

# *Anvisning om boendehälsa*

---

*Fysikaliska, kemiska och mikrobiologiska faktorer  
i bostäder och andra vistelseutrymmen*

*Fullmactsstadgande: 32 § hälsoskyddslagen (763/94)  
Giltighetstid: 1.5.2003–tills vidare*



ISSN 1236-116X

ISBN 952-00-1302-4

Layout: AT-Julkaisutoimisto Oy

Tryckning: Edita Prima Ab, Helsingfors 2003

# SAMMANDRAG

**M**ed stöd av 32 § hälsoskyddslagen (763/1994) kan social- och hälsovårdsministeriet på sanitära grunder meddela närmare anvisningar om fysikaliska, kemiska och biologiska faktorer i en bostad och annat vistelseutrymme.

Övervakningen av de sanitära förhållandena i bostäder och andra vistelseutrymmen ankommer på den kommunala hälsoskyddsmyndigheten. Anvisningarna om boendehälsa är till stöd för den kommunala hälsoskyddsmyndigheten vid bostadsinspektioner, men anvisningarna och mätmetoderna kan också till tillämpliga delar användas för utvärdering av sanitära förhållanden i andra vistelseutrymmen, t.ex. vårdinrättningar och läroanstalters byggnader. Anvisningarna kan också användas av andra som utreder olika byggnaders skick.

I anvisningarna har man strävat efter att alltid presentera metoderna för att mäta de faktorer som beskriver förhållandena i bostäder och andra vistelseutrymmen samt tolkningen av resultaten. Det mest rekommendabla är att man använder standardiserade metoder, även om detta inte är möjligt i nära på alla fall. De övriga mätmetoderna i anvisningarna är exempel på metoder som anses tillförlitliga. I vissa fall, t.ex. beträffande mikrober, grundar sig riktvärdena endast på i anvisningen nämnd mätmetod. Vid mätningen skall man i allmänhet sträva efter att använda sådana metoder som är tillförlitliga och av vilkas användningssäkerhet man har tillräcklig erfarenhet.

Det är viktigt att de kommunala hälsoskydds-, arbetarskydds- och miljöskyddsmyndigheterna samarbetar för att förebygga de sanitära olägenheter som bostäder och andra vistelseutrymmen kan ge upphov till. Det kan också ofta behövas specialkunnande inom andra områden då det gäller att reparera fuktskador och att förebygga och avlägsna sanitära olägenheter orsakade av mikrober.

## **NYCKELORD:**

boende, bostäder, buller, fuktskador, föroreningar i luften, hälsoskydd, inomhusluft, radon, ventilation

# TIIVISTELMÄ

**T**erveystensuojelulain (763/94) 32 §:n nojalla sosiaali- ja terveysministeriö voi antaa terveydellisiin perusteisiin ohjeita fyysikaalisista, kemiallisista ja biologisista tekijöistä asunnossa ja muussa oleskeluun tarkoitettussa tilassa.

Asuntojen ja muiden oleskelutilojen terveydellisten olojen valvonta kuuluu kunnan terveydensuojeluviranomaisen tehtäviin. Kunnan terveydensuojeluviranomainen voi käyttää asumisterveysohjeen aineistoa apuna asunnontarkastuksessa, joskin ohjeita ja mittausmenettelyjä voidaan soveltuvin osin käyttää myös muiden oleskelutilojen, kuten hoito- ja huoltolaitosten sekä oppilaitosten rakennusten jne., terveydellisten olojen arviointiin. Ohje soveltuu myös muiden rakennusten kuntoa selvittävien käyttöön.

Ohjeessa on pyritty aina esittämään asuntojen ja muiden oleskelutilojen olosuhteita kuvaavien tekijöiden mittausmenetelmät sekä tulosten tulkinta. Standardisoitujen menetelmien käyttö on suositeltavinta, joskaan läheskään kaikissa tapauksissa se ei ole mahdollista. Ohjeen muut mittausmenetelmät ovat esimerkkejä luotettaviksi tiedetyistä menetelmistä. Eräissä tapauksissa, kuten mikrobien osalta, ohjeet perustuvat vain tässä ohjeessa mainittuun mittausmenetelmään. Mittauksissa tulee yleensä pyrkiä käyttämään menetelmiä, jotka ovat luotettavia ja joiden käyttövarmuudesta on riittävästi kokemuksia.

Kunnan terveydensuojelu-, työsuojelu- ja ympäristönsuojeluviranomaisen yhteistyö on tärkeää asuntojen muiden oleskelutilojen aiheuttamien terveyshaittojen ehkäisemiseksi. Kosteusvaurioiden korjaamien ja mikrobien aiheuttamien terveyshaittojen ehkäisy ja poistaminen vaativat usein myös muiden alan ammattilaisten erityisosaamista.

## **ASIASANAT:**

asuminen, asunnot, ilman epäpuhtaudet, ilmanvaihto, kosteusvauriot, melu, radon, sisäilma, terveydensuojelu

# SUMMARY

---

**T**he Ministry of Social Affairs and Health is entitled to issue, for reasons of health, instructions regarding physical, chemical and biological factors in housing and other living premises in virtue of section 32 of the Health Protection Act (763/1994).

The supervision of health conditions in housing and other living premises is the responsibility of municipal health protection authorities. The municipal health protection authority may make use of the housing health instructions in the inspection of housing premises, but the instructions and measurement procedures can also be used, as appropriate, for the assessment of the sanitary conditions of other living premises, such as buildings of care institutions and educational institutions etc. The instructions are also suitable for use in examining the condition of other buildings.

The aim is always to present in the instructions the methods of measuring the factors describing the conditions in housing and other living premises and the interpretation of the results. It is recommendable to use standardised methods, although it is not possible in all cases. The other measurement methods mentioned in the instructions are examples of methods known as being reliable. In some cases, such as in regard to microbes, the guideline values are based on the measuring method referred to in these instructions only. The general aim should be to use in measurements such methods as are reliable and of whose dependability there is enough experience.

It is important that the municipal health protection, occupational safety and health and environmental health authorities co-operate with a view to preventing health harms caused by housing and other living premises. Repairing damp damages and prevention and elimination of health harms caused by microbes often demand expertise by professionals in other branches, in addition.

## **KEY WORDS:**

chemical impurity, dampness, health harm, housing, indoor air, microbe, noise, other living premises, radon, temperature, ventilation



# INNEHÅLL

<b>FÖRORD</b> .....	<b>11</b>
<b>I FYSIKALISKA FÖRHÅLLANDEN</b> .....	<b>13</b>
<b>1 RUMSLUFTENS TEMPERATUR</b> .....	<b>13</b>
1.1 Definition av temperaturer och vistelsezon .....	14
1.2 Riktvärden för temperaturer .....	15
1.2.1 Temperaturindex .....	15
1.3 Mätning av temperatur och drag .....	18
1.3.1 Mätning .....	18
1.3.2 Temperaturmätningstandarder och mätinstrument .....	19
<b>2 FUKTHALT I RUMSLUFT OCH KONSTRUKTIONER</b> .....	<b>20</b>
2.1 Fukthalt i rumsluften .....	20
2.1.1 Mätning av rumsluftens relativa fuktighet .....	21
2.2 Fukthalt i konstruktionerna .....	21
2.2.1 Bedömning av konstruktioners fukthalt .....	21
2.2.1.1 Organoleptisk observation .....	22
2.2.1.2 Elektronisk observation .....	22
2.2.1.3 Presentation av resultaten av elektronisk observation .....	22
2.2.1.4 Tillförlitlighet av elektronisk observation .....	23
2.2.2 Kortvarig mätning av konstruktioners relativa fuktighet .....	23
2.2.2.1 Mätinstrument .....	24
2.2.2.2 Presentation, tillförlitlighet och tolkning av resultaten .....	24
<b>3 VENTILATION</b> .....	<b>25</b>
3.1 Behovet av ventilation .....	25
3.2 Riktvärde för ventilationen .....	26
3.3 Undersökning av ventilationen .....	27
3.3.1 Funktionsundersökning .....	27
3.3.2 Undersökning av system med frånluftsventilation .....	28
3.3.3 Undersökning av system med till- och frånluftsventilation .....	29
3.3.4 Mätningar .....	30

<b>4 RADON .....</b>	<b>31</b>	
4.1 Riktvärde för radon .....	31	
4.2 Fastställande av årsmedelvärdet för radon .....	31	
4.2.1 Kontinuerlig mätning (integrerande) .....	32	
4.2.2 Tolkning av resultaten vid kontinuerlig mätning .....	32	
4.2.3 Övriga metoder för mätning av radon .....	33	
4.3 Utredning av radonläget .....	33	
4.4 Sänkning av radonhalten i inneluft .....	33	
<b>5 BULLER .....</b>	<b>34</b>	
5.1 Riktvärden för bullernivån i bostäder och andra vistelseutrymmen .....	36	
5.2 Buller som förorsakar risk för hörselskada .....	37	
5.3 Lågfrekvensbuller .....	40	
5.4 Musikbuller som hörs in i bostäder.....	40	
5.5 Tillämpning av riktvärden för tidsmässigt varierande buller .....	41	
5.6 Mätning av buller .....	42	
5.6.1 Mätinstrument .....	42	
5.6.2 Förhållandena under mätningarna .....	43	
5.6.3 Val av mätplats .....	44	
5.6.4 Utredning av orsaken till buller .....	44	
5.6.5 Korrigering av mätresultat .....	45	
5.6.5.1 Korrigering för impulskaraktär .....	45	
5.6.5.2 Korrigering för smalbandighet .....	47	
5.6.5.3 Korrigering för buller som innehåller både impulsbuller och smalbandigt buller .....	48	
5.6.5.4 Totalnivån för buller som består av flera olika buller .....	48	
5.7 Bedömning av mätresultatens tillförlitlighet .....	49	
 Bilaga 1	 Ljud som i allmänhet inte är sådant buller som avses i hälsoskyddslagen .....	 50
Bilaga 2	Begrepp inom bullerbekämpningen .....	51



<b>II KEMISKA FÖRORENINGAR, PARTIKLAR OCH FIBRER .....</b>	<b>59</b>
<b>6 RIKTVÄRDEN FÖR KEMISKA FÖRORENINGAR, PARTIKLAR OCH FIBRER .....</b>	<b>60</b>
6.1 Mätning av föroreningar .....	60
6.1.1 Mätmetoder och -förhållanden .....	60
6.1.2 Tagning och registrering av luftprov .....	61
6.1.3 Jämförelse mellan mätresultat och riktvärde .....	62
6.2 Ammoniak .....	62
6.2.1 Riktvärde för och undersökning av ammoniak .....	62
6.2.2 Metoder för undersökning av ammoniak .....	63
6.3 Asbest .....	63
6.3.1 Riktvärde för och undersökning av asbest .....	64
6.3.2 Metoder för undersökning av asbest .....	64
6.4 Formaldehyd .....	65
6.4.1 Riktvärde för och undersökning av formaldehyd .....	65
6.4.2 Metoder för undersökning av formaldehyd .....	65
6.5 Koldioxid .....	66
6.5.1 Riktvärde för och undersökning av koldioxid .....	66
6.5.2 Metoder för undersökning av koldioxid .....	66
6.6 Kolmonoxid eller os .....	67
6.6.1 Riktvärde för och undersökning av kolmonoxid .....	67
6.6.2 Metoder för undersökning av kolmonoxid .....	67
6.7 Styren .....	68
6.7.1 Riktvärde för och undersökning av styren .....	68
6.7.2 Metoder för undersökning av styren .....	68
6.8 Partiklar i inneluft	
6.8.1 Riktvärde för och undersökning av partiklar .....	70
6.8.2 Metoder för undersökning av partiklar .....	70
6.9 Tobaksrök .....	71
6.9.1 Riktvärde för och undersökning av tobaksrök .....	71
6.9.2 Metoder för undersökning av tobaksrök .....	72
6.10 Eliminering av sanitära olägenheter som föroreningar förorsakar .....	73

<b>III MIKROBIOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN .....</b>	<b>74</b>
<b>7 MIKROBTILLVÄXT .....</b>	<b>74</b>
7.1 Konstaterande av sanitär olägenhet .....	75
7.2 Fastställande av mikrobhalter .....	76
7.2.1 Yt- och byggnadsmaterialprover .....	76
7.2.2 Luftprover .....	77
7.3 Tolkning av resultaten av yt- och byggnadsmaterialprover .....	78
7.3.1 Ytprov .....	78
7.3.2 Byggnadsmaterialprov .....	79
7.4 Tolkning av resultaten av luftprover (impaktor) .....	79
7.5 Mikrobarter .....	80
7.6 Eliminering av sanitär olägenhet som mikrober förorsakar .....	82
 Bilaga 3 Anvisningar för provtagning och hantering av mikrobprover .....	 83
Bilaga 4 Näringsmedier, anvisning för utspädningsvatten, omräkningstabell för 6-sekvensimpaktor .....	 87
 <b>8 TEMPERATUREN PÅ VATTENLEDNINGSVATTEN .....</b>	 <b>90</b>
<b>9 PRESENTATION AV MÄTNINGSRESULTAT .....</b>	<b>91</b>

# FÖRORD

**B**estämmelser om eller i anslutning till bostadsinspektion finns i kapitel 7, 10, 12 och 13 i hälsoskyddslagen (763/94) och i kapitel 5 i hälsoskyddsförordningen (1280/94). Med stöd av 32 § hälsoskyddslagen kan social- och hälsovårdsministeriet meddela närmare anvisningar om fysikaliska, kemiska och biologiska faktorer i en bostad och annat vistelseutrymme.

Det hör till den kommunala hälsoskyddsmyndighetens uppgifter att övervaka de sanitära förhållandena i bostäder och andra vistelseutrymmen. Den kommunala hälsoskyddsmyndigheten kan använda materialet i denna publikation som hjälp särskilt vid bostadsinspektion, även om anvisningarna och mätmetoderna i tillämpliga delar också kan användas för bedömning av sanitära förhållanden i andra vistelseutrymmen såsom vårdinrättningar och läroanstalter. Anvisningen kan också användas av personer som reparerar och bygger byggnader eller undersöker byggnaders skick.

Med sanitär olägenhet avses med stöd av 1 § hälsoskyddslagen till exempel en sjukdom eller en hälsostörning som förorsakas av en faktor eller omständighet i livsmiljön. Som sanitär olägenhet enligt lagen anses även exponering för ett ämne eller en omständighet som är skadlig för hälsan och eventuellt förorsakar sjukdom eller sjukdomssymptom. En sådan situation kan uppstå till exempel då en människa bor eller vistas i en bostad där hon kan exponeras för celler som härstammar från mikrober eller för produkter av deras ämnesomsättning.

I anvisningen nämns värden som beskriver mängden kemiska och mikrobiologiska föroreningar eller de fysikaliska förhållandena, men de är inte bindande. Enligt rådande uppfattning uppstår i allmänhet ingen sanitär olägenhet om mätresultaten i en bostad eller i något annat vistelseutrymme överensstämmer med dessa tal. Vid tillämpning av riktvärden skall dock de lokala förhållandena och i mån av möjlighet även de individuella skillnaderna mellan de personer som exponerats beaktas. Riktvärdena, som beroende på variabler har olika namn (riktvärde, maximihalt etc.), bygger huvudsakligen på rekommendationer som tidigare publicerats med stöd av hälsoskyddslagen, erfarenheter som hälsoskyddsmyndigheterna fått i det praktiska övervakningsarbetet, internationella publikationer och särskilt i fråga om de mikrobiologiska riktvärdena på omfattande undersökningar och utredningar som Folkhälsoinstitutet gjort. Några särskilda motiveringar (kriterier) till olika riktvärdens numeriska värden har inte framförts.

Målet i anvisningen har varit att alltid redogöra för de metoder, med vilka man mätt faktorer som beskriver förhållandena i bostäder och andra vistelseutrymmen och hur resultaten tolkats. Användning av standardiserade metoder rekommenderas, även om det långt ifrån alltid är möjligt. De övriga mätmetoderna i anvisningen är exempel på metoder som konstaterats vara tillförlitliga. I vissa fall, såsom när det gäller mikrober, bygges riktvärdena endast på den mätmetod, som nämns i denna anvisning. Vid mätning skall man i allmänhet alltid försöka använda metoder som är tillförlitliga och som man har tillräckliga praktiska erfarenheter av.

Miljöministeriet har meddelat byggnadstekniska föreskrifter och anvisningar som publicerats i Finlands byggbestämmelsesamling. Föreskrifterna i byggbestämmelsesamlingen är förpliktande. Anvisningarna som kompletterar dem är inte förpliktande. Även andra lösningar än dem som ges i anvisningarna kan användas, om de uppfyller kraven i de föreskrifter som gäller byggande. De sanitära anvisningarna som gäller förhållandena i bostäder och andra vistelseutrymmen i denna anvisning strider inte mot byggbestämmelserna. Eftersom kraven och riktvärdena i byggbestämmelserna styr byggandet och byggplaneringen, är de i många fall strängare än riktvärdena i anvisningen om boendehälsa.

Social- och hälsovårdsministeriet anser det vara viktigt att de kommunala hälsoövervaknings-, byggnadstillsyns- och arbetarskyddsmyndigheterna samarbetar för att förebygga sanitära olägenheter i bostäder och övriga vistelseutrymmen, särskilt sådana som förorsakas av fukt- och mikrobskador och vid reparationer och saneringar. Samarbete mellan kommunens hälsoövervaknings- och miljömyndighet krävs i situationer då externa faktorer såsom förorening i uteluften, förorening av marken eller grundvattnet eller buller utifrån förorsakar en försämrad boendehälsa.

Anvisningen om boendehälsa ersätter social och hälsovårdsministeriets Direktiv om inomhusluften (2/97) som publicerades år 1997. Anvisningen om boendehälsa har kompletterats särskilt beträffande mätningen av temperaturen och fuktigheten inomhus och för musikbuller har givits riktvärden. Krav gällande temperaturen hos varmt hushållsvatten har också tagits med i anvisningen. Anvisningen om boendehälsa träder i kraft 1.5.2003.

Helsingfors 31.12.2002

Risto Aurola

Direktör

# I FYSIKALISKA FÖRHÅLLANDEN

De sanitära förhållandena i bostäder och andra vistelseutrymmen påverkas både av kemiska föroreningar och fysikaliska förhållanden. Till de fysikaliska förhållandena hör bl.a. inneluftens temperatur och fuktighet, buller (ljudförhållanden), ventilation (luftens kvalitet), strålning och belysning. Till exempel utsläpp av kemiska ämnen som ingår i vissa byggnadsmaterial beror väldigt långt på inneluftens temperatur och fuktighet. Halten av föroreningar i inneluften beror också på hur ventilationen fungerar och hur effektiv den är.

Om rumsluftens temperatur är för hög, luften är fuktig eller ventilationen är för kraftig så att den förorsakar drag, kan dessa faktorer som sådana förorsaka symptom eller sanitär olägenhet hos människor eller få dem att uppleva sin boendemiljö som otrivsamt. Å andra sidan känner man ännu inte till alla effekter som inneluftens fysikaliska egenskaper har på människans hälsa. De rekommendationer och riktvärden som nedan ges för olika fysikaliska faktorer i en bostad bygger på etablerad praxis inom hälsoövervakningen och på internationell forskning inom detta område.

## I RUMSLUFTENS TEMPERATUR

Rumsluftens temperatur, värmestrålningen, luftens flödes hastighet och fukthalt jämte klädseln och människans aktivitet påverkar människans värmeupplevelse.

Värmeförhållandena är avgörande för trivsels. Ihållande drag och kyla kan förorsaka sanitär olägenhet. Även en minimal mängd luftfuktighet, som kondenseras på en kall yta i en konstruktion, ökar risken för fuktskador. Kalla tvätt- och bastuutrymmen minskar boendetrivsels, ökar fuktbelastningen på konstruktionerna och kan förorsaka fuktskador och därmed mikrotillväxt.

Om golvytan har en låg temperatur, kan det medföra men för barn och även för vuxna. Menens omfattning beror på klädseln, golvmaterialets värmeledningsförmåga, kalla luftflöden i golvets riktning och vistelsetiden i rummet.

