregningen skal der bruges en omregningsformel, ofte Sabines formel:  $T=0,16 \times V/A$ , hvor T er rummets efterklangstid, V er rummets volumen, og A er absorptionsarealet.

For større rum giver Sabines formel ikke altid korrekte resultater, fordi forudsætningen om diffust lydfelt ofte ikke kan opfyldes. For rum over 1.000 m<sup>3</sup> anbefales det derfor at beregne absorptionsarealet ud fra overfladernes absorptionskoefficienter. En anden løsning er at bruge andre måle/beregningsmetoder, fx computerprogrammer der ikke bygger på Sabines formel. Beregning af et større rums absorptionsareal ud fra den målte efterklangstid kræver stor akustisk kompetence.

Maskiners og inventars bidrag til absorptionen kan indregnes som beskrevet i Arbejdstilsynets materiale Et støjsvagt arbejdsmiljø.

### **3. Krav til akustiske forhold**

#### **3.1. Bygningsmyndighedernes krav**

Bygningsreglement 2008 (se denne vejlednings bilag 2) og tidligere reglementer indeholder bestemmelser med krav til de akustiske forhold i daginstitutioner, undervisningsrum mv., herunder svømmehaller. Bestemmelserne i Bygningsreglement 2008 er funktionskrav. Byggemyndighederne anser funktionskravene til daginstitutioner og undervisningsrum for opfyldt, når virksomhederne følger reglementets grænseværdier for efterklangstid og absorptionsareal, se om SBI-anvisning 218 i denne vejlednings bilag 2.

For kontorer og hospitaler, lægehuse, klinikker mv. findes forslag til projekteringsværdier i SBI-anvisning 216. Se denne vejlednings bilag 2.

#### **3.2. Arbejdstilsynets krav**

Arbejdstilsynet vurderer de akustiske forhold i arbejdsrum efter de retningslinjer, der er angivet nedenfor i afsnit 3.3-3.6. Vurderingen afhænger af typen af arbejdsrum, og efterklangstiden og absorptionsarealet bestemmes for rummet, som det benyttes med inventar, maskiner, udstyr mv.

Retningslinjerne er baseret på dels bygningsreglementernes grænseværdier, dels de værdier, der er angivet i skemaet i bilag 1. Skemaets værdier er minimumsværdier, så hvis virksomheden dæmper ud over det anførte, vil det normalt forbedre forholdene yderligere.

Bygningsreglementet, der gælder på det tidspunkt, hvor et arbejdssted indrettes, udgør de mindstekrav, som Arbejdstilsynet stiller til akustikken, se bilag 2. Det samme gælder, hvis et arbejdssted bliver væsentligt bygget om. Værdierne i bygningsreglementerne er vejledende, hvis rum i bygninger er opført, før bygningsreglementerne trådte i kraft. Det betyder, at mindre afvigelser er acceptable.

Se afsnit 3.4 om forslag til projekteringsværdier for kontorbyggeri og hospitaler mv.

#### **3.3. Daginstitutioner, undervisningsrum mv.**

Virksomhederne skal overholde de grænseværdier, der findes i bygningsreglementernes bestemmelser.

#### **3.4. Kontorer mv.**

Kontorer, laboratorier, butikker og telefonomstillinger mv. bør overholde værdierne i skemaet i bilag 1.

For receptioner, udgangskasser i supermarkeder o.l., som udgør en begrænset del af et større rum, bør kravene som minimum være opfyldt lokalt for selve arbejdsområdet.

De forslag til projekteringsværdier, der angives for kontorbyggeri og hospitaler mv. i SBI-anvisning 216, gælder for nybyggeri, se denne vejlednings bilag 2. Hvis de akustiske forhold ikke bliver tilfredsstillende, bør virksomhederne for at rette op på forholdene overholde værdierne.

#### **3.5. Produktionslokaler mv.**

Virksomhederne bør overholde skemaets værdier for produktionslokaler, værksteder, pakkerier, storkøkkener mv. Værdierne bør overholdes i arbejdsrum, hvor de ansatte udsættes for høreskadende støj eller støj, der generer så meget, at de akustiske forhold ikke kan anses for tilfredsstillende.

### **3.6. Særlige forhold**

Særlige forhold kan begrunde større krav til rummets akustiske forhold. Det vil være aktuelt, hvor der er et særligt behov for koncentration og for at opfatte lyde, fx forståelse af tale. Dette kan fx være tilfældet i værksteder på tekniske skoler, på vagtcentraler og i kontrol- og overvågningsrum.

