

Kontorslandskap - storum

Akustisk rumsplanering, användning av kontorsskärmar

Christian Simmons

Får citeras, ange källa "Christian Simmons, simmons akustik & utveckling ab, www.simmons.se"

INNEHÅLL

1 Allmänt

Att arbeta tillsammans i stora rum kan öka effektiviteten och känslan av samhörighet. Med omsorg om utformningen av arbetsplatser och servicefunktioner kan en mycket bra innemiljö skapas - det finns det goda exempel på. Men för människor som inte är vana att arbeta i stora rum med många arbetsplatser kan en sådan arbetsmiljö kännas främmande. Det finns exempel på dåliga utformningar som man måste ta lärdom av. Arbetsprestationer och trivsel försämras då man känner sig störd - av bullrande maskiner, spring i gångar, högljutt och ovidkommande prat, bländande eller svag belysning, opraktiska möbleringar.

Skärmar mellan utrymmen spelar en viktig roll, men en sak måste sägas direkt - de ljudisolerar inte ens i närheten av den funktion som fås med fasta väggar.

Ljud sprider sig i hela utrymmet och kan störa andra. Därför krävs omsorgsfull planering som inte sällan berör arbetssättet, gruppindelningar m.m.

Tumregler:

- Rum för många arbetsplatser skall ha generösa ytor. Har man ont om ytor, välj cellkontor.
- Folk skall ha nytta av att sitta i samma rum och höra varandra under arbete, annars stör man varandra OAVSETT vilka ljudabsorbenter och skärmar som sätts upp i rummet.

Det hjälper INTE med ljudabsorbenter i klass A, trots att många tror det. Sådana ljudabsorbenter ger bara bättre dämpning än klass C (t.ex. perforerad gips) OM man samtidigt sätter upp mycket höga skärmar (minst 2.1 m) och dämpar alla väggreflexer. Hur den miljön blir kan man läsa om i Dilbert (www.dilbert.com). I många fall fungerar gipsabsorbenter likvärdigt med mineralullsabsorbenter, man får samma utbredningsdämpning. Se artikel i Bygg&Teknik av Klas Hagberg och Jonas Brunskog.

Funktionella lösningar behövs, som gör att folk inte behöver springa omkring.

Bärbara telefoner med head-set gör att man kan flytta sig om samtalet blir långvarigt eller man har svårt att höra.

Ljusa, varma och färgrika material, öppna, sociala och samverkande interiörer, allt detta kan bädda för en trivsamt miljö.

Tillsammans med IT kan en kraftfull infrastruktur formas.

2 Ljud – njutbart för vissa men buller för andra

Människans hörselsinne är väl utvecklat för att vi skall uppfatta tal, varningsljud, musik m.m.

Ljud ingår som en naturlig del av samvaro med andra människor, naturupplevelser m.m.

Välljuden kan ge nöje och avkoppling. Hörselsinnet kan identifiera en ljudkälla och dess läge genom att bestämma dess riktning, ljudstyrka och frekvenssammansättning. Vi bildar rumsintrycket med hjälp av ljudreflexerna i ett rum, till hjälp för bl.a. synskadade som kan "höra" hindren. Vi kan till och med fokusera hörseln på ett intressant samtal som är knappt hörbart i ett bakgrundssorl.

Men önskat ljud upplevs störande – man kallar det buller. Olika personer kan uppleva ljudet från t.ex. en fax olika beroende på inställningen till ljudet – "bra att höra att den fungerar" eller "enerverande pip". Trafik, ventilation, kontorsmaskiner, samtal – många människor lever med en "ljudmatta" under stora delar av dagen som tröttar och stressar. Bullret försämrar människors prestationsförmåga. Med defekt hörsel störs man faktiskt ännu mera, speciellt av lågfrekvent buller.

I den akustiska planeringen av skolor, kontor m.m. bör man alltid verka för en god ljudmiljö.

3 Ljud alstras av vibrerande ytor och luftströmmar

Ljud är mycket små tryckändringar i luften. Tryckändringen utbreder sig i luften likt "ringar på vattnet" med en hastighet av cirka 340 m/s (1200 km/h). Ljudet når fram till örat och får trumhinnan att svänga "i takt". Trumhinnan påverkar i sin tur tryckkänsliga nervceller i snäckan via hörselbenen i mellanörat. Signalerna leds till hjärnan för tolkning tillsammans med synintryck m.m. Tryckstötarna (ljudtrycket) kan skapas av vibrerande ytor (stämband,

plåtkanaler) eller pulserande luftströmmar (ventilationsdon, fläktar i OH-projektorer). Vibrerande ytor kan förstyvas eller kläs in med tunga skivmaterial för att dämpa ljudalstringen. Ventilationsdon kan förses med ljuddämpade spjäll. Rumsinredning kan innehålla ljudabsorberande material för att ge mindre ljud i rum.