Kyliga vägg- och takytor förorsakar i allmänhet inga sanitära olägenheter, förutsatt att de riktvärden för en försvarlig nivå på temperaturer som ges nedan inte underskrids. Stora temperaturskillnader på stora väggytor kan dock förorsaka asymmetri i värmestrålningen. Det leder i sin tur till minskad trivsel och om fenomenet är långvarigt, kan det också förorsaka sanitära olägenheter för dem som vistas i bostaden.

Om rumsluften är för varm under uppvärmningssäsongen, kan den öka tröttheten, sänka koncentrationsförmågan, öka symptom i andningsvägarna och göra att luften känns torr, vilket ofta leder till onödig befuktning av luften. En för hög temperatur kan också accelerera utsläpp av föroreningar i gasform från sina källor.

## 1.1 DEFINITION AV TEMPERATURER OCH VISTELSEZON

### Rumsluftens temperatur

*Luftens temperatur uppmätt på 1,1 m:s höjd på en godtycklig plats i vistelsezonen\**

### Operativ temperatur

Med operativ temperatur avses medeltalet av rumsluftens temperatur och strålningstemperaturen hos ytorna som omger människan. Den operativa temperaturen beskriver hur yttemperaturer som avviker från rumsluftens temperatur påverkar människans värmeupplevelse.

*Den operativa temperaturen kan i hög grad avvika från rumsluftens temperatur till exempel i rum med stora fönster eller med ouppvärmda utrymmen under rummet.*

### Vistelsezon

*Den del av ett rum, vars nedre yta avgränsas av golvet, vars övre yta ligger på 1,8 meters höjd från golvet och vars sidoytor ligger på 0,6 meters avstånd från väggarna eller från motsvarande fasta byggnadskonstruktioner.*

---

\* Mätningen kan utföras även på andra håll i vistelsezonen än i mitten av rummet beaktande området som förorsakar sanitär olägenhet.

## 1.2 RIKTVÄRDEN FÖR TEMPERATURER

Riktvärden för rum och rumsluft framgår av tabell 1. Riktvärdena bygger på mättningsförhållanden, i vilka uteluftens temperatur är  $-5\text{ °C}$  och inneluftens temperatur  $21\text{ °C}$ . Om mättningsförhållandena avviker från jämförelseförhållandena ( $-5\text{ °C}$ ,  $21\text{ °C}$ ), kan de uppmätta yttemperaturerna jämföras med riktvärdena med hjälp av ett temperaturindex på det sätt som framgår nedan.

Riktvärdena för temperaturer hos rumsluft som framgår av tabell 1 är indelade i två grupper: försvarlig och god nivå på temperaturen. Värdena gäller temperaturer som mäts i rummets vistelsezon. Med övriga vistelseutrymmen avses i det här sammanhanget till exempel servicehus för äldre, daghem för barn och skolor. Riktvärdena i tabell 1 kan i tillämpliga delar användas till exempel för bedömning av temperaturförhållandena i samlingslokaler och andra motsvarande vistelseutrymmen såsom hälsocentraler och liknande väntrum.

Riktvärdet för **god** nivå motsvarar huvudsakligen de minimikrav som ställs på nybyggen enligt byggbestämmelsesamlingen. Minst denna nivå skall eftersträvas vid underhåll och användning av bostäder och andra vistelseutrymmen. Om nivån **försvarlig** underskrids, kan sanitära olägenheter uppstå.

### 1.2.1 TEMPERATURINDEX

Med hjälp av temperaturindexet kan man bedöma hur byggnadens mantel fungerar värmetekniskt. Väggens och golvet yttemperaturer bedöms med hjälp av ett temperaturindex i det fall att mätningar av temperaturerna inte kan utföras i en utomhustemperatur på  $-5\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ , dvs. om utomhustemperaturen understiger  $-5\text{ °C}$  eller överstiger  $-5\text{ °C}$  (max.  $+5\text{ °C}$ ) beaktande mättoleransen.

Temperaturindexet fastställs på följande sätt:

$$TI = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100 \text{ [%]}$$

TI = temperaturindex

$T_{sp}$  = innerytans temperatur,  $^{\circ}\text{C}$

$T_i$  = inneluftens temperatur,  $^{\circ}\text{C}$

$T_o$  = uteluftens temperatur,  $^{\circ}\text{C}$

För att kunna räkna ut temperaturindexet måste man fastställa rumsluftens temperatur, uteluftens temperatur och innerytans (vägg eller golv) temperatur.

Temperaturindexet för försvarlig nivå hos vägg är  $\geq 81$  % och temperaturindexet för god nivå  $\geq 87$  %. På motsvarande sätt är temperaturindexet för försvarlig nivå hos golv  $\geq 87$  % och temperaturindexet för god nivå  $\geq 97$  %. Temperaturindexet för försvarlig nivå som skildrar temperaturen i anslutningspunkten mellan vägg och yttermantel och temperaturen i genomföringspunkter är  $\geq 61$  % och för god nivå  $\geq 65$  %. Genom att placera de uppmätta storheterna i formeln ovan och så räkna ut temperaturindexet, kan en väggs värmetekniska skick bedömas med tanke på värmetrivseln och sanitära olägenheter.

Yttertemperaturerna skall mätas i tillräckligt stabiliserade förhållanden. Solsken och stora växlingar i utomhustemperaturen före mätning medför osäkra mätningsresultat. Yttertemperaturerna hos tunga konstruktioner (betong, tegel etc.) förändras långsammare än yttertemperaturerna hos lätta konstruktioner. Om solen före mätning skinit i mer än 2 h direkt mot väggen som skall mätas, är det bäst att undvika mätning och försöka mäta en vägg på byggnadens norra sida eller skuggsida eller utföra mätningen på nytt i lämpliga förhållanden. Om utomhusluftens temperatur under dygnet som föregår mätningen växlat med mer än  $\pm 5$  °C i jämförelse med temperaturen som råder vid mätningstidpunkten, blir mätningsresultatet osäkert för lätta konstruktioners del och mätningen måste då upprepas. Vid mätning av tunga stenväggskonstruktioner får växlingen i utomhusluftens temperatur före mätning inte överstiga  $\pm 5$  °C under de två föregående dygnen i jämförelse med den utomhustemperatur som råder vid mätningstidpunkten. Också inomhustemperaturen måste ha varit möjligast konstant före mätning. Vid behov måste yttertemperaturen och inomhusluftens temperatur och utomhustemperaturen i mån av möjlighet följas upp med hjälp av en kontinuerlig datasamlare i 2 – 5 dagars tid.

Om temperaturindexet klart understiger den försvarliga nivån som framgår av tabell 1, är det skäl att kontrollera utrymmets tryckförhållanden i jämförelse med uteluften och med hjälp av signalrök och/eller luftflödesmätare försöka lokalisera ett eventuellt luftläckage i konstruktionerna.

Låga yttertemperaturer beror på fel i isoleringen, köldbryggor i konstruktionerna, brister i ångspärren och luftläckor och en kombination av dessa. Ventilationens och uppvärmningssystemets funktion påverkar också yttertemperaturerna

Lufttätheten hos byggnadens yttermantel kan vid behov mätas med hjälp av ett tryckprov, under vilket ett undertryck på 50 Pa åstadkoms i utrymmet som skall undersökas. Luftmängden som krävs för att upprätthålla undertrycket divideras med utrymmets luftvolym. Det så erhållna



värdet på luftläckaetalet  $n_{50}$  [1/h], växling i timmen, beskriver yttermantelns täthet.

**TABELL 1.**  
**RIKTVÄRDEN FÖR TEMPERATURER, TEMPERATURINDEX OCH**  
**LUFTENS FLÖDESHASTIGHET**

Bostad och annat vistelseutrymme	försvarlig nivå	TI	god nivå	TI
Rumsluftens temperatur (°C) <sup>1)</sup>	18 <sup>1) 2)</sup>		21	
Operativ temperatur (°C)	18 <sup>2)</sup>		20	
Väggens temperatur (°C) <sup>3)</sup>	16 <sup>6)</sup>	81	18 <sup>6)</sup>	87
Golvets temperatur (°C) <sup>3)</sup>	18 <sup>2) 6)</sup>	87	20 <sup>6)</sup>	97
Yttemperaturen mätt i en punkt (°C)	11 <sup>4) 6)</sup>	61	12 <sup>6)</sup>	65
Luftens flödehastighet <sup>5)</sup>	dragkurva 3		dragkurva 2	

- 1) Rumsluftens temperatur får inte stiga över 26 °C, om inte den höga temperaturen beror på att uteluften är så varm. Under uppvärmningssäsongen får rumsluftens temperatur inte överstiga 23 – 24 °C.
- 2) I servicehus för äldre, daghem för barn, läroanstalter och liknande utrymmen är den försvarliga nivån för rumsluftens temperatur och för den operativa temperaturen 20 °C och den försvarliga nivån för golvets yttemperatur 19 °C.
- 3) Medeltalet fastställt enligt standarden SFS 5511, då uteluftens temperatur är – 5 °C och inneluftens temperatur + 21 °C. Om mätningförhållandena avviker från jämförelseförhållandena, används ett temperaturindex.
- 4) En yttemperatur som motsvarar temperaturindexet 61 %. Temperaturindexet har räknats ut enligt formeln för uträkning av temperaturindex så att det motsvarar en yttemperatur på 9 °C (en daggpunktstemperatur som motsvarar en rumsluftstemperatur på 21 °C och en relativ fuktighet på 45 %) då uteluftens temperatur är – 10 °C och inneluftens temperatur 21 °C. Den lägsta godtagbara yttemperaturen på fönster, i rumshörn och vid genomföringar av rör.
- 5) Maximivärdet för luftens flödehastighet, som fastställs enligt dragkurvorna i bild 7 i standarden SFS 5511.
- 6) Om rumsluftens temperatur är < 21 °C vid mätning av yttemperaturer, används som uppskattad temperatur för väg och golv och yttemperatur mätt i en punkt ett temperaturindex som räknats ut av mätresultaten och som jämförs med värdena i tabell 1.

## 1.3 MÄTNING AV TEMPERATUR OCH DRAG

Det är skäl att mäta temperaturen då en eventuell olägenhet kan konstateras med tillräcklig säkerhet. Mätningen borde utföras under den kalla årstiden (utomhustemperaturen  $-5\text{ °C}$  eller lägre) och/eller vid blåsigt väder (vindstyrka över  $5 - 10\text{ m/s}$ ). Mätning av drag borde utföras vid blåsigt väder och om möjligt då vinden är sådan, att det är sannolikt att drag förekommer. Inga mätningar borde dock utföras när det är exceptionellt kallt eller blåsigt med tanke på årstiden eller orten (i södra Finland skall mätningar till exempel undvikas vid utomhustemperaturer under  $-26\text{ °C}$ ). Som lägsta godkännbara temperaturer kan användas D2 "Byggnaders inomhusklimat och ventilation, föreskrifter och anvisningar" -publikationens tabell 2.2.2 dimensionerande temperaturer.

Bostadens uppvärmning och ventilation skall motsvara den situation som normalt råder i detta utrymme. Före mätning är det skäl att kontrollera att inomhustemperaturen har varit tillräckligt jämn och att eventuella växlingar i utomhustemperaturen beaktats vid mätning av yttemperaturerna. Vädring via fönster skall undvikas i minst  $4 - 6$  timmar före mätning och under själva mätningen. Antalet personer som befinner sig i de uppmätta utrymmena skall antecknas i mätningsprotokollet.

Mätinstrumenten skall vara kalibrerade (kalibreringen skall vara i kraft) och mätinstrumentets typ och kalibreringsdata antecknas i mätningsprotokollet. Elektroniska mätinstrument skall kontrolleras inför varje mätning så att mätfel undviks.

### 1.3.1 MÄTNING

Före mätning inspekteras de rum i ett bostadshus, i vilka temperaturen antas ligga under riktvärdena. Om syftet med mätningen i ett radhus och höghus är att man skall få en allmän uppfattning om värmeförhållandena i fastigheten, skall jämförelsemätningar utföras i minst två andra slumpmässigt utvalda lägenheter. I radhus skall också gavellägenheterna mätas och i höghus gavellägenheterna i den översta våningen. Mätningen av temperaturen i en bostad görs i två steg.

#### STEG I

Rumsluftens temperatur mäts och samtidigt iakttas luftflödena med hjälp av indikatorrök. Om rumsluftens temperatur är minst  $20\text{ °C}$  och rökexpe-

rimenten inte anger att det förekommer drag i rummet, kan temperaturmätningarna avslutas.

Om temperaturen understiger 18 °C eller rökexperimenten klart utvisar drag i rummet, kan hälsoskyddsmyndigheten utgående från resultaten kräva att reparationer utförs i bostaden. På motsvarande sätt skall också för höga temperaturer iakttas och vid behov skall krävas att de sänks.

## **STEG II**

Om rumsluftens temperatur är 18 – 20 °C eller man utgående från rökexperimenten kan dra den slutsatsen, att det förekommer drag i rummet, mäts den operativa temperaturen och luftens flödes hastighet. Väggarnas och golvet's yttemperatur mäts, om den operativa temperaturen understiger 18 °C eller om rumsluftens temperatur överstiger den operativa temperaturen med mer än 3 °C.

Mätningar enligt steg II kan bli aktuella också om rummets läge eller form avviker från det normala eller om det finns stora kalla ytor i rummet såsom fönster med svag värmeisoleringsförmåga (traditionella dubbelfönster) eller om området under byggnaden är genomluftat. Även i sådana fall, då man utgående från mätningar enligt steg I dragit slutsatser om värmeförhållandena i rummet och invånarna fortsättningsvis klagat över att det är kallt i bostaden, är det skäl att utföra mätningar enligt steg II.

## **1.3.2 TEMPERATURMÄTNINGSSTANDARDER OCH MÄTINSTRUMENT**

Rumsluftens temperatur mäts enligt standard SFS 5511 punkt 4. Den operativa temperaturen mäts enligt standard SFS 5511 punkt 5 med en glob-, kub- eller ellipstermometer. Yttemperaturen mäts enligt standard SFS 5511 punkt 6 med en infrarödtermometer eller en kontaktermometer försedd med lämplig kontaktsensor.

Vid mätning skall beaktas vilken area som i praktiken mäts (hos infrarödtermometrar beroende av mätsektorn och avståndet, hos kontaktermometrar i allmänhet en area på ca 1 cm<sup>2</sup>). Ju längre avståndet till infrarödtermometern är, desto större totalstrålning som arean utstrålar registrerar den. Följden blir att mätningens resultat blir ett medelvärde. Vid mätning av yttemperaturer måste man känna till varje mätinstruments användningsförutsättningar, såsom inställningen av emissiviteten hos infrarödtermometrar

och mättiden hos kontaktermometrar. Då kontaktermometrar används skall man se till att värdet stabiliserats. Då mätinstrument flyttas från varmt till kallt och tvärtom blir följderna i allmänhet fel i mätresultatet, om mätningen utförs för tidigt och instrumentet inte befunnit sig i en isolerad/jämnvarm låda.

Yttertemperaturen kan också fastställas med en värmekamera och då skall kraven i standard SFS 5132 följas. Lägenheten som undersöks kan mätas med värmekamera både i normala brukssituationer som i större undertryck än vanliga brukssituationer, varvid luftläckagepunkter kan lokaliseras genom att resultaten av understrycksmätningarna jämförs med resultaten som erhållits i en normalsituation.

Luftens flödes hastighet mäts enligt standarden SFS 5511 punkt 7. Hastigheten mäts på samma ställen där man mätt rumsluftens temperatur och utöver det också på sådana ställen där man misstänker drag.

## **2 FUKTHALT I RUMSLUFT OCH KONSTRUKTIONER**

### **2.1 FUKTHALT I RUMSLUFTEN**

Fukten i inneluften påverkar till exempel människans svettning och andning. En för hög luftfuktighet kan främja förekomsten av dammkvalster och medför att fukt kondenseras på konstruktionerna, vilket åter ökar risken för mikrotillväxt.

Torr luft försvårar flimmerhårens rörelse i andningsorganen och leder till att slem inte avlägsnas så effektivt från luftvägarna. Då försvagas slemhinnornas förmåga att motstå infektioner. En låg luftfuktighet bidrar också till uppkomsten av statisk elektricitet.

Den relativa luftfuktigheten i en bostad borde vara ca 20 – 60 %, även om det bland annat av klimatologiska skäl inte alltid är möjligt att uppnå detta värde. Ett värde som avviker från dessa värden kan inte anses ge upphov till sanitär olägenhet, om de övriga sanitära kraven på boende uppfylls.

Befuktning av rumsluften borde alltid undvikas. Om en luftfuktare används, skall luftens relativa fuktighet följas upp med hjälp av en tillförlitlig fuktighetsmätare.

## **2.1.1 MÄTNING AV RUMSLUFTENS RELATIVA FUKTIGHET**

Rumsluftens fukthalt mäts enligt standarden SFS 5511 punkt 8 på samma ställe där rumsluftens temperatur mäts.

## **2.2 FUKTHALT I KONSTRUKTIONERNA**

Med fukthalten i konstruktionerna avses sådan överflödigt fukthalt i en byggnads konstruktioner, som kan förorsaka skador i konstruktionen eller leda till att mikrotillväxt som förorsakar sanitär olägenhet utvecklas i konstruktionerna (fuktskada). Fuktskada kan också förorsaka kemisk nedbrytning hos byggnadsmaterial med den följd att till exempel ammoniak, formaldehyd och flyktiga organiska föreningar frigörs i ineluften.

En förhöjd fukthalt i konstruktionerna kan förorsakas av en vattenskada, av att vatten kondenseras, att fukt från byggnadstiden stannat kvar i konstruktionerna, att vatten kommer in i konstruktionerna genom kapillärstigning eller av andra orsaker som medför att konstruktionerna fortlöpande är fuktiga. Även om fuktiga konstruktioner i allmänhet inte direkt förorsakar någon sanitär olägenhet, kan man utgående från fukthalten bedöma om förhållandena är sådana, att de kan tänkas leda till mikrotillväxt som förorsakar sanitär olägenhet eller till att utsläpp av kemiska föroreningar börjar bildas.

### **2.2.1 BEDÖMNING AV KONSTRUKTIONERS FUKTHALT**

I denna anvisning föreslås följande metoder att bedöma fukthalten:

- 1) organoleptisk observation,
- 2) elektronisk observation,
- 3) kortvarig mätning av en konstruktions relativa fuktighet.

Vid bedömning av fukthalten i en konstruktion skall bostadens/vistelseutrymmets temperatur, fukthalt och ventilation motsvara normala bruksförhållanden. Den dag bedömningen görs skall ventilation av utrymmet i fråga undvikas. Våtrum och bastu skall inte användas den dag bedömningen görs och inte heller dagen innan.

### **2.2.1.1 ORGANOLEPTISK OBSERVATION**

Organoleptisk observation innebär huvudsakligen okulära observationer gällande konstruktionernas skick (färgskador, rötskador, salter etc.), manuell undersökning av isolerskikten och konstaterande av eventuell mögellukt eller andra lukter. I samband med en organoleptisk observation skall man också fästa uppmärksamhet vid konstruktioners och vattenarmaturers utsatthet för fuktskador, vid dräneringen av byggnaden etc. Det är samtidigt skäl att mäta inom- och utomhustemperaturen och den relativa fuktigheten och kontrollera att ventilationen fungerar. Observationerna kan kompletteras med en elektronisk observation av fukthalten (fuktdetektor) som inte söndrar konstruktionernas yta. Observationerna skall antecknas i granskningsrapporten eller i någon annan handling.

### **2.2.1.2 ELEKTRONISK OBSERVATION**

Med elektronisk observation avses konstaterande av fukthaltsskillnader i en konstruktion som sker från konstruktionens yta. Elektronisk observation utförs huvudsakligen med en detektor som anger konstruktioners fukthalt och som bygger på förändringar i dielektriciteten. Resultaten som detektorn ger utgör ingen numeriskt bedömbart, verklig information om fukthalten i konstruktionen. Därför måste värdena gällande den fuktiga konstruktionen jämföras med det värde (referensfukthalt), som kan antas representera en torr konstruktion. Jämförelsestället och konstruktionerna som observationen gäller skall vara så likadana som möjligt så att störningsfaktorerna minimeras.