Hvis de akustiske forhold i øvrigt er tilfredsstillende, kan retningslinjerne i afsnit 3.5 overskrides, hvis det drejer sig om meget store haller, hvor loftshøjden er over ca. 10 m, og bredden er mere end ca. 25 m. Dokumentation for de akustiske forhold kan foreligge i form af beregninger i den pågældende hal udført af en særlig sagkyndig.

### **4. Muligheder for at forbedre akustikken**

Virksomheden kan forbedre akustikken ved at anbringe lydabsorberende materialer i lokalet, fx på loft, vægge eller som fritstående skærme. Det absorberende materiale behøver ikke nødvendigvis at dække hele lofts- eller vægfladen. I fx industrilokaler vil en mindre dækning jævnt fordelt ofte kunne opfylde værdierne i tabellen.

Det er nødvendigt at gøre noget særligt ud af støjdemningen ved særligt støjende maskiner o.l. Det kan gøres på loftet over eller på væggene tæt på maskinen.

Hvis virksomheden placerer lydabsorberende materialer på væggene, skal man være opmærksom på eventuel risiko for særligt slid eller ødelæggelse af materialerne på den nederste del af væggene. Hulplader kan fx forebygge slid og ødelæggelse.

I haller med store parallelle vægge vil det oftest være nødvendigt at forsyne disse med lydabsorberende materiale for at undgå en ubehagelig ekkovirkning.

Desuden vil det i store haller være en fordel at anbringe en del af lydabsorptionen nede i højde med støj-kilderne. Det kan være i form af fx lydabsorberende skærmvægge, som vægbeklædning eller som nedhængte sektioner over særligt støjende områder. I haller, der er over 5-6 m høje, bør en væsentlig del, og mindst 15-20 pct., af lydabsorptionen anbringes lavt.

Hvis støjen indeholder kraftig, dyb lyd, er det nødvendigt med særlige foranstaltninger, fx at opsætte lavfrekvensabsorbenter.

### **5. Valg af lydabsorberende materialer**

Som regel kan virksomheder bruge lydabsorbenter som mineraluld, skumplast med åbne porer, træbeton e.l. materialer med en porøs struktur. Til specielle formål kan det være nødvendigt at anvende andre typer absorbenter, fx membranabsorbenter til lavfrekvent absorption.

Virksomhederne skal være opmærksomme på, at lydabfler, der hænger ned fra loftet, giver ringe lydabsorption ved lave frekvenser. Det samme gælder for absorbenter, der monteres direkte på loft eller vægge. Et sammenhængende nedhængt loft eller absorbenter anbragt foran en væg giver derimod god absorption af lavfrekvent støj.

Når virksomheder skal vælge materialer til støjdemning, skal de være opmærksomme på, at der også kan være krav til funktion, fx krav til hygiejne, holdbarhed, drys, indeklima og brandfare. Hvis absorbenten kan opsuge brandbare væsker, kan der opstå risiko for brand.

I nærings- og nydelsesmiddelindustrien er der særlige krav til rengøring. I dag findes der derfor absorbenter, der kan rengøres, så veterinærmyndighedernes krav kan opfyldes. Virksomhederne skal dog være opmærksomme på ikke at vælge absorbenter med en tættere overflade end nødvendigt af hensyn til rengøringen, fordi det forringer absorptionen af lyd ved de høje frekvenser. Valget af materiale og dets tæthed afhænger af risikoen for tilsmudsning. Arbejdstilsynet anbefaler virksomheder at tage kontakt til veteri-

(Historisk)

nærmyndighederne, inden de sætter lydabsorberende materiale op. Her kan de få vejledning om valg af materiale og om ophængning og placering, så de kan undgå senere problemer.

*Arbejdstilsynet, den 1. december 2008*

**Bilag 1****Arbejdstilsynets vejledende gennemsnitsværdier for efterklangstider og absorptionsarealer**

Skemaet nedenfor indeholder vejledende gennemsnitsværdier for efterklangstider og absorptionsarealer for heloktaver i frekvensområdet 125-2.000 Hz. Arbejdstilsynet vil opfatte værdierne som tilfredsstillende under normale forhold. Som hovedregel vil større dæmpning forbedre forholdene yderligere.