4 Höga och låga frekvenser har olika betydelser

Ljud med olika frekvens uppfattas olika starkt. Örat har störst känslighet kring 2000 – 4000 Hz där konsonanterna i talet ligger. Vid 160-800 Hz ligger vokalerna med den största delen av talets ljudenergi.

Informationen bärs fram av de högfrekventa konsonanterna, därför kan man göra sig förstådd enbart genom att visa. Prova själv! Dämpas det högfrekventa ljudet blir talet svårare att förstå, vilket kan vara bra i stora lokaler där man vill ha en viss sekretess. Folk som säger "jag brukar höras bra, jag vill inte ha någon mikrofon" blandar ihop begreppen "att höras" och att lyssnare därmed förstår vad som sägs efter 10 minuters malande. Man hör att någon talar, men förstår inte innehållet - när högfrekvensen försvinner.

Örats känslighet avtar med ökande eller minskande frekvens. Den internationellt standardiserade frekvensvägningsskurvan "A-vägning" byggs in i ljudnivåmätare för att mätaren skall få en frekvenskänslighet som liknar örats. Riktvärden för olika effekter av buller på människan anges t.ex. som "A-vägd ljudnivå högst 30 dB". Tidigare skrev man sorten "dB (A)". C-vägning används för att mäta lågfrekvent buller. Mer information finns hos Socialstyrelsen, SoSFS 2005:6, se www.regeringen.se.

5 Svaga och starka ljud

Det svagaste ljudtryck som kan uppfattas med hörseln är ca 0,00002 Pascal och det starkaste ca 200 Pascal. För att få en mer praktisk sort omvandlar man till decibel (dB). Det svagaste ljudet blir då 0 dB och det starkaste 140 dB. Tal med låg röststyrka ger ca 50 dB på 1 m avstånd, 30 dB på 10 m. På avstånd maskeras ett telefonsamtal av andra ljud i rummet. Den minsta förändring av ljudtrycksnivån som kan uppfattas är ca 1 dB. 10 dB sänkning uppfattas av de flesta människor som en halvering av talstyrkan. Med lågfrekvent buller upplevs redan 5-6 dB som en halvering. I praktiken blir ljud störande så snart det är i paritet med bakgrundsnivån, om det finns informationsinnehåll som avleder uppmärksamheten och stör arbetskoncentrationen.

6 Reflektion och absorption av ljud

Ljud reflekteras av hårda ytor, t.ex. betonggolv, gipsväggar och fönster. Trycket byggs upp framför den hårda ytan och tvingar störningen av luft att utbreda sig bakåt bort från den hårda ytan.

Om ytan istället är porös, t.ex. en gardin eller skärm, trycks luften in i materialet och tryckstörningen reflekteras inte. Ljudet har absorberats av det porösa materialet. Tunna tyger nära hårda ytor har en mycket begränsad absorption därför att det viker undan för tryckstöten (det fladdrar). För att materialet skall vara en effektiv ljudabsorbent måste det vara tillräckligt tjockt och lagom tätt. Lätta bomullstyger ger en måttlig absorption, tunga tätvävda tyger veckade en bit ut från fönstret/väggen är effektivare.

7 Ljudisolering genom skivmaterial

Lätta och ljudabsorberande material, t.ex. undertaksskivor av mineralull, har god absorption men en stor del av ljudet tränger igenom skivan helt. Ljudisoleringen i ett lätt undertak som dragits obrutet förbi en vägg blir därför svag. Skärmar måste ha skivor med tillräcklig tyngd för att inte ljudet skall tränga genom, t.ex. en kärna av tät träfiber.

8 Dämpning av störande ljudreflexer

Skärmas dämpning av direktljudet mellan två arbetsplatser kan kortslutas av ljudreflexer via hårda ytor, t.ex. takpartier, ljusarmaturer, kylbafflar, väggar, dörrar, fönster, glaspartier och bokhyllor. Vid utplaceringen av arbetsplatser i rummet måste sådana ytor vinklas annorlunda, förses med ljudabsorberande material eller skärmas av för att skärmarna skall dämpa effektivt mellan arbetsplatser.