Observationerna skall utföras systematiskt och resultaten skall rapporteras skriftligen. Konstruktionerna, för vilka observationer görs, kan till exempel indelas i rutor och observationen kan upprepas så ofta, att man får en uppfattning om de genomsnittliga förändringarna i fukthalten. Då man vill bestämma referensfukthalten måste man finna ett sådant ställe i konstruktionerna, som så väl som möjligt motsvarar den konstruktion som är föremål för observation.

### **2.2.1.3 PRESENTATION AV RESULTATEN AV ELEKTRONISK OBSERVATION**

Området, för vilket observation utförts, kan avbildas och/eller beskrivas med hjälp av en ritning över området. Observationsställena skall entydigt kunna konstateras ur rapporten. I rapporten kan en konstruktions fukthalt också bedömas till exempel på följande sätt:

- konstruktionens fukthalt avviker något från referensfukthalten
- konstruktionens fukthalt motsvarar referensfukthalten
- konstruktionens fukthalt är betydligt förhöjd i jämförelse med referensfukthalten (fuktskada).

Om resultaten av observationen presenteras numeriskt (specifika för varje enskilt mätinstrument) skall referensfukthaltens värde också anges. Om siffervärdena skall också anges vilken storhet de representerar och storhetens enhet. Utöver det skall muntligen utredas vilket tillstånd (torr, fuktig, våt etc.) leverantören av instrumentet meddelat att de visade värdena avser. Om fukthaltsdetektorn visar förhöjda värden, skall konstruktionens relativa fuktighet mätas med ett mätinstrument för mätning av relativ fuktighet och utöver det skall göras en byggteknisk utredning över fuktillståndet före beslutet om reparationsåtgärder.

#### **2.2.1.4 TILLFÖRLITLIGHET AV ELEKTRONISK OBSERVATION**

Tillförlitligheten (osäkerheten) hos en elektronisk observation kan inte bedömas numeriskt. Eventuella störande faktorer vid observation och störningarnas inverkan skall helst bedömas skriftligen. Särskilt skall beaktas att man med hjälp av detektorn inte kan bedöma om fukten ligger mellan plattan och vattenspärren (normal situation) eller om fukten ligger mellan vattenspärren och underbyggnaden (eventuell fuktskada). Faktorer som påverkar resultatet är metallrör i konstruktionerna, ångspärrar av aluminium, vatten på konstruktionens yta, ett ojämnt ytmaterial, vatten i keramiska plattors fixbrukskikt, en inhomogen konstruktion och luftskikt i konstruktionerna.

Om organoleptiska observationer eller till exempel byggnadstekniska bedömningar av fuktskadorna strider mot resultaten av en elektronisk observation, skall detta omnämnas i rapporten.

## **2.2.2 KORTVARIG MÄTNING AV KONSTRUKTIONERS RELATIVA FUKTIGHET**

Kortvarig mätning av en konstruktions relativa fuktighet innebär mätning av den relativa fuktigheten hos luften i konstruktionen. Mätningens resultat är numeriska, grafiska eller elektroniska resultat. Över mätningen upprättas alltid ett mätningsprotokoll.

### **2.2.2.1 MÄTINSTRUMENT**

För kortvarig mätning av en konstruktions relativa fuktighet används instrument av samma typ som de instrument, med vilka rumsluftens relativa fuktighet mäts.

Instrumentets tillverkare svarar för mätinstrumentets egenskaper i sådana testförhållanden, som sällan motsvarar de verkliga förhållandena vid mätning av en konstruktions fuktighet. Det faller på personen som utför mätningen att säkerställa att mätningen är tillförlitlig.

Mätinstrumentens kalibrering skall säkerställas före varje mätningsserie på det sätt som tillverkaren av instrumentet förutsätter. Kalibrering borde utföras också efter mätningen. Mätsonden kan kalibreras också med mättad saltlösning.

### **2.2.2.2 PRESENTATION, TILLFÖRLITLIGHET OCH TOLKNING AV RESULTATEN**

I mätningsprotokollet skall anges resultaten av mätningarna, beskrivas mätningsproceduren med förberedelser och framföras en bedömning av resultatens tillförlitlighet. I mätningsprotokollet skall också anges rumsluftens temperatur och relativa fuktighet vid mätningstidpunkten.

Resultatens tillförlitlighet kan anges till exempel på följande sätt:

Resultat  $(47 \pm 3) \%rh$ ; mätningsresultat  $47 \%rh$ , osäkerhet  $\pm 3 \%rh$

Mätinstrument för mätning av relativa fuktigheten är i allmänhet mättekniskt tillförlitliga. På resultatens tillförlitlighet inverkar framförallt sättet på vilket instrumentet används och servicen, kalibreringen och inställningen av instrumentet. Resultatets tillförlitlighet kan försvagas av att fuktbalans inte uppnåtts på mätningstället under den tid mätningen pågick.

Om den uppmätta relativa fuktigheten i luften i en konstruktion överstiger 85 % i mätningsförhållandena och om den är klart högre än den samtidigt mätta relativa fuktigheten i rumsluften, skall orsakerna till konstruktionens fuktighet utredas med hjälp av andra metoder.



## 3 VENTILATION

Avsikten med ventilation är att avlägsna föroreningar, fukt och överloppsvarme i inneluften i bostäder och andra vistelseutrymmen och samtidigt se till att ren tilluft tillförs. Föroreningarna härstammar från människans ämnesomsättning, olika boendeaktiviteter, byggnads- och inredningsmaterial, uteluften och i vissa fall från marken (radon). Ventilationens omfattning bestäms i allmänhet enligt den föroreningshalt som det behövs mest ren luft (tilluft) för att underskrida.

Ventilationen i en byggnad påverkar direkt eller indirekt de förhållanden som förorsakar sanitära olägenheter i bostaden eller i något annat vistelseutrymme. Föroreningarna i inneluften är i allmänhet kemiska föreningar och människans exponering för dem är beroende av tre olika faktorer: utsläppet av föroreningar, ventilationen och exponeringstiden. I allmänhet är det inte möjligt att minska exponeringstiden i bostaden. Om det i en bostad eller något annat vistelseutrymme finns material som ger upphov till föroreningar i luften, kan dessa material avlägsnas eller bytas ut och ventilationen effektivteras. Om man vill minska på de föroreningar som beror på människans ämnesomsättning och aktiviteter, är enda utvägen i allmänhet att effektivera ventilationen.

En fel planerad eller förverkligad ventilation kan också förorsaka sanitära olägenheter. Om ventilationen är otillräcklig, kan koldioxidhalten i rumsluften bli hög och det medför unkenhet, trötthet, huvudvärk och sänkt koncentrationsförmåga. Buller från fläktar, kanaler eller ventiler kan vara störande. En alltför stor eller kall tilluftström kan förorsaka drag. Ett obalanserat ventilationssystem kan även förorsaka att föroreningar som är skadliga för hälsan kommer in i bostäderna från andra utrymmen i byggnaden. Ventilationsanläggningen kan också utgöra en källa till föroreningar. Från ljuddämpningsmaterial som är i uselt skick kan fibrer till exempel frigöras i tilluften.

### 3.1 BEHOVET AV VENTILATION

Människans ämnesomsättning alstrar koldioxid (CO<sub>2</sub>) och andra föroreningar i luften. Mängden koldioxid i luften kan betraktas som en indikator på förekomsten av föroreningar som härstammar från människan. Inne- luften fyller inte kraven enligt hälsoskyddslagen, om koldioxidhalten över-

stiger  $2\,700\text{ mg/m}^3$  ( $1\,500\text{ ppm}$ ). Rumsluften kan dock verka unken om koldioxidhalten överstiger  $2\,160\text{ mg/m}^3$  ( $1\,200\text{ ppm}$ ). Tilluftströmmen borde i allmänhet vara cirka  $4\text{ l/s}$  per person för att koldioxidhalten inte skall överstiga  $1\,500\text{ ppm}$ .

I bostäder och andra vistelseutrymmen finns i allmänhet också andra källor till föroreningar, som ökar mängden föroreningar i inneluften. För att föroreningarna skall kunna reduceras eller avlägsnas behövs större mängder tilluft, i allmänhet  $8 - 10\text{ l/s}$  per person.

Vid bedömning av behovet av ventilation skall man även beakta de olägenheter som en alltför kraftig ventilation förorsakar: drag, ventilationsbuller och alltför torr inneluft då utomhustemperaturen understiger  $-5\text{ °C}$ . För ventilationen i gamla byggnader kan från fall till fall godkännas en blygsammare ventilation som avviker från den ovan nämnda anvisningen. I så fall skall man se till att ventilationen blir tillräcklig till exempel genom vädring via fönster.

Grunder och riktvärden för planering av ventilationen finns i byggbestämmelsesamling D2 "Byggnaders inomhusklimat och ventilation", som miljöministeriet publicerat.

## 3.2 RIKTVÄRDE FÖR VENTILATIONEN

Ventilationen i en bostad och andra vistelseutrymmen skall fungera åtminstone på det sätt som angivits i de ursprungliga planerna eller i ändringar. Om planerna inte är tillgängliga, kan riktvärdena i de byggbestämmelser som var i kraft under byggnadstiden användas vid bedömning av ventilationen.

Ur sanitär synvinkel är ventilationen i en bostad tillräcklig om luftflödet via ventilationssystemet är minst  $0,5\text{ m}^3/\text{h}$  i alla bostadsrum (ventilationskoefficient  $0,5\text{ l/h}$ ). Luften skall omsättas i alla rum, men särskilt i sov- och vardagsrum medan någon vistas i bostaden, och i tvättutrymmen medan dessa används eller är våta. Ventilationen skall fungera, även om bostaden temporärt står tom. Ventilationen i övriga vistelseutrymmen fyller kraven i hälsoskyddslagen då den överensstämmer med del D2 "Byggnaders inomhusklimat och ventilation" i byggbestämmelsesamlingen.

Det är nödvändigt att temporärt öka ventilationen i bostaden så att den överstiger minimiriktvärdet ( $0,5\text{ l/h}$ ), om man till exempel lagar mat, badar bastu, torkar tvätt, städar eller röker i bostaden eller om en

stor mängd personer vistas i bostaden. Nya byggnads- och inredningsmaterial och nya möbler kan avge stora mängder föroreningar i luften. Det är därför skäl att se till att ventilationen är tillräcklig särskilt då en byggnad nyligen blivit färdig eller renoverats eller efter reparationer (målning, lackering eller annan motsvarande hantering av kemikalier) i en bostad.

Bullret och draget från ventilationsanläggningar får inte förorsaka sanitära olägenheter. Luftströmmarna som ventilationen förorsakar får inte vara så stora att rumsluftens temperatur och fukthalt klart sjunker till följd av dem.

### **3.3 UNDERSÖKNING AV VENTILATIONEN**

Det är nödvändigt att undersöka ventilationen, om man misstänker att ventilationen i en bostad eller i något annat vistelseutrymme fungerar bristfälligt eller om det i bostaden finns källor till föroreningar som förorsakar sådana halter av föroreningar i inneluften som man vill sänka.

Ventilationen varierar vanligen i olika delar av en byggnad. Om till exempel dörren till sovrummet är stängd, är luftomsättningen i allmänhet mindre där än i övriga delar av bostaden. Vädring, omslag i vädret, variationer i ventilationsanläggningens effektivitet och förändringar i mellandörrarnas läge förorsakar temporär variation i ventilationen. Till följd av variationerna i ventilationen varierar också halterna föroreningar i inneluften och invånarnas exponering för dem.

Undersökningen av ventilationen skall göras stegvis så att man först organoleptiskt observerar kvaliteten på ventilationsanläggningarna och inneluften (funktionsundersökning) och sedan vid behov utför mätningar till exempel av luftflöden, tryckförhållanden och spridning.

#### **3.3.1 FUNKTIONSUNDERSÖKNING**

Oberoende av ventilationssättet inleds funktionsundersökningen på samma sätt i alla utrymmen som skall granskas. Organoleptiskt observeras bland annat följande:

- eventuella lukter som tyder på föroreningar
- ventilationssättet och hur en eventuell ventilationsanläggning fungerar och används, och inställningsvärdet för att ventilationskoefficienten 0,5 l/h skall uppnås

- till- och frånluftsventilernas placering, läge och renhet
- tilluftens tillräcklighet

Då man stiger in i en bostad eller ett vistelseutrymme, skall man genast bedöma om luften är unken och om det förekommer lukter, eftersom luktsinnet snabbt vänjer sig vid lukten i bostaden.

Kök och våtrum (tvätt-/badrum, WC, bastu) skall ha frånluftsventiler. Frånluftsventilerna får inte vara stängda och de får inte heller släppa in luft i bostaden. Luftflödets riktning granskas med hjälp av indikatorrök. Man skall förvissa sig om att frånluftsventilerna är rena, eftersom anhopad smuts minskar ventilationen.

Man skall också utreda i vilka banor luften strömmar mellan olika utrymmen i bostaden. Luftflödets riktning granskas med hjälp av indikatorrök eller med någon annan tillförlitlig metod. Luften skall huvudsakligen strömma från rena utrymmen till smutsiga, dvs. från vistelserum till WC-utrymmen eller liknande. Överluftstransporten inne i bostaden skall vara tillräcklig, det skall finnas en springa under innerdörrarna i rummen, det skall finnas överluftöppningar i mellandörrarna eller i mellanväggarna eller också skall det finnas andra rutter för överluften. Servicen och underhållet av anläggningarna skall också utredas.

### **3.3.2 UNDERSÖKNING AV SYSTEM MED FRÅNLUFTSVENTILATION**

Om en byggnad har en självdragsventilation eller mekanisk frånluftsventilation, skall man först utreda hur tilluften kommer in. Det måste strömma in tillräckliga mängder uteluft till vistelseutrymmen, vardagsrum och sovrum och eldstäder (bastuugn, öppen spis, ugnar) måste få tillräckliga mängder förbränningsluft. Tilluftsventiler eller andra tilluftsvägar skall vara tillräckligt öppna och rena. Luftflödets riktning granskas med hjälp av indikatorrök. För att dragolägenheter skall undvikas får uteluft inte strömma direkt till det område, där man vistas mest. Det är inte tillåtet att ansluta en köksfläkt till en frånluftskanal som är gemensam för två eller flera bostäder.

Frånluftsventilerna i ett ventilationssystem som bygger på självdrag skall vara lågtrycksventiler (tallriksventiler). Luftflödets riktning i ventiler och öppen spis skall undersökas också medan köksfläkten är i gång.

Mekanisk frånluftsventilation skall fungera kontinuerligt och därför skall frånluftsfläkten alltid vara i funktion. Man skall också ta reda på

under vilka tider fläkten används med olika effekter och på vilka tider styrklockan är inställd. Undertrycket får inte vara så stort att luft som innehåller radon eller mikrober har möjlighet att strömma från luftutrymmen under byggnaden till bostäderna. Undertrycket får inte heller vara så stort att det är svårt att öppna ytterdörren till bostaden.

### **3.3.3 UNDERSÖKNING AV SYSTEM MED TILL- OCH FRÅNLUFTSVENTILATION**

Om det finns ett mekaniskt till- och frånluftsventilationssystem i bostaden, skall man utöver den undersökning som nämns ovan i punkt 3.3.2 försäkra sig om att tilluftsventilerna inte är stängda och med hjälp av indikatorrök undersöka i vilken riktning luften strömmar. Man skall också ta reda på hur tillufts- och frånluftsfläktarna fungerar och är inställda. Särskilt skall man kontrollera i vilket skick tilluftsfiltern är, hur rena de är och hurdan tätheten är mellan filtern och maskinstommen. Regnvatten eller snö får inte komma in i filtern och vatten som eventuellt samlas ventilationsanläggningen får inte bli kvar där. Ventilationsanläggningen skall rengöras regelbundet. Vid behov kan man ta ett dammprov ur kanalen genom dammsugning för mineralfiberbestämning.

Luftströmmarna in i bostaden (uteluften) skall vara något mindre än den luftström som skall avlägsnas (avluften) för att det inte skall bildas övertryck i de övre delarna av byggnaden. Att fönstren blir immiga eller nedisade kan vara ett tecken på obalans i tryckförhållandena i bostaden, dvs. att det är övertryck i bostaden eller att ventilationen är otillräcklig. Om frånluftskanalerna är smutsiga, minskar avluftsströmmen. Det är en vanlig orsak till övertryck i en byggnad och även annars till att ventilationen fungerar dåligt. Det yttre luftintaget skall vara rent. Om avluften blåses ut via väggen, får öppningen inte ligga för nära utluftöppningarna eller vädringsfönstren i andra bostäder eller vistelseutrymmen.

Om en byggnad är försedd med ett luftvärmesystem, får inte frånluften från kök och våtrum återföras till boningsutrymmena.

Hälsoskyddsmyndigheterna kan bestämma att till- och frånluftskanalerna skall putsas, om man med blotta ögat kan se att damm och annan smuts från byggnadstiden ligger kvar i kanalerna. Till- och frånluftskanaler i bostadsbyggnader skall rengöras minst en gång på tio år för att de skall fungera på avsett sätt.

### 3.3.4 MÄTNINGAR

Ovan beskrivna undersökningsmetoder kan vara tillräckliga, om råd och anvisningar ges om hur eventuella brister i ventilationen kan åtgärdas. Om man misstänker att en dåligt fungerande ventilation förorsakar sanitära olägenheter och ett beslut från hälsoskyddsmyndigheten krävs för att olägenheten skall kunna elimineras, behövs i allmänhet mätningar och utredningar som grund för beslutet. Mätningar som eventuell behövs är mätning av storleken på luftströmmarna, mätning av hur föroreningar sprider sig och mätning av tryckförhållandena. Det kan ibland även vara nödvändigt att granska ventilationskanalerna. Mätningarna skall utföras med hjälp av erkänt tillförlitliga metoder. Till exempel vid mätning av luftströmmar kan spårgasmetoder som publicerats som NORDTEST-standarder användas.

Ventilationen i en bostad bestäms genom att man mäter frånluftströmmarna med metoder som följer standard SFS 5512 och dividerar det kända luftflödet med boningsutrymmenas volym. En tillförlitlig mätning av luftväxlingskoefficienten i ventilationssystem som bygger på självdrag är möjlig endast med spårgasmetoden. Lämpliga spårgasmetoder är NORDTEST-metoderna NT VVS 019 (avklingningsmetoden) och NT VVS 105 (integrerande spårgasmetoden).

Mätning av ventilationen i en bostad utförs när väderleken och bruket motsvarar normala förhållanden. Man bör undvika att mäta ventilationen vid exceptionellt kallt väder (utomhustemperaturen under  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), blåsigt väder (vindstyrkan över  $10\text{ m/s}$ ) eller varmt väder (utomhustemperaturen över  $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Mätningar som utförts under sådana förhållanden skall upprepas när vädret är normalt. Mätning av frånluftströmmen och avklingningsmätning av spårgas utförs med fönstren stängda. Integrerande spårgasmätning utförs under en period på 1...2 veckor då invånarna skall använda ventilationen och vädra bostaden på normalt sätt. Med tanke på hälsan är ventilationen i en bostad tillräcklig när luftväxlingskoefficienten är  $0,5\text{ l/h}$ .

## 4 RADON

Radon är en radioaktiv ädelgas som uppstår när radium sönderfaller. Radon sönderfaller i sin tur i fasta sönderfallsprodukter, av vilka en del (främst Polonium – 218 och Polonium – 214) på samma sätt som radon utsöndrar alfastrålning. Radons sönderfallsprodukter följer med inandningsluften till lungorna. Stråldosen som når lungorna ökar risken för lungkancer. För rökare är radonrisken större än för icke-rökare.

Radon når rumsluften från marken under byggnaden, via radon som frigörs i samband med användning av hushållsvatten och i små mängder genom utsöndring från byggnadsmaterial. Den största radonkällan i finländska småhus är marken och fyllnadsgruset. Därifrån sprids radon via fundamentet in i bostaden. Radonhalten i borrbrunnsvatten är också i medeltal mer än tiofaldig i jämförelse med annat brunnsvatten. I vissa bostäder kan användning av borrbrunnsvatten förorsaka höga radonhalter i rumsluften. I bostäder som ligger i de övre delarna av höghus härstammar så gott som all radon från byggnadsmaterial.