Lokaletype	Efterklangstid (T) i s, maksimal gennemsnitsværdi i frekvensområdet 125-2.000 Hz	Absorptionsareal (A) i m <sup>2</sup> , mindste gennemsnitsværdi i frekvensområdet 125-2.000 Hz	Maksimal afvigelse fra den anbefalede værdi i noget frekvensinterval
<b>Produktionslokaler mv.</b>			
Under 200 m <sup>3</sup>	0,8		+ 0,2 s
1.000 m <sup>3</sup>	1,3		+ 0,2 s
Mellem 200 m <sup>3</sup> og 1.000 m <sup>3</sup>	Der udregnes en forholdsmæssig værdi		+ 0,2 s
Over 1.000 m <sup>3</sup>		A bør være mindst 0,6 x gulvarealet	- 0,1 x gulvarealet
Over 1.000 m <sup>3</sup> hvor loftshøjden overstiger 5 m		A bør være mindst 0,7 x gulvareale	- 0,2 x gulvarealet ved 125 og 250 Hz -0,1 ved øvr. frek.
<b>Kontorer mv.</b>			
Flerpersonkontorer mindre end 300 m <sup>3</sup>		A bør være mindst 0,8 x gulvarealet	- 0,2 x gulvarealet ved 125 og 250 Hz - 0,1 ved øvr. frek.
flerpersonkontorer større end 300 m <sup>3</sup>		A bør være mindst 0,9 x gulvarealet	- 0,2 x gulvarealet ved 125 og 250 Hz - 0,1 ved øvr. frek.

I tabellen er der anført en maksimal gennemsnitsværdi for efterklangstiden. En afvigelse fra den anbefalede gennemsnitsværdi mod højere værdier bør ikke ved nogen frekvens overstige værdierne i højre kolonne.

Tabellen indeholder også en mindste gennemsnitsværdi for absorptionsarealet. En afvigelse fra den anbefalede gennemsnitsværdi mod lavere værdier bør ikke ved nogen frekvens overstige værdierne i højre kolonne. Dette for at sikre tilstrækkelig absorption ved alle frekvenser.

Se gennemregnet eksempel i Arbejdstilsynets materiale Et støjsvagt arbejdsmiljø.

Hvis der ikke forekommer væsentlig lavfrekvent støj, kan man for produktionslokaler mv. se bort fra værdien i frekvensområdet omkring 125 Hz.

**Uddrag af Bygningsreglement 2008 og af SBI-anvisning 216 og 218**

Værdier i Bygningsreglement 2008, 6.4.3 (uddrag)

Efterklangstiden i rum skal være i overensstemmelse med rummenes anvendelse.

For bygninger til undervisning anses dette funktionskrav for overholdt, når:

- Klasserum,  $T \leq 0,6$  s, T er efterklangstid
- Undervisningsrum mindre end  $250 \text{ m}^3$  til korsang og akustisk musik,
- $T \leq 1,1$  s
- Undervisningsrum mindre end  $250 \text{ m}^3$  til sang og musik, der er elektrisk forstærket,  $T \leq 0,6$  s
- Åbne undervisningsområder,  $A \geq 1,3$  x gulvarealet, A er absorptionsareal
- Fællesrum med loftshøjde på mere end 4 m og volumen større end  $300 \text{ m}^3$ ,  $A \geq 1,2$  x gulvareal.

Bygningsreglement 2008 indeholder også værdier for undervisningsrum til sløjd, gymnastiksale, svømmehaller, fællesgange og trapperum.

For daginstitutioner anses funktionskravet for opfyldt, når:

- Opholdsrum,  $T \leq 0,4$  s
- Opholdsrum med loftshøjde på mere end 4 m og volumen større end  $300 \text{ m}^3$ ,  $A \geq 1,2$  x gulvarealet.

***Forslag til projekteringsværdier i SBI-anvisning 216***

Kontorbyggeri:

- I enkeltpersonkontorer og møderum bør efterklangstiden ikke overstige 0,6 s.
- I flerpersonkontorer bør absorptionsarealet (A) være større end 1,1 x gulvarealet.
- Hospitaler, lægehuse, klinikker mv.:
- I sengestuer bør efterklangstiden ikke overstige 0,8 s.
- I undersøgelsesrum, behandlingsrum mv. bør efterklangstiden ikke overstige 0,6 s.

***SBI-anvisning 218***

SBI-anvisning 218 uddyber og præciserer ovenstående efterklangstider og absorptionsarealer. De gælder for alle heloktavbånd og ikke for en gennemsnitsværdi for et større frekvensområde.

**Baggrund:**

Bekendtgørelse om beskyttelse mod udsættelse for støj i forbindelse med arbejdet.

**Læs også:**

Arbejdstilsynets materiale Et støjsvagt arbejdsmiljø.

**Læs også branchearbejdsmiljørådenes vejledninger mv.:**

Industriens Branchearbejdsmiljøråd: Fødevarerindustri, Akustik.

Branchearbejdsmiljørådenes vejledninger kan findes på

[www.bar-web.dk](http://www.bar-web.dk)