Man kan kontrollera om man har sådana ljudreflekterande ytor genom att sätta en spegel mot ytan. Om man sitter på mottagarplatsen och ser ljudkällan i spegeln kommer även ljudreflexer att gå den vägen. En väggabsorbent (1-2 m²) löser problemet.

Se även avsnitt 1.

9 Avståndsdämpning

Ljudet utbreder sig åt alla håll på sin väg bort från ljudkällan. I ett dämpat rum försvagas det med 6 dB per avståndsfördubbling från ljudkällan, på samma sätt som ljusstyrkan från en lampa avtar när man fjärrar sig.

Om ljudnivån är 60 dB på 1 m avstånd blir det 54 dB på 2 m och 48 dB på 4 m. På 10 m är styrkan reducerad till 40 dB.

På större avstånd blandas det direkta ljudet med reflexer från hårda ytor och övriga ljud och ljudnivån avtar därför inte på ännu större avstånd. Man talar om att ljudfältet är diffust till skillnad från det direkta ljudet.

Se även 1.

10 Hur inverkar bakgrundsljud - maskering

Plötsliga ljud drar till sig uppmärksamheten och försämrar koncentrationsförmågan. Ljud med konstant nivå, t.ex. ventilationsljud, vänjer man sig vid men de påverkar oss ändå negativt.

När de upphör känner man sig lättad, t.ex. när ventilationen stängs av.

Lågfrekvent ljud stör på ett särskilt sätt genom att maskera nyttoljud vid högre frekvenser och belasta hörselsinnet med information som det inte kan tolka. Lågfrekvent ljud stör redan vid låga nivåer och man bör därför undvika sådant ljud på arbetsplatser genom att välja ventilationsystem med låga tryckfall, fasader med bra trafikbullerisolering och skiljekonstruktioner med god ljudisolering mot andra verksamheter i byggnaden.

En dämpning av bakgrundsljuden om bara 2-3 dB kan ge en påtaglig förbättring av taluppfattbarheten i ett telefonsamtal. Det beror på att bullret maskerar talet genom att fylla ut tysta passager och belasta hörselsinnet med tolkning av ovidkommande information.

Bakgrundsljud i ett stort rum kan dock ge en positiv effekt genom att göra omgivningsljuden mer utslätade (konstanta) och förbättra sekretessen. Svag musik i bakgrunden kan ge samma effekt – om alla uppskattar valet av musik.

11 Hur påverkar olika material ljudet

Gardiner, tygklädda stolar, undertak, kläder, kontorsskärmar och andra porösa material absorberar ljud vid höga och medelhöga frekvenser. Skivmaterial, t.ex. trägolv, gipsväggar och fönster absorberar en viss del ljud vid låga frekvenser. Massiva byggnadsdelar av betong har liten absorption. Det är en fördel att ha god absorption vid alla frekvenser. Med de låga frekvenserna odämpade och de höga frekvenserna måttligt dämpade låter rummet som en "källare". Rum med svag högfrekvensabsorption låter hårda och kalla, en akustisk motsvarighet till ett rum med kritvita ytor och skarpt ljus. Man kan naturligtvis utnyttja sådana effekter medvetet, men om rummets visuella och akustiska intryck är olika kan rumsupplevelsen bli ogynnsam. I ett väl dämpat rum är det en fördel att även utforma ljussättning, färgkulörer och reflektans hos rumsytor och inredning så att de verkar för ett "ljusst" och "diffust" rumsintryck, ev. med en förstärkt belysning över arbetsplatser som markerar dessa i rummet.

Se även 1.

12 Hur skärmar dämpar

Skärmar dämpar ljud mellan t.ex. två motstående arbetsplatser genom att hindra ljudet från att utbreda sig direkt mellan ljudkällan (t.ex. den telefonpratande kollegan eller hans radio) och mottagaren (den som lyssnar till ljudet). Även om den direkta utbredningen hindras kan ljudtrycket passera över skärmkrönet och på sidorna. Skärmar måste därför göras tillräckligt långa (se möblering). Om skärmhöjden når upp till siktlinjen mellan ljudkälla och mottagare dämpar skärmen ljudet med cirka 5 dB. Är skärmen lägre blir dämpningen obetydlig. Skärmar som går 30-70 cm högre än siktlinjen dämpar 5-10 dB effektivare. För sittande personer kan man räkna med att siktlinjen går 1.1 m över golvet.