### 4.1 RIKTVÄRDE FÖR RADON

Enligt social- och hälsovårdsministeriets beslut (994/92) om maximivärden för radonhalten i rumsluft får årsmedelvärdet för radonhalten i rumsluften i en bostad inte överskrida 400 becquerel per kubikmeter (Bq/m<sup>3</sup>). Nya bostäder skall planeras och byggas så att årsmedelvärdet för radonhalten inte överstiger 200 Bq/m<sup>3</sup>. Med årsmedelvärdet för radonhalten avses ett medeltal av radonhalten som har uppmätts under en ett år lång oavbruten period eller som har fastställts utgående från en sammanhängande period av minst två månader. Dessa riktvärden kan tillämpas på övriga vistelseutrymmen.

### 4.2 FASTSTÄLLANDE AV ÅRSMEDELVÄRDET FÖR RADON

Årsmedelvärdet för radonhalten i rumsluften i en bostad skall med stöd av social- och hälsovårdsministeriets beslut (994/92) fastställas genom en

mätmetod som godkänts av Strålsäkerhetscentralen. Strålsäkerhetscentralen ger vid behov anvisningar om mätinstrument och mätmetoder.

## 4.2.1 KONTINUERLIG MÄTNING (INTEGRERANDE)

Avsikten med mätningen är att utreda om rumsluftens genomsnittliga radonhalt under ett års tid överskrider de riktvärden som anges i social- och hälsovårdsministeriets beslut. För detta ändamål skall användas integrerande mätning, som mäter radonhaltens medelvärde under en längre tid. Mättiden skall vara minst två månader. Integrerande mätning skall också användas då man bedömer om en eventuell radonsanering har lyckats. Om man vill ha en exakt bestämning av årsmedelvärdet för radonhalten, skall mätningar utföras i ett helt år.

Rumsluftens radonhalt varierar beroende på årstiden. Variationen är störst i sådana byggnader som är uppförda på mark som radon lätt kan tränga igenom, såsom åsar. På vintern kan rumsluftens radonhalt vara mångfaldig i jämförelse med de halter som uppmätts under sommaren, på åsar rentav tiofaldig. Därför skall en två månader lång mätning utföras mellan den 1 november och den 30 april.

En tillräckligt exakt bedömning av rumsluftens radonhalt i en bostad fås om man använder två mätare. I små bostäder kan man även använda en enda mätare. Den integrerande mätaren placeras i den nedersta bebodda våningen i bostaden, i ett sådant rum (till exempel sovrummet) där man vistas en stor del av tiden. Om man använder två eller flera mätare, beräknas rumsluftens radonhalt som ett medelvärde av de olika mätarnas halter så att det avvägs mot den genomsnittliga vistelsetiden.

## 4.2.2 TOLKNING AV RESULTATEN VID KONTINUERLIG MÄTNING

Om en integrerande mätning som utförts under tiden november-april visar att rumsluftens radonhalt överstiger 200/400 Bq/m<sup>3</sup> med mer än 20 %, överskrider årsmedelvärdet för radonhalten det maximivärde som anges i social- och hälsovårdsministeriets beslut (994/92).

Om ett hus är beläget på en grusås som lätt släpper igenom luft, kan årstidsväxlingen vara mycket stor. På åsområden är det ibland skäl att utföra en ny mätning på sommaren eller att mäta året om för att man skall vara säker på att maximivärdet för årsmedelvärdet underskrids.



Om rumsluftens radonhalt är stor och borrbrunnsvatten används som hushållsvatten, bör radonhalten i vattnet undersökas för att man skall kunna utreda varifrån radonet kommer.

### **4.2.3 ÖVRIGA METODER FÖR MÄTNING AV RADON**

Med ett kontinuerligt mätinstrument, som är integrerande under en kort tid, kan man följa upp radonhalterna i rumsluften och variationerna i radonhalten vid olika tidpunkter. Sådana mätinstrument ger en preliminär uppskattning av radonhalten i rumsluften. I samband med radonsaneringar kan man med hjälp av dem välja saneringsåtgärder och saneringsobjekt och bedöma effekterna av saneringarna. Vid tolkning av mätresultaten skall beaktas att väderförhållandena och byggnadens ventilationstekniska funktion kan ha en betydande inverkan på resultaten. Utgående från mätresultaten kan man också bedöma behovet av att göra en integrerande mätning enligt punkt 4.2.1, genom vilken man klarlägger om riktvärdena eventuellt överskrids.

## **4.3 UTREDNING AV RADONLÄGET**

Hälsoskyddsmyndigheten borde utreda radonhalterna i inneluften i bostäder och andra vistelseutrymmen i olika delar av kommunen. Om radonhalterna i inneluften i något område upprepade gånger överstiger 400 Bq/m<sup>3</sup> och geologin i området tyder på större radonhalter i marken än normalt, borde hälsoskyddsmyndigheten vidta åtgärder för att finna sådana bostäder och andra vistelseutrymmen. Strålsäkerhetscentralen bistår med råd om hur en mätplan utarbetas och med anvisningar om hurdana bostäder och vistelseutrymmen som skall tas med i planen för att man skall finna de höga radonhalterna.

## **4.4 SÄNKNING AV RADONHALTEN I INNELUFT**

Hälsoskyddsmyndigheten skall informera ägare och innehavare av bostäder och andra vistelseutrymmen där radonhalten uppmätts om resultaten av mätningarna. Hälsoskyddsmyndigheten borde uppmana innehavare och ägare av bostäderna och andra vistelseutrymmen att vidta åtgärder

för att sänka radonhalten i ineluften då årsmedelvärdet för radon överstiger 400 Bq/m<sup>3</sup>. Åtgärder för att minska radonhalten i ineluft presenteras i handböcker som miljöministeriet och Strålsäkerhetscentralen publicerat.

Hälsoskyddsmyndigheterna skall informera byggnadstillsynsmyndigheten om resultaten av radonundersökningar, om undersökningarna gjorts på hälsoskyddsmyndighetens initiativ. I sina utlåtanden som gäller byggande och planförslag skall hälsoskyddsmyndigheten föreslå att radon beaktas när området och byggnaderna planeras och byggs. Byggandet skall bygga på radontrygga lösningar överallt i Finland. Avvikelse från detta krav kan göras, om mätningar av radonhalten i ineluften i området visar att radonhalterna i nya bostäder klart och regelmässigt understiger 200 Bq/m<sup>3</sup>.

Strålsäkerhetscentralen har utarbetat en radonriskkarta över Finland och regionala radonprognoskartor, som anger med vilken sannolikhet 200 Bq/m<sup>3</sup> överskrids, om man inte bygger på ett radontryggt sätt. Beslutet om behovet av radonbekämpning kan också bygga på radonhalterna i ineluften i närområdena eller på undersökningar av radon i marken på tomten.

## 5 BULLER

Buller påverkar människan huvudsakligen via hörselsinnet. Verkningarna, dvs. reaktionerna som buller förorsakar visar sig som förändringar i livsfunktionerna eller beteendet och som bullerupplevelser. Den individuella reaktionskänsligheten varierar stort och samma individ reagerar dessutom på olika sätt vid olika tidpunkter och i olika miljöer. Reaktionskänsligheten för olika buller är i viss mån även beroende av kultur- och gruppstillhörighet.

Sambandena mellan sanitära olägenheter som bullret förorsakar och bullrets egenskaper är statistiska. Det beror på att verkningarna som bullret medför och reaktionerna på buller i hög grad varierar från en individ till en annan och därför kan man inte tillförlitligt påvisa några exakta relationer mellan orsak och följd.

Den allvarligaste sanitära olägenhet som buller förorsakar kan anses vara en permanent nedsättning av hörseln. Redan en kortvarig upprepade exponering för buller som överskrider smärtröskeln (ca 130 dB(A)) kan förorsaka hörselskada. Den allmännaste orsaken till hörselskada är dock daglig exponering för buller som överskrider 75 – 85 dB(A) i totalt år utan hörselskydd. Utöver en permanent nedsättning av hörseln kan buller förorsaka temporär eller permanent tinnitus dvs. ett pipande eller brusande ljud i örat utan någon motsvarande ljudretning. Buller kan också förorsaka trötthet i hörselsinnet, vilket visar sig i form av en temporärt nedsatt hörsel. Lindrig temporär nedsättning av hörseln kan uppträda redan i förhållanden, där den exponerande  $L_{Aeq,24h}$  nivån är 65 – 75 dB(A). Bullrets hörselnedsättande verkan beror utöver på bullrets styrka, bullrets karaktär och exponeringstiden också bland annat på människans individuella känslighet. Tobaksrökning och vissa läkemedel kan öka känsligheten för hörselskador. Barn antas lättare än vuxna ådra sig hörselskador förorsakade av buller.

Buller kan minska sömnens och vilans uppiggande inverkan, om det försvårar insomnandet, minskar sömnens djup eller väcker den sovande upprepade gånger eller för tidigt. Hur kraftigt enskilda bullerhändelser stör sömnen beror utöver bullerstyrkan bland annat också på bullerhändelsernas varaktighet och antal och på ett samtidigt bakgrundsbullers styrka och karaktär. Sömnstörningar börjar uppträda då  $L_{Aeq}$ -nivån under sömn eller vila överskrider 25 – 35 dB(A) eller då maximinivåerna för enskilda bullerhändelser, beroende på varaktighet och frekvens, överskrider 40 – 65 dB(A). Den nedre gränsen gäller för buller som ofta upprepas, varar länge åt gången eller är mycket ovanliga, den övre gränsen gäller kortvariga, bekanta buller som upprepas en eller ett par gånger per natt och som den sovande har vant sig vid. En enskild bullerhändelse vars maximinivå överskrider bakgrundsbullret med mindre än 8 – 10 dB(A), stör i allmänhet inte sömnen i någon betydande grad.

I flera undersökningar har konstaterats att det hos människor som blivit utsatta för buller kan uppträda vanligen ofarliga, temporära förändringar i livsfunktionerna. Sådana är till exempel vissa förändringar i blodcirkulationen, hormonfunktionerna och synsinnet. Buller kan också göra människan mera aggressiv eller deprimerad och kan hos vissa personer förorsaka huvudvärk. Det har konstaterats att buller kan sänka arbetseffektiviteten, minska uppmärksamheten och försämra inlärningsresultaten. Om uppmärksamheten sänks eller varningsljud döljs under bak-

grundsbuller, ökar risken för olycksfall. Den exponerande bullernivån måste dock överskrida riktvärdena med minst 10...30 dB(A) innan man statistiskt kunnat påvisa, att ovan nämnda följdverkningar uttryckligen förorsakats enkom av buller.

Utan att framkalla direkta sjukdomssymptom kan även svagt buller verka störande. Buller som upplevs störande kan försvåra eller förhindra insomnandet. Även om bullret inte väcker den sovande, kan det minska sömnens djup och sålunda försämra dess uppiggande inverkan. Ett av de viktigaste kraven som måste ställas på omgivningen är möjligheten till ostörd vila särskilt nattetid. Vuxna behöver i regel ungefär åtta timmar sömn per dygn, barn, sjuka och konvalescenter behöver ofta betydligt mer nattsömn och dessutom ro också under dagen. Sjukhus, vårdinrättningar, rekreations- och semestercentra, läroinrättningar etc. skall särskilt skyddas mot buller.

Buller kan dölja talljud som är avsedda att bli hörda och då räcker hörselsinnets funktionsförmåga inte till för att urskilja ljud som är avsedda att bli hörda från bullret. Denna bullrets inverkan kallas störning av (hört) tal. Störning av tal kan uppträda till exempel då man lyssnar på radio, tittar på TV, lyssnar på undervisning eller diskuterar med någon.

I bilaga 1 till detta kapitel ingår en förteckning över ljud som i allmänhet inte omfattas av hälsoskyddslagen. I bilaga 2 förklaras de begrepp inom bullerbekämpningen som nämns i anvisningen.

## **5.1 RIKTVÄRDEN FÖR BULLERNIVÅN I BOSTÄDER OCH ANDRA VISTELSEUTRYMMEN**

Människan observerar i allmänhet buller från olika bullerkällor som separata, åtskiljda ljudflöden, och därför upplevs bullrets störningsgrad och/eller irritationsgrad skilt för varje slag av buller. När det gäller att bedöma sanitära olägenheter är dock det totala bullret inomhus i allmänhet det viktigaste, även om bedömningen av bullersituationen inomhus i många fall kan göras skilt för varje bullerkälla eller bullerslag. Till exempel vid bedömning av sömn- och talstörning som vägtrafikbuller förorsakar måste man å andra sidan även beakta storleken och den upprepade förekom-

sten hos övriga bullerslag som förorsakar sömn- och talstörningar hos de exponerade.

Riktvärdena  $L_{Aeq, 07-22b}$  och  $L_{Aeq, 22-07b}$  för bullernivåer inomhus under dagen och natten framgår av tabell 2.

De i tabell 2 nämnda riktvärdena för bullernivåerna avser den bullernivå, för vilken en person eller publik som vistas inomhus högst får exponeras för. Utgångspunkten för riktvärdena har varit att utomhusbuller som byggnader exponeras för inte överskrider riktvärdena för bullernivån dagtid och nattetid enligt statsrådets beslut (193/92) dvs.  $L_{Aeq, 07-22b} \leq 55$  dB(A) och  $L_{Aeq, 22-07b} \leq 50$  dB(A).

Som buller betraktas inte ljud som förorsakas av aktiviteter inomhus, till exempel i ett rum eller i en bostad, såsom ljud från arbete, hushållsmaskiner, radio eller artistframträdanden som förorsakas i samma rum, med undantag för fall där ett sådant ljud kan medföra risk för hörselskador hos publiken.

Ekvivalentnivån för buller som förorsakas av teknisk utrustning i byggnader såsom vatten- och avloppsledning, hissar, uppvärmnings-, ventilations- och kylanläggningar och maskinerna i tvättstugor skall underskrida riktvärdena i tabell 2. Utöver det skall  $L_{AFmax}$ -nivån för enskilda buller som förorsakas av teknisk utrustning understiga 30 – 45 dB. Variansområdets nedre gräns kan tillämpas i sådana fall, då bullerhändelserna dagtid och nattetid är flera eller långvariga. Om bullerhändelserna är få och kortvariga, kan övre ändan av variansområdet användas som utgångspunkt för bedömningen. Riktvärdena för teknisk utrustning gäller inte ljudet från vatten som tappas i samma bostad eller samma klass-, patient- eller övernattningsrum.

Riktvärdena i tabell 2 avser nivåer, i vilka man gjort korrigeringar för bullrets eventuella smalbandighet eller impulskaraktär. Korrigeringarna behandlas närmare senare i denna handbok.

## 5.2 BULLER SOM FÖRORSAKAR RISK FÖR HÖRSELSKADA

Risken för hörselskada beror såväl på bullerstyrkan och andra faktorer som på exponeringstiden. Metoderna för bedömning av risken för bullerskada och riktvärdena som fastställts utgående från dem gäller i allmänhet kontinuerlig daglig exponering för arbetsrelaterat buller hela arbetsli-

vet ut. I allmänhet exponeras människan för buller från publiktillställningar högst några hundra timmar under hela livstiden. Bedömningen av risken för hörselskada under publiktillställningar försvåras även av att man inte känner till publikens tidigare eller framtida exponering för buller.

Sådana buller som förorsakar publiken omedelbar hörselskada skall inte alls tillåtas. Maximinivån  $L_{Cpeak}$  för enskilda kortvariga ljud av impulskaraktär, såsom skottlossning, som en publik exponeras för uppmätt med hjälp av frekvensvägning C får inte överstiga 140 dB.  $L_{AFmax}$ -nivån för övrigt buller som en publik exponeras för såsom disco- och konsertmusik, musik på gym och i aerobicsalar, ljud i biografen och utrop och pausmusik under idrottstävlingar får inte överstiga 115 dB(A) eller  $L_{Aeq,4h}$  100 dB(A).

Om publikens exponering för buller under den tid tillställningen pågår utjämnad på 8 timmar,  $L_{Aeq,8h}$ , överstiger 85 dB(A), skall publiken ha tillgång till hörselskydd och publiken skall också ges anvisningar om hur skydden används. Hälsoskyddsmyndigheten kan vid behov kräva, att arrangören av en tillställning skall hålla hörselskydd tillhands för publiken för att minska risken för hörselskador och att arrangören informerar allmänheten om risken för hörselskada. Hälsoskyddsmyndigheten kan också förutsätta att arrangören företer en tillförlitlig utredning över de beräknade eller uppmätta bullernivåerna under tillställningen.

**TABELL 2.**

**RIKTVÄRDEN FÖR BULLERNIVÅER I BOSTÄDER OCH ANDRA VISTELSEUTRYMMEN  
UNDER DAGEN OCH NATTEN**

Lägenhet och rum	$L_{Aeq,07-22\ h}$	$L_{Aeq,22-07\ h}$
<b>Bostadslägenhet</b>		
- boningsrum, utom köket	35 dB	30 dB <sup>2)</sup>
- övriga utrymmen i bostaden <sup>1)</sup> och köket	40 dB	40 dB
<b>Vård- och socialvårdsanstalter, övernattningslokaler</b>		
- patientrum, övernattningsrum	35 dB	30 dB
- daghem, rum avsedda för barns och personals vistelse	35 dB	30 dB <sup>3)</sup>
<b>Samlings- och undervisningslokaler</b>		
- klassrum, föreläsningssalar, kyrkor och andra rum, där allmänheten förutsätts uppfatta tal väl utan ljudförstärkare.	35 dB <sup>4)</sup>	-
- andra samlingsutrymmen <sup>4)</sup>	40 dB <sup>4) 6)</sup>	-
<b>Arbetslokaler (med tanke på allmänheten)</b>		
- mottagningsrum för allmänheten och kontorsrum	45 dB <sup>4) 7)</sup>	-

- 1) Övriga utrymmen i bostaden är bland annat badrum, bastu, klädkammare och grovkök. Om ett sådant utrymme eller kök bildar ett gemensamt rum med ett boningsrum, är värdet för boningsrummet riktvärde.
- 2) För musikbuller och lågfrekvensbuller som under natten hörs i bostädernas sovrum har nedan i punkterna 5.3 och 5.4 givits separata riktvärden.
- 3) Värdet tillämpas endast på rum där man sover nattetid.
- 4) Riktvärde den tid, under vilken allmänheten vistas i rummet. Ljudnivåerna får vara högre under sådana tider då allmänheten inte vistas i rummet. För klassrum för hörselskadade och språkundervisning rekommenderas riktvärdet 30 dB.
- 5) Andra samlingsutrymmen är till exempel entréhallar och restauranger i anslutning till samlingslokaler
- 6) I utrymmen, där den idkade verksamheten inte förutsätter att allmänheten uppfattar tal eller andra ljud, kan användas ett större riktvärde än 5 dB.
- 7) Om till exempel allmänhetens eller servicens intimitetsskydd förutsätter att tal inte skall höras från ett serviceställe till ett annat i samma rum, kan talet döljas med hjälp av ett reglerbart brus eller reglerbar bakgrundsmusik som är kraftigare än vad riktvärdet anger.

## 5.3 LÅGFREKVENSBULLER

Lågfrequensbuller kallas sådana ljud som ligger inom frekvensområdet 10 – 200 Hz. Övre och nedre gränserna är dock inte exakt fastställda. Lågfrequensljud måste vara tämligen kraftiga för att bli hörda, men då de överskrider hörselgränsen kan hörselsinnet vara mycket känsligt även för små ändringar eller variationer i styrkan. Bedömningen av lågfrequensljuds skadlighet försvåras av att hörseltröskeln för människor med frisk hörsel (normal hörsel) varierar 10...15 dB. Bedömningen försvåras också av att hörbart lågfrequensbuller i tysta miljöer kan upplevas som irriterande och störande oberoende av bullerstyrkan.

Av tabell 3 framgår riktgivande maximivärden för lågfrequensbuller som urskiljs från det övriga bullret nattetid i rum där man sover. Det viktigaste kriteriet för riktvärdena är att bullret inte får försvåra insomnandet.

**TABELL 3.**

**RIKTVÄRDEN FÖR LÅGFREKVENSBULLER NATTETID INOMHUS I OLIKA TERSBAND**

Band/Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
$L_{eq, 1b}/dB$	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

För lågfrequensbuller dagtid kan godkännas cirka 5 dB större värden. Vid bedömning av lågfrequensbullers skadlighet utgående från riktvärdena i tabell 3 görs ingen korrigering för smalbandighet eller för impulskaraktär. Värdena i tabell 3 är genomsnittliga nivåer som exponerar den som hör bullret.

## 5.4 MUSIKBULLER SOM HÖRS IN I BOSTÄDER

En del människor upplever musikbuller som ständigt kväll efter kväll hörs in i bostäderna som irriterande och störande. Sådant buller försvårar insomnandet. Byggnadernas ljudisolering är sämre för låga frekvenser än för medelhöga och höga frekvenser. Till exempel i discomusik och restaurangmusik är lågfrequenskomponenternas (under 200...400 Hz) relati-



va styrka ofta betydligt större än vad som beaktats vid fastställande av referenskurvan för ljudisoleringsförmågan i standard SFS-EN 717. Musikbuller som hörs in i bostäder och som förorsakar sanitär olägenhet är i allmänhet lågfrekvensbuller.

För musikbuller som hörs in i bostäder nattetid kan användas riktvärdena som angivits för lågfrekvensbuller och  $L_{Aeq,1b}$ -nivåerna borde under förnatten (kl. 22 – 02) dessutom vara högst 25 dB(A) då musikbullret är klart urskiljbart, dvs. då det kontinuerliga godtagbara bakgrundsbullret inte döljer det. Riktvärdena för lågfrekvensbuller i tabell 3 tillämpas på musikbuller endast nattetid och endast för buller i sovrum. Vid bedömning av musikbullers skadlighet med hjälp av ovan nämnda riktvärden görs ingen korrigerings för smalbandighet eller impulskaraktär i mätresultaten.

## 5.5 TILLÄMPNING AV RIKTVÄRDEN FÖR TIDSMÄSSIGT VARIERANDE BULLER

Bullerstyrkan varierar ofta med tidpunkten. Ekvivalentnivåerna på dagen och på natten kan under ett års tid variera med hela 20 – 30 dB(A). Orsaken till variationen kan vara förändringar i alstringen av buller eller i utbredningsdämpningen.

Variationen kan indelas i kortvarig och långvarig variation. Kortvarig variation är variation under en dag, en natt eller en ännu kortare tid. När det gäller långvarig variation, såsom variationen under ett års tid, kan ofta urskiljas en klar statistisk regelbundenhet enligt veckodagarna (*dygnsvariation*) och årstiden (*årstidsvariation*). Orsaken till den regelbundna variationen är oftast variation i alstringen av buller, såsom variation i mängden trafik eller att bullerkällorna endast tidvis är aktiva.

Riktvärdena (ekvivalentnivåerna) i tabell 2 beaktar en kortvarig variation hos buller.  $L_{Aeq, 07-22b}$  och  $L_{Aeq, 22-07b}$ -nivåerna beaktar dock inte dygns- och årstidsvariationen. I vissa fall, såsom när man bedömer sömnstörningar som buller förorsakar eller den omedelbara risken för hörselskador, skall man vid bedömning av skadligheten även beakta den kortvariga variationen, till exempel så att buller som hindrar insomnandet skall anses skadligare än buller som förekommer om morgonen vid tidpunkten för vaknandet.

Det finns inga tillförlitliga undersökningsresultat om variationer inom ett långt tidsintervall och om variationens inverkan på bullrets skadlighet. Därför är följande varaktighetsvärden för bedömning av bullernivåer endast riktgivande.

Buller som förekommer i en bostad och något annat vistelseutrymme kan anses överensstämma med riktvärdena i tabellerna 2 och 3, då riktvärdena överskrids med mer än 3 dB under högst cirka 10 % av årets dygn dock så, att överskridningarna med mer än 5 dB inte är fler än under 20 – 30 dygn i året och så, att överskridningar med mer än 10 dB inte alls förekommer. Vid bedömning av en sanitär olägenhet kan det dessutom vara skäl att beakta även variationen i mängden människor som exponeras för buller under olika årstider. Semesterbostäder används till exempel i huvudsak endast under vissa tider av året och därför skall ovan nämnda anvisningar ställas i proportion till den tid fastighetens faktiskt används.

## 5.6 MÄTNING AV BULLER

Bullernivån inomhus varierar i allmänhet lokalt och tidsmässigt. Lokal variation innebär att värden som mäts samtidigt på olika ställen i ett rum inte är lika stora. Tidsmässig variation innebär åter att värden som mätts vid olika tidpunkter på samma ställe är olika.

Eftersom ändamålen för vilka byggnader används och sätten på vilka de används, ljudfältens tidsmässiga och lokala sammansättningar och sambanden mellan bullernivåer och bullerolägenheter i hög grad varierar från fall till fall, är det inte möjligt att ge allmänna och enkla mätanvisningar som kan tillämpas på alla fall. Nedan har angivits vissa faktorer som påverkar mätresultaten och som skall beaktas när bullermätningar planeras och utförs och när mätresultaten tolkas.

### 5.6.1 MÄTINSTRUMENT

Vid mätning bör i första hand användas integrerande mätinstrument av klass 1 som nämnts i standarden IEC 804 "Integrating-averaging sound level meters" eller mätinstrument som nämnts i standarden SFS 2877:1980 "Ljudnivåmätare" och som uppfyller kraven i precisionsklass 1 eller instrument av precisionsklass 1 som motsvarar kraven i nyare standarder än dessa. Instrument av klass 3 skall inte alls användas.

Mätinstrumentens funktion och känslighetsinställningar skall kontrolleras och vid behov justeras före mätningen med hjälp av en normal-ljudkälla (kalibrator), som uppfyller kraven av klass 2 i standarden IEC 942:1988 "Sound calibrators" eller kraven gällande motsvarande klass i en nyare internationell standard. Vid mätningar som varar länge eller består av flera provperioder skall kontrollen upprepas även efter avslutad mätning och vid behov mellan perioderna.

Normalljudkällors precision skall kontrolleras tillräckligt ofta, minst en gång om året, till exempel så att man med hjälp av en precisionsljudnivåmätare av klass 1 jämför nivån (och vid behov frekvensen) på den källa som är föremål för undersökningen med nivån på en annan kalibrator. Om skillnaden är större än den inexacthet som tillåts för en kalibrator av klass 2, skall kalibratoren inte godkännas för användning innan man har försäkrat sig om att den fungerar korrekt och att den i fråga om precision överensstämmer med standarden IEC 942:1998 eller en motsvarande nyare standard.

## **5.6.2 FÖRHÅLLANDENA UNDER MÄTNINGARNA**

Mätning av buller som kommer utifrån utförs med fönstren stängda och så att man inte placerar sådana ljuddämpande konstruktioner eller utrustningar i ljusöppningar som hindrar dagsljuset eller sikten. Balkongglas som hör till bostaden och som kan öppnas kan nattetid betraktas som fönster (dvs. ett yttre glas framför fönstren som är stängt under mätningar). Sommartid borde riktvärdena för dagtid uppnås då en del av de balkongglas som kan öppnas är öppna eller på glänt.

Om möbleringen i rummet påverkar resultatet, görs bedömningen av den sanitära olägenheten utgående från de resultat som har uppmätts i ett rum som möblerats så att det motsvarar användningsändamålet. Om antalet människor i rummet, deras placering, deras klädsel eller någon annan liknande omständighet väsentligt påverkar resultaten, används de största uppmätta bullernivåerna då bullerolägenheten bedöms.

Vid mätning skall man särskilt försäkra sig om att inga störande ljud påverkar mätresultaten. Sådana ljud är bland annat ljud som åstadkoms av lägenhetens invånare och ljud som åstadkoms av mätaren och personerna som följer med mätningen, såsom gångsteg, prassel med kläder, knarr från möbler (då den som sitter byter ställning), tal, öppnande eller stängande av dörrar eller ibland rentav ljud från mätinstrumenten.

### 5.6.3 VAL AV MÄTPLATS

Mätplatsen eller mätplatserna skall väljas så att resultaten beskriver den bullerexponering som invånarna eller allmänheten vanligen utsätts för och ger en tillräckligt tillförlitlig bild av bullrets lokala och tidsmässiga variation och av orsaken eller orsakerna till bullret. Utan giltiga skäl skall mätplatsen dock inte placeras närmare än 1 m från ytorna i rummet eller bullerkällorna. Ett giltigt skäl till ett kortare avstånd än så kan till exempel vara en situation där man utreder vilka slags buller som bäddpatienter i ett patientrum eller lekande barn på golvet i ett daghem exponeras för.

Vid mätning av mycket tysta buller och lågfrekvensljud bör mätningarna i allmänhet upprepas flera gånger och på olika ställen i rummet. Då orsaken till buller utreds skall jämförande mätningar allt enligt möjlighet utföras då bullerkällan som undersöks inte är i funktion.

Om bullernivåerna varierar kraftigt på mätställen som valts på ovan nämnda grunder, utgår man vid bedömning av sanitära olägenheter från bullernivåerna på de ställen där bullret är som störst.

Vid bedömning av risken för hörselskador av buller som en publik exponeras för skall mätplatsen och framförandena som mätningarna omfattar väljas så att högst cirka 5 % av allmänheten exponeras för kraftigare buller än den beräknade  $L_{Aeq,4b}$ -nivån utgående från framställningarna som mätningen omfattar (mätningarna).

### 5.6.4 UTREDNING AV ORSAKEN TILL BULLER

Innan hälsoskyddsmyndighetens uppmaning eller order att sänka bullernivån i en bostad eller något annat vistelseutrymme skall myndigheten så väl som möjligt identifiera upphovet och/eller orsaken till bullret.

Till hälsoskyddsmyndighetens uppgifter hör i allmänhet inte mätning av konstruktioners ljudreducering, vilket förutsätter speciella mätinstrument. Om hälsoskyddsmyndigheten dock anser undersökningar av ljudreduceringen eller andra utredningar nödvändiga för bedömning av en bullerolägenhet eller orsaken till denna, kan myndigheten göra behövliga mätningar eller låta göra dem hos ägaren till fastigheten (45 § hälsoskyddslagen). Resultaten från mätningar av ljudisoleringsförmågan kan inte som sådana användas för bedömning av en sanitär olägenhet som buller förorsakar, utan utgångspunkten vid bedömning av en eventuell sanitär olägenhet är styrkan och egenskaperna hos bullret som invån-

naren eller publiken exponeras för. Om ljudreduceringstalet  $R'_w$  mellan bostäder är betydligt sämre än 52 dB eller stegljudsnivåtalet  $L'_{n,w}$  betydligt överstiger 58 dB, kan bullerspridningen från en bostad till en annan vara så stor att ljud av normalt boende som sprids till grannens sida kan försäkra sanitär olägenhet.

## 5.6.5 KORRIGERING AV MÄTRESULTAT

Ljudnivåmätarnas funktion motsvarar inte exakt hörselsinnets funktion. Både slagbuller och buller som innehåller smalbandiga komponenter eller rena toner låter i de flesta fall ljudligare och bullrigare och är skadligare än sådant buller på samma A-nivå som inte har dessa egenskaper. Av dessa orsaker måste korrigeringar i mätresultaten göras. Den korrigerade bullernivån jämförs med riktvärdena i tabell 2.

Om totalbullret till exempel består av impulsbuller från en skjutbana och smalbandigt buller från en rökgasfläkt vid ett kraftverk, görs en matematisk korrigering för impulskaraktären hos bullret från skjutbanan och en matematisk korrigering för smalbandigheten hos bullret från kraftverket. Därefter fastställs (beräknas) en sammanlagd nivå som beskriver bullerbelastningen och klassificerar dess skadlighet.

### 5.6.5.1 KORRIGERING FÖR IMPULSKARAKTÄR

Impulsbuller eller slagbuller är buller, ur vilket man kan urskilja en eller flera kraftiga ljud som varar i mindre än en sekund. Karakteristisk för impulsbuller är

- en snabb och stor ljudnivåhöjning i början av ljudet, typiskt 20 dB/ms,
- en tämligen kort konstantnivå på ljudnivån efter höjningen; typiskt 0 – 100 ms,
- en varierande lång och snabb dämpning av ljudnivån i slutet av signalen. En dämpning av 20 dB tar typiskt 30 – 500 millisekunder,
- upprepade förekomsten mindre än 30 händelser (slagljud) per sekund.

Enligt rådande uppfattning beror det bullertryck och den hörstyrka som bullrets impulskaraktär förorsakar bland annat på impulsbullrets art, styrkan hos ett annat samtidigt buller och på det, hur mycket kraftigare impulserna är än det övriga bullret.

En korrigering för impulskaraktären förutsätter att man klart kan urskilja impulsljud i bullret som ökar dess skadlighet. Ju längre bort från källan till impulsljuden man kommer desto sämre kan man i allmänhet urskilja ljuden från övrigt buller. Därför blir impulskaraktären hos ett visst buller mindre när man avlägsnar sig från bullerkällan. På motsvarande sätt görs ingen korrigering i mätresultatet, om bullret inte längre är buller av impulskaraktär på ett visst avstånd från källan.

Korrigeringen  $K_p$ , som görs på grund av impulskaraktären varierar och är utgående från impulsbullrets art 5 eller 10 dB(A). Impulsbuller indelas i två klasser

1. Kraftigt impulsbuller som kan förorsakas bland annat av skott från finkalibriga vapen, slag med hammare på trä eller metallföremål, pålning med fallhammare och arbete med tryckluftsverktyg, då den (A-frekvensvägda) ljudexponeringsnivån  $L_{AE}$  för en bullerhändelse är  $> 55 - 60$  dB och bullret klart kan urskiljas från bakgrundsbullret. Skadlighetskorrigeringen  $K_p$  till  $L_{AE}$ -nivån är 10 dB för varje händelse.
2. (Vanligt) impulsbuller, till vilket räknas sådana impulsbuller som klart kan urskiljas från bakgrundsbullret och som inte klart hör till den föregående klassen. Skadlighetskorrigeringen  $K_p$  till  $L_{AE}$ -nivån är 5 dB för varje händelse.

De korrigerade ekvivalentnivåerna för buller som innehåller  $N$  stycken impulsbullerhändelser  $j$ , då varje bullerhändelses ljudexponeringsnivå är  $L_{AE,j}$  beräknade för dag- och nattetid är

$$L_{Ar,07-22h} = 10 \lg \left[ \frac{1}{54\ 000} \sum_{j=1}^N 10^{(L_{AE,j} + K_{I,j})/10} \right]$$

$$L_{Ar,22-07h} = 10 \lg \left[ \frac{1}{32\ 400} \sum_{j=1}^N 10^{(L_{AE,j} + K_{I,j})/10} \right]$$

Korrigerig för impulskaraktären görs endast för den tid då det förekommer impulser i bullret.

### 5.6.5.2 KORRIGERING FÖR SMALBANDIGHET

Den ökning av bullertryck, hörstyrka och störningar som förorsakas av att ljudet är smalbandigt och tonartat har konstaterats bero på hur klart man kan urskilja smalbandiga komponenter från det övriga bullret och hur kraftigt ett annat samtidigt buller är. Ju klarare ett ljud är tjutande, sirenartat eller klingande och ju tystare övrigt buller (summan av bullrets ickesmalbandiga andel och övrigt samtidigt förekommande buller) är, desto större skall korrigeringen vara.

Om smalbandigheten är svår att urskilja, är korrigeringen  $K_K = 3$  dB(A). Om den klart kan höras, är korrigeringen  $K_K = 6$  dB(A). Smalbandighet kan i allmänhet anses klart hörbar (urskiljbar), om en eller flera komponenter förorsakar att

- komponentens styrka överstiger hörtröskeln
- ifrågasvarande komponents terstrycknivå i ett icke-frekvensvägt tersspektrum är minst 5 dB större än medelvärdet för terstrycknivåerna för de terser som i fråga om frekvens är närmast lägre och närmast högre
- $L_{Aeq}$ -nivån på samtidigt förekommande totalbuller understiger 55 – 60 dB.

Komponenter som är svåra att urskilja med hörselobservationer, komponenter som i fråga om frekvens ligger mellan tersbanden eller komponenter med varierande frekvens förorsakar inte nödvändigtvis någon stor nivåskillnad mellan de intilliggande tersbanden. I sådana fall förutsätter en bedömning av bullrets smalbandighet en exaktare frekvensanalys än tersspektret, där komponentens hörstyrka bedöms i jämförelse med övrigt samtidigt förekommande buller.

Korrigerig görs endast för den tid  $T_K$ , [s] då smalbandighet förekommer i bullret.

De korrigerade ekvivalentnivåerna för buller som innehåller  $N$  stycken smalbandiga bullerhändelser  $j$ , då varje bullerhändelses ljudexponeringsnivå är  $L_{AE,j}$  beräknade för dag- och nattetid är

$$L_{Ar,07-22h} = 10 \lg \left[ \frac{1}{54\ 000} \sum_{j=1}^N 10^{(L_{AE,j} + K_{K,j})/10} \right]$$

$$L_{Ar,22-07h} = 10 \lg \left[ \frac{1}{32\ 400} \sum_{j=1}^N 10^{(L_{AE,j} + K_{K,j})/10} \right]$$

### 5.6.5.3 KORRIGERING FÖR BULLER SOM INNEHÅLLER BÅDE IMPULSBULLER OCH SMALBANDIGT BULLER

För buller som innehåller både impulsbuller och smalbandigt buller, vilkas korrigerade ekvivalentnivåer för bullrets skadlighet under tiden  $T$  enligt kapitlen 5.6.4.1 och 5.6.4.2 är  $T L_{Ar,T,imp}$  och  $L_{Ar,T,kap}$  fastställs den korrigerade ekvivalentnivån med formeln

$$L_{Ar,Tb} = 10 \lg \left[ 10^{(L_{Ar,T,imp} + L_{Ar,T,imp})/10} \right]$$

där  $T$  är den aktuella tiden, antingen 07 – 22 h eller 22 – 07 h.

### 5.6.5.4 TOTALNIVÅN FÖR BULLER SOM BESTÅR AV FLERA OLIKA BULLER

Då den korrigerade ekvivalentnivån för tiden  $T$  på varje delbuller  $i$  är  $L_{Ar,T,i}$  är den korrigerade ekvivalentnivån för totalbuller som består av  $M$  delbuller

$$L_{Ar,T} = 10 \lg \left[ \sum_{j=1}^M 10^{L_{Ar,T,i}/10} \right]$$

där  $T$  är den aktuella tiden antingen 07 – 22 h eller 22 – 07 h.



## 5.7 BEDÖMNING AV MÄTRESULTATENS TILLFÖRLITLIGHET

Resultaten av alla tekniska mätningar är förknippade med en viss inexacthet och variation mellan resultaten av mätningar som utförts vid olika tidpunkter. Orsaken till variationen i resultaten av bullermätningar är bland annat skillnader mellan mätinstrument och mätmetoder och skillnader som beror på tidsmässiga och lokala variationer i bullernivåerna. Bullermättningsresultatets *tillförlitlighet* beskriver med vilken statistisk-matematisk risk mätresultatet eller en storhet som beräknas utgående från en serie resultat avviker från det resultat som anses representera "det rätta värdet", till exempel ett visst varaktighetsvärde, medelnivån,  $L_{Aeq,07-22b}$ -nivån för variationen i ekvivalentnivån under ett års tid i ett visst rum eller ekvivalentnivån för hela året.

Mätresultatets *representativitet* beskriver åter hur väl proverna som mätningen omfattar beskriver eller motsvarar det faktiska exponerande bullret och variationen i detta. Allmängiltiga regler (formler) för bedömning av de vid bedömning av bullerolägenheter använda bullernivåernas tillförlitlighet och representativitet kan inte ges. I alla fall skall man dock försöka bedöma inexactheten hos bullernivåerna som används som utgångsinformation för olägenheterna.