Skärmar med porösa fyllningar tillför även ljudabsorption. De kan ta bort oönskade ljudreflexer (då någon ljudkälla vänds mot skärmen) och förbättra avskildheten och sekretessen på arbetsplatsen.

13 Hur annat påverkar ljudnivån i stora rum – rumsstorlek, rumsplanering

Rumsstorleken och avstånden mellan arbetsplatser som inte skall störa varandra bör väljas mycket generösa i rum med många arbetsplatser. Detta för att man skall få tillräcklig avståndsdämpning. Höga skärmar kan medge en tätare möblering men de kan försämrade den visuella kontakten. Slutna rum kan erfordras när man tvingas tränga ihop många arbetsfunktioner som inte hör samman på en liten yta. Arbetslag med likartade eller sammanhängande arbetsuppgifter (grupper, team) kan ha stora fördelar av att arbeta i ett

gemensamt utrymme. En låg avskärmning kan ändå ge fördelar och möjligheterna till visuell kontakt behålls. Arbetsplatser där man har möten eller annan högljudd verksamhet bör skärmas effektivt eller förläggas till ljudisolerade utrymnen. Ljudisoleringen bör vara $R'w \approx 35$ dB vilket är normal kontorsstandard men som ej ger sekretesskydd (48-44 dB). Glaspartier är ofta bra för sådana rum.

14 Möblering med skärmar

Skärmars höjd bör väljas med hänsyn till behovet av avskiljning mellan arbetsplatser. 1.4 m eller 1.8 m höjd används där man önskar en viss ljuddämpning mellan arbetsplatserna. Skärmen måste vara tillräckligt lång för att hindra ljudet från att läcka förbi på sidorna. Den måste gå ut på båda sidorna, normalt minst 1,5 ggr skärmhöjden. Gavelskärmar eller ett skärnhörn kring ett skrivbord ger samma effekt som att förlänga skärmen. Gavelskärmens höjd kan minskas 0,3 m. En öppen hylla på ovansidan av skärmen med pärmar förbättrar skärmdämpningen. Ljudreflexer från hårda ytor ovanför eller vid sidan av höga skärmar måste absorberas eller skärmas av för att inte kortsluta skärmdämpningen. Ofta klarar man att planera så att tilläggsåtgärder inte behövs. I annat fall kan t.ex. väggabsorbenter monteras. Undertaket måste bara vara ljudabsorberande om man avser sätta kompletta skärmar enligt ovanstående, annars kan lika gärna klass C absorbenter användas. (Ljudabsorptionsklasser enl. SS-EN ISO 11654). Dessa har även tillräcklig lågfrekvensabsorption.

15 Dämpa störande ljudkällor i kontorsmiljö

Så långt möjligt bör man välja tysta maskiner för placering i rum med flera arbetsplatser. I planeringen bör man lägga in avskärmningar runt bullrande maskiner, verksamheter m.m. Det kan t.ex. gälla kopieringsmaskiner, skrivare, faxar, gångstråk, hissar, kaffemaskiner, ventilationskanaler/-don, mötesplatser, pausrum, högröstade samtal, reception m.m. Datorer kan hängas under bordsytan (med städbart utrymme undertill). Trumljud är ett vanigt gissel på storkontor. Golvbeläggningar och möbler bör ge låg ljudalstring, t.ex. i form av stegljud, gnissel m.m. Hygieniska mattor kan användas i gångstråken.

16 Ljuddisciplin i kontorslandskap

Det lågmälda samtalet stör mycket mindre än ett högröstat. Man kan förbättra förutsättningarna för en sådan talteknik på arbetsplatsen på olika sätt. Telefoner med möjlighet till individuell justering av hörstyrkan är ett bra exempel. De hjälper därför att när man hör bra sänker man omedvetet sin egen röststyrka och tvärtom. Telefonsamtal skall vara lätt att flytta med sig till avskilda rum om man stör kollegorna, trådlösa telefoner med head-set är att föredra framför fasta. Mindre möten vid arbetsytan kan föras i dämpat röstläge, men det är ofta bättre att flytta dem till avskilda mötesrum där man varken stör eller blir störd. Visuell kontakt kan vara önskvärd men också störa koncentrationsförmågan. Arbetsplatsen bör därför utformas så att man själv kan välja vilken grad av avskildhet man önskar för tillfället.