Om beaktandet av inexactheten leder till motstridiga slutsatser, skall ytterliga mätningar och utredningar göras. Ofta varierar bullernivåerna och mätresultaten dock på längre sikt så att de minsta mätresultaten underskrider riktvärdena och de största värdena klart överskrider dem. Då krävs prövning, som inte utgår från den genomsnittliga bullernivån under en längre tid utan från det, hur ofta och hur mycket riktvärdena eventuellt överskrids.

## **LJUD SOM I ALLMÄNHET INTE ÄR SÅDANT BULLER SOM AVSES I HÄLSOSKYDDSLAGEN**

Följande ljud anses inte vara sådana ljud, som omfattas av hälsoskyddslagen:

- Ljud som publiken, artisterna eller deltagarna exponeras för under evenemang som är öppna för allmänheten såsom musikframföranden, idrottstävlingar, nöjesparker, teatrar och föreställningar eller uppträdanden inom ramen för hobbyverksamhet, men som inte förorsakar hörselskada eller risk för hörselskada.
- Ljud från naturföreteelser och vilda djur i naturen och i konstruktioner som naturen format. Ljud som vind, regn och till exempel vågor i havet ger upphov till i tekniska konstruktioner och ljud från farmade djur och husdjur kan däremot vara sådant buller som avses i hälsoskyddslagen.
- Ljud från akustiska alarm- och varningsanläggningar som föreskrivits eller godkänts av myndigheter och använts på avsett sätt. Anläggningarna skall dock planeras, placeras och användas så att bullernivåerna som medborgarna exponeras för inte är onödigt höga eller exponeringstiderna onödigt långa.
- Buller som förorsakas av temporär verksamhet som medför buller och vibrationer och som avses i 60 § miljöskyddslagen (86/2000) då en anmälan om verksamheten lämnats in i enlighet med miljöskyddslagen och verksamheten motsvarar de uppgifter som lämnats i anmälan och de villkor som ställts med anledning av anmälan
- Ljud och buller som en enskild medborgare åstadkommer med sina levnadsvanor eller aktiviteter och som, ifall de förorsakar olägenhet eller eventuell olägenhet, drabbar endast honom själv.
- Buller som avses i arbetskyddslagen och som arbetstagare exponeras för på arbetsplatser. Sådant buller som avses i hälsoskyddslagen kan dock vara buller som hörs till ett intilliggande, annan arbetsgivares kontor eller som hörs till bostäder eller andra vistelseutrymmen.

**BEGREPP INOM BULLERBEKÄMPNINGEN**

A-frekvensvägd ljudtrycksnivå,  $L_{pA}$ :

Se A-ljudnivå.

A-ljudnivå,  $L_A$ ,  $L_{pA}$ : A-frekvensvägd ljudtrycksnivå bestämd enligt standarderna för ljudnivåmätare, IEC 60561 (tidigare IEC 561, SFS 2887), IEC 60804 (tidigare IEC 804) och IEC 61672. Symbolen för ljudtrycksnivå  $p$  används vanligen inte i nedre index för  $L$ , utom om man tydligt vill skilja ljudtrycksnivån från andra nivåer som beskriver ljudets styrka såsom intensitetsnivån ( $L_I$ ) eller ljudeffektnivån ( $L_{WA}$ ).

Bestående nedsättning av hörseln:

Bestående (permanent) förändring i hörselsinnetns funktionskänslighet. I allmänhet är nedsättningens storlek i jämförelse med standardiserad hörsel hos en människa med god hörsel (hörtröskelvärden för olika frekvenser) olika för olika frekvenser. Nedsättningens storlek anges ofta som ett medelvärde för tre eller fyra olika frekvenser. Hörtröskelvärdet eller -nivån är ljudtrycksnivån för det svagaste ljud med en viss frekvens som människan nätt och jämt hör. Kurvan som förenar tröskelvärdena som uppmätts med olika frekvenser kallas hörtröskelkurva.

Buller:

Ljud som eventuellt förorsakar en sådan sanitär olägenhet som avses i hälsoskyddslagen. Som allmänbegrepp är buller ljud som människan upplever som obehagligt eller som på annat sätt är skadligt för människans hälsa eller inverkar menligt på hennes välmående. Ett musikframträdande betraktas till exempel inte som buller bland dem som kommit för att lyssna till det, men i grannlokalen eller grannfastigheten kan det vara buller. Om ljudet är så starkt att det förorsakar risk eller stor risk för hörselskada bland publiken, anses det dock vara buller.

Utmärkande för sådant buller som avses i hälsoskyddslagen är att det inte alstras av den som exponeras för det och inte heller av någon sådan aktivitet i lokalen eller fastigheten som den exponerade tar del av som familjemedlem, åhörare, åskådare eller medlem av den grupp som sysslar med aktiviteten.

- Bullerart:** Benämning enligt bullrets källa, upphov, egenskaper eller specifika drag, såsom förekomstplats och -tid eller metoder för bekämpning av bullret. Exempel: trafikbuller, industribuller, nattligt buller och impulsbuller.
- Bullerbelastning:** Bulleremissionens (det exponerande bullrets) styrka eller ett värde som anger dess storlek.
- Bullerinträcks:** Intrycket eller bedömningen av hur obehagligt ett ljud är hos den som exponeras för bullret eller egenskaper, som försämrar ljudets kvalitet eller ökar bullrets obehaglighet. Sambandet mellan bullerinträcks och ljudstyrkan undersöks genom att man ber provpersoner placera olika och med olika ljudstyrka framförda ljudprover i ordningsföljd enligt bullerinträcks. Man kan också be provpersonerna berätta hur många gånger större de upplever att bullerinträcks av ett ljud eller ett buller är i förhållande till ett jämförelseljud. Jfr Hörstyrka. Ordningsföljden med tanke på hörstyrkan och bullerinträcks för samma bullerprov kan avvika från varandra.

**Bullerreaktion, reaktion som buller förorsakar:**

Förändringar i livsfunktionerna eller beteendet eller en upplevelse som buller förorsakar. Alla bullerreaktioner är inte skadliga med tanke på hälsan. Exponeringsmiljön och -tidpunkten kan utöver de personliga egenskaperna påverka reaktionens styrka.

**Bullrets förarglighet:**

Förargligheten (i engelskan annoyance, i tyskan Belästigung eller Lästigkeit) är en upplevelse som den som exponerats för buller anser vara störande, oönskad, negativ eller anser försämra livskvaliteten och boendemiljöns kvalitet. Att buller upplevs som störande, med andra ord att bullret försvårar göromål och prestationer ökar i allmänhet bullrets förarglighet.

**Bullrets karaktär:** Bullrets karaktär består av bullrets (ljudets) alla fysikaliska parametrar som, då det förändras, förorsakar förändringar i bullerreaktionen. Sådana är bland annat ljudnivån, ljudnivåns fluktuationsbredd, -snabbhet och -sätt, formen på ljudspektrat dvs. frekvensfördelningen och dess tidsmässiga fluktuationsegenskaper och ljudets varaktighet. Smalbandighet och impulskaraktär är faktorer som påverkar urskiljbarheten, hörstyrkan och störningsgraden hos buller.

Bullrets korrigerade nivå:

En bullerparameter, som fås sedan en vägning eller korrigering för bullrets egenart eller varaktighet (i engelsk terminologi rating level och i tysk terminologi Beurteilung Schallpegel) beaktats i mätresultatet. Korrigeringar görs bland annat för bullrets impulskaraktär eller smalbandighet. Korrigering kan också göras för bullrets varaktighet (dag/kväll/natt, sommar/vinter).

Bullrets störningsgrad:

Störningsgraden (i engelskan disturbance eller interference, i tyskan Störung) är a) en upplevelse hos den som exponerats för buller att det är svårare att klara av uppgifter och göromål på grund av bullret, b) en egenskap hos bullret, som förorsakar ovan nämnda upplevelse, c) ett allmänbegrepp, som omfattar alla störande bullerreaktioner och egenskaperna hos det buller som förorsakar dessa.

Ekvivalentnivå,  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Aeq, t1-t2}$ :

A-frekvensvägda ekvivalentnivån för tiden  $t_1 - t_2$

$$L_{Aeq, t_1-t_2} = 10 \lg \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \left( \int_{t_1}^{t_2} 10^{L_{pA}(t)/10} dt \right) \right]$$
$$= 10 \lg \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \left( \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right) \right]$$

där  $L_{pA}(t)$  är momentanvärdet för A-ljudnivån och  $p_A(t)$  momentanvärdet för A-frekvensvägda ljudtrycket. Nivån är tiologaritmen för kvadraten av effektiva värdet för ljudtrycket under tiden  $t_1 - t_2$ . För ekvivalentnivån används också benämningen ekvivalent kontinuerlig ljudtrycksnivå.  $L_{Aeq, 07-22b}$  avser ekvivalentnivån för dagtid (kl. 07 - 22) och  $L_{Aeq, 22-07b}$  ekvivalentnivån för nattetid (kl. 22 - 07).

Exponering:

(Bullerexponering) är en situation där en person påverkas av ljudenergi. Exponeringens storlek beskrivs i allmänhet med hjälp av ekvivalentnivån  $L_{eq, T}$ .  $T$  är den tid som exponeringen fortgått, till exempel åtta timmar (en arbetsdag) eller tiden kl. 07 - 22 h.

- Frekvensvägning:** En åtgärd vars ändamål är att ändra ljudnivåmätarens frekvensfunktion så att storleksordningen för olika ljud enligt mätarens utslag motsvarar en hörstyrkeklassificering som är gjord utgående från hörselobservationer. Vid mätning av miljöbuller används vanligen en standardiserad A-vägning och i vissa fall C-vägning. Symbolen för den använda vägningen antecknas efter enheten för ljudnivån dB, om den inte tydligt framgår av sammanhanget. Exempel: 35 dB(A).
- Förarglighet:** Se Bullers förarglighet.
- Hörselskada:** Bestående nedsättning av hörseln.
- Hörstyrka:** Intrycket eller bedömningen hos den som hör ett ljud om ljudets akustiska styrka eller en egenskap hos ljudet som beskriver den hörda ljudstyrkan. Sambandet mellan hörstyrka och ljudnivå undersöks genom att man ber provpersoner placera olika ljudprover med olika ljudstyrka i ordningsföljd enligt hörstyrkan. Man kan också be provpersonerna berätta hur många gånger större de anser att hörstyrkan av ett ljud eller buller är jämfört med ett jämförelseljud. Jfr Bullerinttryck. I standarden ISO 532 finns standardiserade objektiva metoder att fastställa hörstyrkan.
- IEC:** International Electrotechnical Commission. CENELEC är EU:s standardiseringsorgan för elteknik. Om det utges CENELEC-standarder gällande mätinstrument och kalibratorer för ljudnivå medan denna anvisning är giltig, måste dessa ges företräde framom IEC-standarderna i fall där det inte finns någon gällande motsvarande SFS-standard.
- Impulsbuller:** Buller är impulsbuller, om det består av kortvariga, starka slag- skott- eller urladdningsljud som ökar bullrets skadlighet och kan urskiljas med hörselobservationer. Karakteristiskt för impulsbuller är:
- en snabb och stor ljudnivåhöjning i början av ljudet, typiskt 20 dB/ms,
  - en tämligen kort konstantnivå på ljudnivån efter höjningen; typiskt 0 – 100 ms,
  - en varierande lång och snabb dämpning av ljudnivån i slutet av signalen. En dämpning av 20 dB tar typiskt 30 – 500 millisekunder,
  - upprepade förekomsten mindre än 30 händelser (slagljud) per sekund.

Impulsbuller är rätt sällan smalbandigt. Ljudet av kyrkklockor är ett exempel på ett slagljud som samtidigt även kan vara smalbandigt. Många impulsbuller förorsakar en skrämreflex hos den som hör bullret.

Kalibrator: Se Normalljudkälla

Ljudeffektnivå,  $L_W$ : Tiologaritmen för förhållandet mellan ljudeffekten,  $W$  [W], som en ljudkälla utstrålar och jämförelseljudnivån,  $W_0$ ,

$$L_W = 10 \lg \frac{W}{W_0} \text{ dB}$$

där jämförelsevärde  $W_0 = 1 \text{ pW}$ . Maskiners och anläggningars ljudeffektnivå anges vanligen A-frekvensvägd dvs. som  $L_{WA}$ -nivå. Till exempel ljudeffekten hos ljudet av samtal människor emellan,  $W_A$ , är vanligen cirka 0,1...1 mW och ljudeffektnivån  $L_{WA}$  cirka 80...90 dB. Hos en dammsugare, vars ljudtrycknivå på 2 m:s avstånd i ett stort rum är 70 dB(A), är ljudeffektnivån  $L_{WA}$  cirka 84 dB.

Ljudets varaktighetsnivå,  $L_x$  %:

Värde som en tidsmässigt varierande ljudnivå överskrider  $x$  % av tiden. Till exempel  $L_{AF,5\%}$  är en Fast-tidsvägd A-ljudnivå, som överskrider 5 % tiden. Tiden för vilken värdet är fastställt kan antecknas i nedre index. Till exempel  $L_{AF,90\%,07-22b}$  avser det för dagtid (kl. 07 – 22 h) fastställda värdet för en Fast-tidsvägd A-ljudnivå som överskrider 90 % av tiden. Värdet för ljudets varaktighetsnivå beror utom av  $x$  även av den tidskonstant som använts för att fastställa det effektiva värdet. Till exempel  $L_{AS,5\%}$ -nivån är vanligen lägre än  $L_{AF,5\%}$ -nivån.

Ljudexponeringsnivå,  $L_E$ :

Ljudexponeringsnivån för tiden  $t_1 - t_2$

$$L_E = 10 \lg \left[ \frac{1}{t_0} \left( \int_{t_1}^{t_2} 10^{L_p(t)/10} dt \right) \right]$$

$$= 10 \lg \left[ \frac{1}{t_0} \left( \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right) \right]$$

där  $t_1$  är begynnelse-tidpunkten för observationen,  $t_2$  sluttidpunkten,  $t_0$  jämförelsetiden 1 s,  $L_p(t)$  ljudnivåns momentanvärde [dB],  $p(t)$  ljudtryckets momentanvärde [Pa] och  $p_0$  jämförelsevärde för ljudtrycket 20 mPa. Tiden  $t_1 - t_2$  skall vara så lång, att den händelse eller de händelser som skall observeras klart faller inom detta intervall.

Ljudnivå: Se Ljudtrycksnivå.

Ljudtrycksnivå,  $L_p$ : Tjugologaritmen för förhållandet mellan effektiva värdet för ljudtrycket,  $p$  [Pa], och jämförelsevärdet,  $p_0$ , [Pa]:

$$L_p = 20 \lg \frac{p}{p_0} \text{ dB}$$

där jämförelsevärdet  $p_0 = 20$  mPa. Människans hörselsinne och mikrofonerna i ljudnivåmätarna är tryckkänsliga detektorer för ljudstryka.

Maximal ljudnivå,  $L_{max}$ :

Ljudnivåns största momentanvärde. Frekvens- eller tidsvägningen som använts antecknas i nedre indexet:  $L_{Apeak\ max}$ ,  $L_{AImax}$ ,  $L_{AFmax}$  och  $L_{ASmax}$ . För tydlighetens skull kan också antecknas för vilken tid maximinivån har angivits. Till exempel  $L_{AFmax, 24b}$  är den största A-frekvensvägda och Fast-tidsvägda ljudnivån under ett dygn.  $L_{AImax, 07-22b}$  avser det största värdet för impulstidsvägda A-ljudnivån under tidsperioden kl. 07 – 22 h.

Maximinivå,  $L_{min}$ : Se Maximal ljudnivå.

Miljöbuller: Allmän benämning på allt buller som förekommer i människans boende- och livsmiljö.

Mättid: Längden på den tid som använts för mätning, mätningens varaktighet. Tiden kan antecknas i nedre index för symbolen för ljudnivån. Exempel:  $L_{Aeq, 15\ min}$ . Begreppet mättid kan också avse tidpunkten för mätningen (datum och klockslag).

Normaljudkälla: En ljudkälla som ger en viss konstantljudnivå, med vars hjälp man kan kontrollera och justera (kalibrera) funktionen och precisionen hos instrument som används vid mätning av buller. Av standarden IEC 942/1985 framgår vilka krav som gäller för normaljudkällor.



**Orienteringsreaktion:**

Visuell identifiering och behov att visuellt identifiera en ny eller ovanlig bullerkälla i ljudmiljön, dess placering och ljudets infallsvinkel.

**Referenstid:**

Den tid som anger för vilken tidsperiod bullernivåns och bullerbelastningens riktvärden gäller. Referenstiden för riktvärden för inomhusbuller är kl. 07 – 22 dagtid och kl. 22 – 07 natttid. För tydlighetens skull skall referenstiden antecknas i nedre index för ljudnivåns symbol. Exempel:  $L_{Aeq, 07-22b}$ ,  $L_{AFmax, 07-22b}$ .

**Riktvärde:**

Det värde för bullerbelastningsnivån i boende- och livsmiljön, som inte får överskridas då målet är en hälsosam och trivsamt miljö. Eftersom olika buller får olika konsekvenser och eftersom konsekvenserna bland annat beror på exponeringsmiljön och -tidpunkten, kan ett överskridande av riktvärdena inte anses som ett entydigt tecken på att bullret alltid förorsakar så starka bullerreaktioner hos de exponerade att man i hälsotillsynen inte kunde tillåta överskridningar av gränsvärdena till exempel utgående från prövning av skäligheten.

**SFS:**

Suomen Standardisoimisliitto, Finlands Standardiseringsförbund.

**Skrämselreflex:**

En sprittning eller serie sprittningar i kroppen som en stark och plötslig växling i bullernivån, såsom skottlossning förorsakar. En följdreaktion är ofta ett starkt undermedvetet behov att lokalisera och identifiera orsaken till bullret. Om skrämselreflexen används också benämningen sprittningsreaktion. Reflexen kan anses som ett tämligen säkert tecken på att det rör sig om impulsbuller.

**Slagbuller, slagljud:**

Se Impulsbuller.

**Smalbandigt buller:**

Buller är smalbandigt, om man genom hörselobservationer kan urskilja rena toner eller smalbandiga komponenter i bullret som ökar bullrets skadlighet. Buller som innehåller smalbandiga komponenter låter vanligen klingande, ylände eller tjutande, ibland dånande.

**Sömnstörning:**

En förändring (bullerreaktion) i den sovandes livsfunktioner som kan anses inverka menligt på sömnens vilo- och rekreationsverkan. Sömnstörningar kan förorsaka följder som till exempel dåsighet eller försvagad uppmärksamhet dagen därpå.

- Talstörning: a) En händelse, då buller försvårar förmågan att uppfatta eller förstå tal eller som förutsätter att talaren höjer sin röst så att talet blir svårt att förstå. b) En egenskap eller förmåga hos bullret att förorsaka dylika händelser.
- Tidsvägning: Metod för bestämning av effektiva värdet på en signal som används vid mätning av ljudnivå. För att uttrycka effektiva värdet över en tidsperiod (för en tidskonstant, längden av en observation som ingår i ett glidande kvadratisk medelvärde) har man standardiserat tidskonstanterna Slow (långsam, 1 s), Fast (snabb, 125 ms), Impulse (impuls, 35 ms) och Peak (toppvärde, 20...50 ms). Vid mätning av ekvivalentnivån är tidskonstantens längd tiden  $t_2 - t_1$  dvs. tiden som motsvarar den tid som mätningen fortgått.
- Ton (ren ton): Ett ljud som omfattar endast en frekvens.
- Totalbullernivå: Den bullernivå som uppnås då buller från olika ljudkällor samverkar. Buller inne i en bostad kan till exempel bestå av buller från olika former av trafik, från anläggningar och från byggnadens tekniska utrustning.
- Varaktighetsnivå: Se Ljudnivåns varaktighetsnivå.

## II KEMISKA FÖRORENINGAR, PARTIKLAR OCH FIBRER

**I**nneluft kan innehålla sådana mängder kemiska ämnen (föroreningar) som förorsakar sanitär olägenhet. Föroreningarna kan härstamma från byggnads- och inredningsmaterial, fuktskadade konstruktioner, människans aktiviteter eller källor utanför bostaden eller något annat vistelseutrymme (övriga utrymmen i byggnaden, utsläpp från industri och trafik eller marken). Kemiska föroreningar är partikel- eller gasformiga som kan indelas i organiska och oorganiska föreningar.

Halterna kemiska föroreningar i ineluften kan variera beroende på de omgivande förhållandena (väderförhållandena, rumsluftens temperatur och fuktighet, ventilationen) eller på aktiviteter i eller utanför byggnaden. Man misstänker att gasformiga organiska föreningar i ineluften har samband med de sanitära olägenheter och luktolägenheter (huvudvärk, trötthet etc.) som invånarna upplever och särskilt med upplevelser som minskar boendetrivseln. Flera föreningar som förekommer samtidigt i luften kan förstärka den sammanlagda effekten.

Totalmängden kemiska ämnen som förekommer i ineluften beskrivs ofta med termen TVOC (Total volatile organic compounds). TVOC-mätresultatet kan dock inte som sådant användas vid bedömning av sanitära olägenheter. Å andra sidan är en förhöjd TVOC-halt (över  $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ett tecken på att det finns en exceptionellt stor mängd kemiska ämnen i ineluften och då är det sannolikt nödvändigt att göra tilläggsutredningar i syfte att undersöka enskilda föreningar. Halterna kemiska föroreningar är vanligen högst i nybyggen och i renoverade byggnader.

## 6 RIKTVÄRDEN FÖR KEMISKA FÖRORENINGAR, PARTIKLAR OCH FIBRER

Det finns inga internationella eller nationella föreskrifter och anvisningar från myndigheternas sida eller särskilda standarder gällande maximihalterna kemiska ämnen i ineluften i bostäder och andra vistelseutrymmen. De numeriska värdena som nedan i denna anvisning anges för vissa organiska ämnen är riktgivande till sin karaktär och bygger på rekommendationer som tidigare publicerats i Finland med stöd av hälsovårdslagen (469/65), på praktiska erfarenheter av tillsynsarbetet och på hälsoskyddsmyndigheternas beslut. Vid behov kan man använda de rekommendationer om maximihalter av kemiska ämnen i ineluften som Världshälsoorganisationen (WHO) publicerat om man vill bedöma hur skadligt ett uppmätt ämne är med tanke på människans hälsa.

Nedan anges värden som beskriver halten av enskilda ämnen och metoder för mätning av dem. De kan användas i bostäder och andra vistelseutrymmen såsom läroanstalter, daghem och samlingslokaler.

### 6.1 MÄTNING AV FÖRORENINGAR

Mätningar av kemiska föroreningar i ineluften behövs för att man skall kunna utreda orsakerna till sanitära olägenheter, luktolägenheter, sjukdomar eller sjukdomssymptom som förorsakas av ineluften. Före mätningar borde man så väl som möjligt utreda källorna till föroreningarna, till exempel med hjälp av materialutredningar och luktobservationer (nya material, textilier och möbler) och genom att undersöka de yttre och inre förhållandena i rummet eller byggnaden (ventilationen, använda kemikalier såsom rengörings- och tvättmedel).

#### 6.1.1 MÄTMETODER OCH -FÖRHÅLLANDEN

När nedan nämnda enskilda föreningar uppmäts skall man i första hand använda de standardiserade metoder som nämns i punkten i fråga. Om det inte är möjligt, kan de mätmetoder som nämns i denna anvisning eller

andra mätmetoder som konstaterats vara tillförlitliga användas. Provet skall vara ett så bra exempel som möjligt på normala förhållanden. Uppvärmningen och ventilationen i bostaden skall vara i normal användning och till exempel tilluftsventilerna på ytterväggarna skall vara lika mycket öppna som de vanligen är under årstiden i fråga. Vädring med öppna fönster skall undvikas i minst 4 – 6 timmar före och under provtagning.

## **6.1.2 TAGNING OCH REGISTRERING AV LUFTPROV**

Ett luftprov tas i vistelsezonen (se punkt 1.1) i det rum som skall undersökas så, att provet tas på ca 1,1 meters höjd i mitten av rummet. Provet tas i det rum som bäst representerar förekomsten av föroreningen som skall undersökas. Om det är möjligt att ta ett jämförelseprov, skall det tas i ett motsvarande rum. Med motsvarande rum avses till exempel ett rum i samma byggnad, där det inte finns av föroreningskällan som skall undersökas, eller ett annat rum med motsvarande användningsändamål. Allt enligt storleken på objektet som skall undersökas behövs i allmänhet 1 – 2 prover och eventuellt ett jämförelseprov. Om man misstänker att föroreningar kommer in i rummet utifrån, skall också ett prov av uteluften tas i samband med mätningarna av inneluften. Förekomsten av vissa föroreningar är beroende av inneluftens temperatur och fuktighet (till exempel formaldehyd) och därför borde de mätas även under sensommaren eller vid någon annan tid på året då det vanligen är fuktigt. Mättiden är den provtagningstid som nämnts i mätmetoden för varje enskild kemisk förorening.

De pumpar och mätinstrument som används vid provtagning skall vara kalibrerade i enlighet med tillverkarens anvisningar. Luftströmmarna från pumparna kontrolleras med hjälp av en såpbubbelkalibrator, en kalibrerad rotameter eller en torrasmätare (gasklocka). Proverna förs omedelbart efter provtagningen till laboratorium för analys.

I ett separat mätprotokoll antecknas förhållandena under provtagning, såsom ventilationssystemets funktion, vädret, rumsluftens temperatur och fuktighet, mätinstruments och pumpars kalibreringsdata, materialen som använts i bostaden, tvätt- och rengöringsmedel, sannolika föroreningskällor, luktobservationer och störande faktorer som eventuellt påverkat mätningarna. Mätställena märks ut på planritningen över bostaden.

### **6.1.3 JÄMFÖRELSE MELLAN MÄTRESULTAT OCH RIKTVÄRDE**

Totalfelet vid provtagning och laboratorieanalys beror på mätmetoden. Om mätresultaten lätt överskrider eller underskrider riktvärdet, skall mätningen upprepas så fort som möjligt. Resultatet blir tillförlitligare om två eller flera prover tas efter varandra.

## **6.2 AMMONIAK**

Ammoniak kan frigöras i inneluften från vissa byggnadsmaterial, målarfärger och lacker, rengörings- och tvättmedel och sekret från människor och djur. Ammoniak i inneluften kan också tyda på att proteiner och andra organiska ämnen i byggnadsmaterial, såsom spackel och limämnen, sönderfaller på grund av fukt. Följden av sådana reaktioner blir att även andra kemiska föreningar (VOC), såsom aminer, aldehyder, organiska svavelföreningar och fettsyror, som i likhet med ammoniak är irriterande ämnen, frigörs i luften. Tobaksrökning höjer likaså ammoniakhalten i inneluften.

Luktröskeln för ammoniak varierar i hög grad (100 – 37 000 µg/m<sup>3</sup>). Luktrösklarna för olika aminer är 10...100 gånger mindre än luktröskeln för ammoniak. Aminer förorsakar irritation i mindre halter än ammoniak, som förorsakar irritationssymptom då halten överstiger 160...410 µg/m<sup>3</sup>.

### **6.2.1 RIKTVÄRDE FÖR OCH UNDERSÖKNING AV AMMONIAK**

Av de orsaker som beskrivs ovan i punkt 6.2 är det inte möjligt att ge ett sanitärt riktvärde för ammoniak. Värdet 10 – 20 µg/m<sup>3</sup> kan dock anses som en s.k. normal ammoniakhalt i inneluften. Om ammoniakhalten i inneluften överskrider värdet 40 µg, kan halten anses onormalt hög. Då är det skäl att försöka utreda vilken orsak, såsom fukt- eller avloppsskada, som kunnat förorsaka en förhöjd ammoniakhalt i inneluften. I syfte att utreda källorna till föroreningar i inneluften som eventuellt förorsakar sanitär olägenhet borde man också överväga en mätning av enskilda flyktiga organiska föreningar (VOC).

Ammoniaken i inneluften borde fastställas då inneluften till följd av förändringar i temperaturen och fukthalten har en stickande, något ruttan lukt eller när det förekommer mörka missfärgningar i golvbeläggningen såsom parketten.

## 6.2.2 METODER FÖR UNDERSÖKNING AV AMMONIAK

Ett ammoniakprov tas med hjälp av en pump och svag svavelsyralösning eller ett adsorbentror som innehåller svavelsyrabehandlat aktivt kol eller silikagel. Provet analyseras med en jonselektiv eller spektrofotometrisk metod. Vid fastställande av ammoniak rekommenderas de tillvägagångssätt som beskriv på RT-kortet 14-10775, "Sisäilman ammoniakkipitoisuuden määrittäminen" om bestämning av ammoniakhalten i inneluft, ([www.rakennustieto.fi](http://www.rakennustieto.fi)).

## 6.3 ASBEST

Asbest är en allmän benämning på vissa mineralfibrer som förekommer i naturen. Asbest har använts i många byggnadsmaterial, eftersom den har många goda byggtekniska egenskaper: den brinner inte, den har god värmeisoleringsförmåga och goda akustiska egenskaper. Som mest användes asbest i byggnadsmaterial vid övergången mellan 1960- och 1970-talet. Asbest har använts bland annat i värmeisoleringsmassor (rörledningar, pannor, varmvattenberedare), vägg- och takskivor, vatten- och avloppsledningar, ventilationskanaler (sprutade cementprodukter eller asbestcementprodukter), golvmaterial (vinylasbestplattor, vinylplastmattor), spackel och fixbruk. Numera innehåller finländska byggnadsmaterial inte asbest.

Vid hantering av asbestmaterial sprids fint damm och andra asbestfibrer i luften. Fibrerna har en diameter på 0,03 – 3 µm. Via inandningsluften når fibrerna lungorna, där de anhopas. Exponering för asbestfibrer kan förorsaka lungkancer, asbestos och sjukdomar i lugsäcken.

Hela asbetsmaterial som är i gott skick förorsakar inga olägenheter vid normal användning av en fastighet. När konstruktioner som innehåller asbest rivs eller saneras kan sanitära olägenheter däremot uppstå, om man inte har ordentlig skyddsutrustning. Endast företag med behörigt tillstånd får riva och sanera konstruktioner som innehåller asbest. Innan

en fastighet saneras eller rivs skall man utreda hur stor del av materialet som innehåller asbest och om materialet måste saneras.

### **6.3.1 RIKTVÄRDE FÖR OCH UNDERSÖKNING AV ASBEST**

Halten asbestfibrer i inneluft skall ligga under 0,01 fibrer/cm<sup>3</sup>. Asbetsfibrer får inte förekomma i damm som lagt sig på ytorna.

Det är skäl att mäta asbetshalten i rumsluften, om asbetsrivnings- eller saneringsarbeten görs i byggnaden och fibrer kan spridas från det utrymme som rivs till inneluften i en bostad eller något annat vistelseutrymme. Om de material i byggnaden som innehåller asbest är i dåligt skick, kan det även vara skäl att mäta fiberhalten i inneluften.

### **6.3.2 METODER FÖR UNDERSÖKNING AV ASBEST**

Totalfiberhalten i inneluft mäts genom att man samlar upp ett prov i ett cellulosaesterfilter (porstorlek 0,8 mikrometer) med en insamlingshastighet på 10 liter i minuten. Rekommenderad storlek på provet är cirka 1 000 liter. Provet prepareras och fibrerna räknas med hjälp av ett optiskt faskontrastmikroskop och förstoring 500 gånger i enlighet med standard SFS 3868. Med hjälp av denna metod får man reda på alla halter fibrer som uppfyller kraven på en viss storleksklass.

Om fiberhalten i luften överstiger 0,01 fibrer/cm<sup>3</sup>, säkerställs förekomsten av asbestfibrer genom att man samlar upp ett motsvarande prov i ett polykarbonatfilter. Storleken på detta prov skall vara 500 – 1 000 liter. Fibrerna i provet räknas med hjälp av ett svepelektronmikroskop och förstoring 3 000 gånger varefter fibrerna identifieras med hjälp av en energidispersiv spektrometer. Detektionsgränsen för elektronmikroskopmetoden är 0,01 fibrer/cm<sup>3</sup> för ett prov på cirka 500 liter.

Asbestinnehållet i ett material bestäms i oklara fall direkt genom mikroskopering (ljusmikroskop eller elektronmikroskop).

Spridningen av asbestfibrer inomhus kan också undersökas genom att man tar dammprover från ytorna och med hjälp av ett elektronmikroskop undersöker om proverna innehåller asbestfibrer.

Tjockleken på fibrer som räknas genom mikroskopering är högst 3 mikrometer och längden minst 5 mikrometer och relationen mellan längd och tjocklek minst 3.



## 6.4 FORMALDEHYD

Formaldehyd i ineluften härstammar i allmänhet från limämnet ureaformaldehydhartharts, som använts i spånskivor och i vissa paneler. Syrahärdade lacker, målarfärger, ytbeläggningar, strykfria textilier och heltäckande mattor kan likaså innehålla formaldehyd som frigörs i ineluften. Den fasta inredningen och möblerna i bostäder som innehåller lim som bygger på formaldehyd kan utgöra källor till formaldehyd i ineluften.

Formaldehyd irriterar ögonen och de övre andningsvägarna. Människans känslighet för formaldehydens irriterande verkan varierar i hög grad. Lukttröskeln för formaldehyd är cirka  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (mikrogram ämne i en kubikmeter luft). Formaldehyd kan redan i mycket små halter ( $5 - 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) förorsaka irritationssymptom hos känsliga personer.

Utom formaldehyd kan det finnas även andra aldehyder i ineluften som frigörs från byggnadsmaterial eller som utgör reaktions- eller nedbrytningsprodukter av andra föroreningar. Flera aldehyder irriterar ögon och andningsvägar och typiskt för dem är en stickande lukt. Formaldehyd är den mest irriterande av aldehyderna. De övriga aldehyderna förorsakar irritationssymptom i cirka 100 gånger så stora halter som formaldehyd.

### 6.4.1 RIKTVÄRDE FÖR OCH UNDERSÖKNING AV FORMALDEHYD

Formaldehydhalten i ineluft får vara högst  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Det är skäl att undersöka formaldehydhalten om man känner lukt av formaldehyd i ineluften. Om spånskivor använts i stor utsträckning i konstruktioner och möbler i ett rum (över  $1 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ) eller om fuktskador förekommit i bostaden, är det likaså skäl att mäta formaldehydhalten.

### 6.4.2 METODER FÖR UNDERSÖKNING AV FORMALDEHYD

Formaldehydhalten i ineluft skall i första hand bestämmas i enlighet med standard SFS 3862. Medelvärde för formaldehyd på lång sikt bestäms med en s.k. passiv provtagare som placeras i bostaden i ett dygns tid och därefter sänds till laboratorium för analys.

Halten av formaldehyd och andra aldehyder kan även bestämmas med en vätskekromatograf i acetonnitrilextrakt. Provet uppsamlas då med en pump i en silikagelpatron impregnerad med dinitrofenylhydrazin. Insamlingshastigheten för provet är 0,5 liter i minuten och provets storlek cirka 100 liter. Av provet kan analyseras också andra aldehydhalter än halten formaldehyd. Detektionsgränsen för ett prov på 100 liter är 5 – 20 µg/m<sup>3</sup> enligt olika aldehyder.

## **6.5 KOLDIOXID**

Människans ämnesomsättning alstrar koldioxid (CO<sub>2</sub>) och andra föroreningar i inneluften. Mängden koldioxid i inneluften kan betraktas som en indikator på sådana föroreningar i inneluften som härstammar från människan. Koldioxidhalten i inneluften kan bli hög till exempel i sovrum under natten, i klassrum under lektionerna och i vilorummet i daghem. Inneluften känns då unken. En hög koldioxidhalt i inneluften kan förorsaka trötthet, huvudvärk och försämrad arbetseffektivitet.

### **6.5.1 RIKTVÄRDE FÖR OCH UNDERSÖKNING AV KOLDIOXID**

En förhöjd koldioxidhalt i inneluften är ett tecken på att ventilationen är otillräcklig och det är därför inte möjligt att ange något särskilt sanitärt riktvärde för den. Om koldioxidhalten i inneluften överstiger 2 700 mg/m<sup>3</sup> (1 500 ppm), är det ett tecken på att ventilationen inte fungerar på det sätt som hälsoskyddslagen förutsätter. Koldioxidhalten i inneluften skall mätas, om luften känns unken eller om det finns skäl att misstänka att ventilationen är otillräcklig. Värdet 2 160 mg/m<sup>3</sup> (1 200 ppm) kan anses vara en tillfredsställande koldioxidhalt i inneluft.

### **6.5.2 METODER FÖR UNDERSÖKNING AV KOLDIOXID**

Det är skäl att följa upp variationerna i koldioxidhalten i inneluften (under flera timmar eller dygn) med hjälp av sådana kontinuerliga, registrerande mätinstrument som till sin funktion bygger på till exempel adsorptionen av infraröd strålning (SFS 5412) eller på en elektrokemisk cell.

Mätinstrumenten skall kalibreras regelbundet och cellerna i elektrokemiska instrument skall förnyas med några års intervall. En momentan koldioxidhalt kan även mätas med hjälp av direktvisande detektorrör, som skiftar färg när en viss luftmängd sugs genom röret.

## **6.6 KOLMONOXID ELLER OS**

Kolmonoxid eller os bildas vid ofullständig förbränning av ämnen som innehåller kol. Källor till kolmonoxid i inneluften är avgaser från trafiken och från ugnar, öppna spisar och gasspisar inomhus som fungerar dåligt eller som används på fel sätt och också från tobaksrökning. I ishallar har konstaterats höga halter av os som härstammar från ismaskinerna. Kolmonoxiden är farlig därför att den binds vid hemoglobinet i blodet, varvid karboxyhemoglobin bildas i blodet och blodets förmåga att transportera syre till vävnaderna försämras. Symptom på lindrig osförgiftning är huvudvärk, illamående och andnöd. Allvarlig osförgiftning kan leda till döden.

### **6.6.1 RIKTVÄRDE FÖR OCH UNDERSÖKNING AV KOLMONOXID**

Den momentana koldioxidhalten i inneluft får vara högst 8 mg/m<sup>3</sup> (6,9 ppm).

Det är skäl att undersöka om kolmonoxid förekommer i inneluften, om man misstänker att avgaser från fordon sprids till bostaden från en närliggande trafikled eller från ett garage i samma byggnad. Det kan också vara skäl att mäta koldioxidhalten, om symptom som dem som nämnts i punkt 6.6 förekommer och det i bostaden eller något annat vistelseutrymme finns anläggningar som kan alstra utsläpp av kolmonoxid.

### **6.6.2 METODER FÖR UNDERSÖKNING AV KOLMONOXID**

Kolmonoxidhalten mäts i allmänhet med hjälp av direktvisande detektorrör som skiftar färg när en viss luftmängd sugs in genom röret eller med hjälp av direktvisande mätare som till sin funktion bygger på till exempel adsorption av infraröd strålning (SFS 5412) eller på en elektrokemisk cell.

Med detektorrör kan momentana kolmonoxidhalter mätas. Med kontinuerligt fungerande mätinstrument kan variationerna i halterna registreras under flera timmar. Mätinstrumenten skall kalibreras regelbundet och cellerna i elektrokemiska instrument skall förnyas med några års intervall.

## **6.7 STYREN**

Styren kan förekomma i inneluften, om de olika komponenterna i polyesterharts som använts i byggnadsmaterial inte reagerat fullständigt med varandra. Normalt är styrenhalten i inneluften mycket låg, rentav mindre än  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Typiskt för styren är en stickande lukt (luktröskeln  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Styren förorsakar irritation i ögonens bindhinnor och andningsvägarnas slemhinnor om halterna överstiger  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  och också störningar i nervsystemet. Hos arbetarna inom industrin för armerad plast har konstaterats kromosomförändringar i blodets lymfocyter förorsakade av styren. Däremot känner man inte tillräckligt väl till långtidsverkningarna av små halter styren.

### **6.7.1 RIKTVÄRDE FÖR OCH UNDERSÖKNING AV STYREN**

Styrenhalten i inneluft får vara högst  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Det är skäl att bestämma styrenhalten i inneluften, om lukt som är typisk för styren kan märkas i rummet och byggnadsmaterial som bygger på polyesterharts eller andra byggnadsmaterial som innehåller fritt styren använts i byggnaden.