17 Hur mäter man skärmdämpning enligt ISO/Nordtest

Mätning görs enligt ISO 10053:1991 (Nordtestmetod NT ACOU 036), på plan mark utomhus eller i ett helt ljudabsorberande laboratorium (med hårt golv). En ljudkälla placeras 1.5 m från baksidan av skärmen och ljudnivån mäts 1.5 m framför skärmen. Mäthöjden är 1.2 m. Ljudet passerar över skärmkrönet och till någon del rakt igenom skärmen. Skärmlängden är väl tilltagen för att hindra läckage förbi kanterna. Som jämförelse bestäms även ljudet utan skärmning*). Skillnaden kallas för skärmdämpning, $L_{s,w}$. Mätvärdena vid olika frekvenser räknas samman till ett sammanfattningsvärde, en "vägd skärmdämpning" $L_{s,w}$. Detta värde jämförs med en klassningsstandard och tilldelas en skärmdämpningsklass. Medelhöga skärmar uppfyller klass B, höga skärmar klass A.

Klassgränser:

$L_{s,w}$, dB

Skärmdämpningsklass

< 6

Ej klassad

6-8

D

9-11
C

12-14
B

15-18
A

*) Av tids- och mättekniska skäl används ytterligare en mätmikrofon som placeras på skärmens krön. Mätvärdet korrigeras för avståndsskillnaden mellan skärmkrönet och mikrofonen på framsidan av skärmen och ger då samma värde som om man mätt på framsidan utan skärm.

18 Efterklang

Lokaler utan ljudabsorberande material (t.ex. källare, trapphus, ljusgårdar) får en lång efterklang. Man säger att efterklangen är lång eller att utrymmet är odämpat. I lokaler för akustisk musik vill man ofta ha en viss efterklang, den förskönar klangbilden och gör rummet lättare att spela och sjunga i. Ett mått på efterklangen och graden av dämpning (absorptionsarean) är efterklangstiden T . Den bestäms som den tid det tar för ljudet att "klinga ut", närmare angivet som tiden det tar för ljudnivån att avta 60 dB från det ljudkällan stängs av. Från T och rumsvolymen V kan man beräkna absorptionsarean A genom det enkla sambandet $A = 0.16 \cdot V / T$. Med en mätning av T i rummet kan man bestämma A i befintligt rum och vilket tillskott av ljudabsorbenter som behövs för att uppnå ett givet krav på T .

19 Hur mäter man ljudabsorption enligt svensk standard

I mätstandard SS 02 52 61 anges hur skärmarna skall placeras ut i ett ljudhårt mättrum. Mätningen sker (enligt SS-ISO 354) på så sätt att efterklangstiden bestäms utan skärmar och med skärmar. Skillnaden används för beräkning av absorptionsytan A per skärm och den praktiska absorptionsfaktorn α_w . Detta värde sammanfattar hur effektiv absorptionen är och jämförs med klassgränser enligt en internationell standard, SS-EN ISO 11654. Ljudabsorptionsklass A är den högsta, där 90-100 % av allt infallande ljud absorberas. Denna klass bör användas i undertak i stora rum där man använder kontorsskärmar. I stora mötesrum kan en takabsorbent i ljudklass C vara bättre därför att ljudreflexer i taket underlättar kommunikationen.

20 Myndighetskrav, svensk standard för ljudklassning.

Arbetskyddsstyrelsen och Boverket ger råd om att kontinuerliga ljud från installationer m.m. begränsas till 40 dB. Nya direktiv för icke-hörselskadligt buller som har negativa effekter för hälsan kommer att föreslås under 2000. I ett förslag till ny standard för bl.a. kontorslokaler och skolor (SS 25268 utg 2 2007, SIS förlag) ges förslag till målvärden för ljudisolering mellan olika utrymmen, ljudnivåer från installationer och trafik samt efterklangstid i utrymmen. Valet av ljudklass kan bero på verksamhetens art, byggnadens förutsättningar och ekonomiska aspekter. Anvisningar om kontrollmetoder m.m. ges också. För stora rum eller sammanhängande utrymmen anvisas efterklangstid $<0,5$ s eller ljudabsorptionsmängd motsvarande 100% av takytan täckt med ljudabsorbenter i högsta klassen (A).

Christian Simmons