### **6.7.2 METODER FÖR UNDERSÖKNING AV STYREN**

Styren samlas upp i ett rör med aktivt kol till exempel med hjälp av en pump. Insamlingshastigheten är 100 – 200 milliliter i minuten och rekommenderad storlek på provet är 100 – 200 liter (uppsamlingstid 24 timmar). Provet extraheras i kolsavla och analyseras med hjälp av en gas-kromatograf. Som detektor används en flamjonisationsdetektor. Detektionsgränsen är  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för ett prov på 200 liter.

För mätning av styrenhalten i ineluften kan även användas en Tenax-adsorbent och termodesorptionsteknik. Styrenhalten bestäms då i allmänhet i samband med bestämningen av totalhalten flyktiga organiska föreningar (TVOC). Det är också möjligt att inom de gränser som instrumenttillverkarna meddelat mäta styren på en kontrollplats med ett direktvisande mätinstrument, även om ett beslut från hälsoskyddsmyndighetens sida om att åtgärder krävs skall bygga på de två ovan nämnda mätmetoderna.

## 6.8 PARTIKLAR I INNELUFT

Partiklarna i ineluften kan utgående från sin storlek indelas i den totala mängden svävande partiklar, inandningsbara partiklar och finpartiklar. Med den totala mängden svävande partiklar (TSP) avses alla i luften svävande partiklar och huvuddelen av dess massa består av grovt damm. De inandningsbara partiklarna (PM10) är mindre än 10  $\mu\text{m}$  till sin aerodynamiska diameter och finpartiklarna (PM2.5) är mindre än 2,5  $\mu\text{m}$  till sin aerodynamiska diameter.

Källor till den totala mängden svävande partiklar (TSP) är människans aktiviteter och utsläpp från trafiken som kommer in med uteluften, såsom gatudamm och damm som härstammar från naturen. I ineluften blir stora partiklar inte svävande i luften, utan de sätter sig på golvet och andra plana ytor. Sanitär betydelse har särskilt organiska partiklar och mineralullfibrer som dammet innehåller. Irritationssymptom kan uppkomma vid direkt kontakt med huden och då momentant förhöjda partikelhalter belastar andningsvägarnas slemhinnor och ögonen.

De inandningsbara partiklarna och finpartiklarna härstammar utomhus från förbränningsreaktioner, fjärrspridning av utsläpp från trafiken, kraftverk och industrin och från gatudamm och inomhus utomhus/inomhusspridning, tobaksrök och andra inomhuskällor (rumsdamm, matlagning etc.). Finpartiklarna (PM2.5) antas vara skadligast med tanke på hälsan, eftersom de når långt in i andningsvägarna. Finpartiklar i uteluft har konstaterats öka symptomen hos barn och astmatiker och intagningen på sjukhus och dödligheten bland personer med sjukdomar i andningsorganen eller hjärtsjukdomar. Utgående från de forskningsresultat vi nu har tillgång till kan det inte fastställas någon halt, under vilken olägenheter inte skulle förekomma och som kunde hjälpa oss att hindra sanitära olägenheter som partiklar i uteluften förorsakar.

## 6.8.1 RIKTVÄRDE FÖR OCH UNDERSÖKNING AV PARTIKLAR

Det kan vara skäl att mäta partikelhalten i ineluften, om man misstänker att betydliga mängder partiklar kommer in i ineluften i bostaden utifrån eller om det finns betydande inomhuskällor i bostaden. Mätningar kan också behövas om man vill utreda hur effektivt en anläggning filtrerar tilluften. I vissa fall kan en samtidig mätning av partikelhalten i uteluften i närheten av objektet göra det lättare att utreda om partiklarna härstammar från ineluften eller om det kommer in utifrån.

Halten total mängd svävande partiklar (TSP) får vara högst  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (medelvärde för 24 timmar,  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , 1 atm). Eftersom de inandningsbara partiklarna och finpartiklarna är skadligast med tanke på hälsan, borde mätningarna inriktas på dessa partiklar. Halten inandningsbara partiklar (PM10) i ineluft under en 24 timmar lång mätning får vara högst  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (medelvärde för 24 timmar  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , 1 atm). För finpartiklar (PM2.5) finns än så länge inget riktvärde.

## 6.8.2 METODER FÖR UNDERSÖKNING AV PARTIKLAR

Halten partiklar kan bestämmas antingen som deras massa eller som deras antal per volym luft. Vid filteruppsamling är det möjligt att vid behov utreda partiklarnas kemiska sammansättning.

Den totala mängden svävande partiklar kan bedömas i enlighet med standard SFS 3860 om mätning av dammhalten på en arbetsplats med hjälp av filtermetoden genom att proverna uppsamlas i cellulosacetatfilter, som vägs före och efter provtagning på det sätt som nämns i standarden. För att det erhållna resultatet skall bli tillförlitligt skall de uppsamlade luftströmmarna vara flera kubikmeter.

Halten inandningsbara partiklar (PM10) mäts med en samlare i enlighet med standard EN 12341 eller med en motsvarande samlare. För uppsamling av inandningsbara partiklar och finpartiklar används en cyklon eller impaktor som grovseparator. Partiklarna samlas upp i ett filter och filtrets material väljs enligt användningsändamålet och/eller instrumentleverantörens rekommendationer. Luftströmmen vid uppsamling av partiklar är 4 – 20 l/min och uppsamlingen tar vanligen minst 18 – 24 timmar. På mycket dammiga ställen är det möjligt att samla upp massor att väga redan inom en kortare tid än det. Filterna vägs före och efter

provtagning med hjälp av en mikrovåg och en avladdare används vid vägning.

Dammet som sänker sig på ytorna kan bestämmas genom att man samlar upp ett prov till exempel genom att dammsuga damm från ett område med en viss storlek i ett filter eller en påse som vägs i förväg och som vägs på nytt efter provtagning. Av provet kan bestämmas bland annat andelen oorganiskt och organiskt damm eller halten mineralullfibrer. Mineralullfibrerna bestäms mikroskopiskt. Halten mineralullfibrer som under en viss tid sänker sig på ytorna bestäms genom att man samlar upp prover på glasskivor som bestrukits till exempel med vaselin och som placeras ut på ytan i fråga. Fibrerna på glasskivorna räknas sedan med hjälp av ett optiskt faskontrastmikroskop. Provet samlas upp i 7 dygn och halterna fibrer som sänker sig på ytan anges som mängd fibrer per ytenhet ( $\text{cm}^2$ ) och tid.

## 6.9 TOBAKSRÖK

Tobaksrök som kommer in utifrån eller från andra håll i byggnaden på grund av läckande konstruktioner eller felaktigt fungerande ventilation kan också utgöra en förorening i inneluften. Tobaksröken i omgivningen (TRO) är en blandning av partiklar, aerosoler och gaser som rökning av cigaretter och andra tobaksprodukter alstrar. Tobaksrök innehåller över 4 000 enskilda föreningar. Av dem är nikotinet den viktigaste organiska föreningen. Tobaksrök innehåller över hundra föreningar som är menliga för människan och av dem är ett fyrtiotal cancerframkallande. Partiklarnas genomsnittliga diameter i TRO är  $0,1 \mu\text{m}$  och en stor del av partiklarna hör således till den partikelstorleksklass som människan andas in i lungorna.

### 6.9.1 RIKTVÄRDE FÖR OCH UNDERSÖKNING AV TOBAKSRÖK

Man kan organoleptiskt undersöka hur tobaksröken sprider sig i byggnad genom att bränna en rökpatron på det ställe från vilket tobaksröken antas härstamma och identifiera rökens lukt eller färg i bostaden som skall undersökas. För att man skall kunna utreda den sanitära olägenheten som tobaksröken förorsakar måste man bedöma hur ofta och i hur

stora mängder tobaksrök förekommer i bostaden eller något annat utrymme som skall undersökas.

Man kan också bestämma hur tobaksröken sprider sig i syfte att finna läckage i konstruktionerna genom att mäta halten spårämne som släppts ut i luften i utgångsutrymmet i det utrymme som tar emot spårämnet. Om man vill bestämma halten tobaksrök i inneluften, måste man mäta nikotinhalten i inneluften. En halt nikotin som överstiger den gräns vid vilken nikotin konstateras i en bostad där ingen röker är ett tecken på att tobaksrök kommer in i bostaden utifrån. Det kan inte godtas att tobaksrök kommer in i en bostad från en annan bostad, från trappuppgången, från en affärslokal eller utifrån.

I lagen om åtgärder för inskränkande av tobaksrökning (693/1976) ingår bestämmelser om förbud mot tobaksrökning och om andra åtgärder för att förhindra ofrivillig exponering för tobaksrök. I restauranger skall serveringsutrymmena där man kan röka arrangeras så att tobaksrök inte har möjlighet att sprida sig till det område, där tobaksrökning är förbjuden.

I allmänhet räcker det med att konstatera att restauranger är byggda på rätt sätt och att ventilationen fungerar kompletterat med en organoleptisk observation av tobaksrök då man vill bedöma rökfriheten. Om konstaterandet av tobaksrökens spridning dock förutsätter mätningar, används nikotinhalten i luften som indikator.

Grunden vid planering av ventilation och konstruktioner i rökfria utrymmen i nya restauranger och restauranger som skall saneras är riktvärdet  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för nikotinhalten i luften.

## **6.9.2 METODER FÖR UNDERSÖKNING AV TOBAKSRÖK**

Om man vill undersöka om läckageställen som gör det möjligt att tobaksrök sprider sig till utrymmen där ingen röker förekommer mellan två utrymmen, kan till exempel svavelhexafluorid, SF<sub>6</sub>, användas som spårämne. Vid bedömning används gasanalyser. Genom att mäta spridningen får man reda på vilken väg tobaksrök och andra föroreningar sprider sig till en bostad, men inte halten tobaksrök i bostaden.

Bestämningen av nikotinhalten i inneluften skall i första hand göras som en aktiv uppsamling, där luft med hjälp av en pump sugs upp i ett fast adsorptionsmaterial. Uppsamlingsröret som anslutits till pumpen monteras då på andningshöjd på ett lämpligt ställe i utrymmet som skall mä-



tas. Enskilda arbetstagares exponering för tobaksrök bestäms med hjälp av personliga provuppsamlingspumpar och adsorptionsrör i arbetstagarens andningszon.

Mätningen går till så att man med hjälp av en pump samlar upp 10 – 24 liter luft i ett adsorptionsrör (fyllt med till exempel Tenax-TA). Uppsamlingshastigheten är 40 – 100 milliliter per minut då Tenax-TA adsorptionsrör används. Uppsamlingstiden är då 100 – 600 min. Provet desorberas genom termodesorption och analyseras genom gaskromatografi. Bestämningsgränsen 0,05 µg/m<sup>3</sup> för ett prov på 20 liter uppnås då man använder massaspektrometer och jonspecifik detektion.

## **6.10 ELIMINERING AV SANITÄRA OLÄGENHETER SOM FÖRORENINGAR FÖRORSAKAR**

Det är inte möjligt att ge några allmänna anvisningar om hur sanitära olägenheter som kemiska föroreningar, fibrer och partiklar förorsakar kan elimineras utan varje enskilt fall måste behandlas separat utgående från olägenhetens karaktär och omfattning. Huvudprincipen är att man skall utreda varifrån föroreningarna kommer och förhindra att de sprider sig till inneluften. Orsaken till att föroreningar samlar sig i inneluften är ofta en bristfällig ventilation eller ett okontrollerat intag av tilluft via konstruktionerna.

Om föroreningarna härstammar från byggnadsmaterial, skall material som förorsakar kraftiga utsläpp bytas ut till material som förorsakar mindre utsläpp. Utöver det skall ventilationen effektiveras, uteluften hindras från att komma in via konstruktionerna och konstruktionerna ytbehandlas på insidan med en ytbeläggning som bildar en tät hinna. Genomföringar och fogar i konstruktionerna skall tätas. Om man till exempel vill sänka halten av formaldehyd eller ammoniak i inneluften och halterna inte beror på vattenskador som kräver att konstruktionerna öppnas och torkas, kan materialet som förorsakar emission behandlas med en ytbeläggning som bildar en tät hinna, om man samtidigt sörjer för en tillräcklig ventilation.

# III MIKROBIOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

**I** konstruktioner som permanent eller med jämna mellanrum blir fuktiga och på ytan till sådana konstruktioner växer mikrober: mögel, jäst eller bakterier. Orsaker till mikrobhårdar i en bostad är i allmänhet fuktskada. Med luftströmmar kan mikrober (såsom sporer och stycken av sporer) och nedbrytnings- och ämnesomsättningsprodukter av sådana, som de människor som vistas inomhus exponeras för, spridas från mikrobhårdar till inneluften. Om en mikrobhård inte avlägsnats, kan den förorsaka sanitär olägenhet ännu efter det att byggnadsmaterialet torkat eller torkats. Därför måste fuktskador omedelbart åtgärdas och orsakerna till skadorna elimineras.

Typiska symptom hos människor som exponerats för mikrober eller ämnesomsättningsprodukter av mikrober är irritationssymptom i ögonen, på huden och i andningsvägarna, särskilt nattlig hosta och olika allmänsymptom såsom febrighet. Symptomen blir i allmänhet lindrigare eller försvinner när exponeringen avbryts eller upphör. På grund av exponeringen kan det även förekomma upprepade infektioner i andningsvägarna eller utvecklas en långtidssjukdom såsom astma. Exponering har konstaterats öka risken för bihåleinflammation och bronkit.

## 7 MIKROBTILLVÄXT

Mikrobtillväxt i konstruktionerna i en bostad eller något annat vistelseutrymme eller på insidan av ett rum kan bekräftas med hjälp av mikrobiologiska undersökningar särskilt i sådana fall, då den inte kan konstateras med blotta ögat, men symptomen hos de människor som vistas i bostaden tyder på mikrobexponering. Tidvis förekommande mögellukt eller lukt som påminner om lukten i jordkällare kan bero på mikrobtillväxt. All mikrobtillväxt förorsakar dock inte lätt förnimbara lukter. En onormal svampsporhalt i inneluften eller konstruktionerna, en onormal mikrobförekomst eller mängd ämnesomsättningsprodukter av mikrober i inneluften är också tecken på mikrobtillväxt.

## 7.1 KONSTATERANDE AV SANITÄR OLÄGENHET

Med stöd av 1 § hälsoskyddslagen avses med sanitär olägenhet bland annat en sjukdom eller ett sjukdomssymptom som förorsakas av en faktor eller ett förhållande i livsmiljön. Som sanitär olägenhet betraktas också en sådan exponering för hälsovådliga ämnen eller faktorer att en sjukdom eller sjukdomssymptom kan uppkomma. En sådan situation kan uppstå då en människa bor eller vistas i en bostad där hon kan exponeras för celler som härstammar från mikrob tillväxt eller för ämnesomsättningsprodukter av mikrober. Nedan nämnda metoder för mätning av prover av ytor och byggnadsmaterial och anvisningar för tolkning av resultaten kan användas vid bedömning av sanitära olägenheter som bostäder och andra vistelseutrymmen förorsakar. Anvisningarna för tolkning av luftprover lämpar sig däremot endast för bedömning av sanitära olägenheter som bostäder förorsakar.

Mikrob tillväxt som kan upptäckas med blotta ögat på ytor och i konstruktioner på insidan av en bostad, i konstruktioner på insidan av värmeisoleringen i yttermanteln till en bostad, i värmeisoleringar och i konstruktioner och utrymmen, från vilka läckageluft kommer in i bostaden, kan anses som en sådan sanitär olägenhet som avses i hälsoskyddslagen. På ytorna i våtrum kan förekomma små mängder mikrob tillväxt i form av prickar, som dock inte skall anses som sanitär olägenhet, om den kan avlägsnas genom rengöring och en effektiverad ventilation. Mikrob tillväxt i våtrum kan dock också vara ett tecken på fukt- eller mögelskada i en konstruktion. Om man på grund av symptomen hos invånarna eller av någon annan orsak, såsom lukt olägenheter eller en tidigare vattenskada, misstänker att det förekommer mikrob tillväxt på ytorna på insidan av våtrummet eller i de ovan nämnda konstruktionerna, även om den inte är synlig, skall tillväxten konstateras med hjälp av mikrobiologiska analyser av yt- och konstruktionsmaterialen. Med ovan nämnda metoder kan man också bekräfta ett beslut om sanering och hur lyckad saneringen blir. Svampsporhalten och mikrob tillväxten i inneluften skall bestämmas också i sådana fall, då man inte kunnat påvisa någon förekomst av mikrob tillväxt, men sjukdomarna och symptomen hos invånarna eller den typiska lukten i bostaden tyder på en mikrob exponering.

Om mikrobhalterna som anges i punkterna 7.3 och 7.4 överskrids, kan en sanitär olägenhet anses vara sannolik.

## 7.2 FASTSTÄLLANDE AV MIKROBHALTER

Genom att bedöma mikrohalten försöker man dra slutsatser om det förekommer svampspor- eller actinomycettillväxt i bostaden till följd av en fuktskada. Om man misstänker en mikrobskada i en bostad skall man först göra en utredning över eventuella fuktskador i utrymmena (se 2.2). Därefter utreder man de fysikaliska faktorerna i inneluften. Man skall åtminstone mäta inneluftens temperatur och fuktighet och utreda hur väl ventilationen i bostaden fungerar. Allt enligt behov tas prover av ytorna till konstruktioner, av material och av inneluften för att konstatera om mikrober förekommer. Med tanke på undersökningsresultatets tillförlitlighet och tolkningen av resultaten är det viktigt att provtagningen och undersökningarna görs i enlighet med denna anvisning.

De metoder som nedan rekommenderas för konstaterande av mikrotillväxt bygger på odling av mikrober. De numeriska jämförelsetal som ges i samband med tolkningen av mätresultaten bygger på dessa odlingsmetoder. Mikrotillväxt kan analyseras också med andra metoder, men resultaten av dem kan inte jämföras med de talvärden som nämns i punkterna 7.3 och 7.4. Om man vill använda resultat som erhållits med andra metoder för bedömning av en sanitär olägenhet, skall man säkerställa att resultaten motsvarar tolkningen i anvisningen. Då skall man också följa anvisningarna för analys och tolkning av metoderna i fråga.

Anvisningar om provtagning och analys finns i bilagorna 3 och 4.

### 7.2.1 YT- OCH BYGGNADSMATERIALPROVER

Ett ytprov är ett prov som tagits på ytan av en konstruktion. Ytprov tas från den skadade ytan och från en jämförelseyta. Med skadad yta avses ett sådant ställe på en yta eller i en konstruktion inuti rummet, där man vet eller misstänker att det förekommer eller förekommit fuktskador eller som uppvisar klara tecken på fuktskador. Ytprovet kan tas så, att man med en bomullspinne som fuktats i en steril utspädd lösning torkar av ett ca 100 cm<sup>2</sup> stort område av ytan och därefter lägger pinnen i ett provrör med 5 ml steril utspädd lösning. Av lösningen görs en serie utspädningar som odlas på ett näringsmedium. I syfte att underlätta tolkningen tas ett jämförelseprov av en s.k. jämförelseyta, med vilket avses ett sådant ställe som är tillräckligt långt borta från den skadade ytan eller som ligger i ett rum av samma typ och som är torrt och rent och är av samma material

som den skadade ytan. Ett sådant ställe får inte ha fuktfläckar, missfärgningar eller tecken på fuktskada. Jämförelseprovet tas innan provet av den skadade ytan tas. Denna anvisning kan inte tillämpas då man tolkar resultat av prover som tagits av ytor i ventilationskanaler.

Ett byggnadsmaterialprov är en provbit som tagits av ytan till ett byggnadsmaterial eller av en konstruktion. Provet extraheras i steril utspädningslösning, av vilken man gör en serie utspädningar för odling. Vid preliminär undersökning av materialprov rekommenderas direkt mikroskopering av provet. Då kan man också upptäcka mikrotillväxt (sporer och mycel) som mist sin livsduglighet och som inte fås fram genom odling. På samma sätt som angivits för ytprovers del är det också med tanke på tolkningen av resultaten av byggnadsmaterialprover skäl att ta ett jämförelseprov.

Ytprov kan också tas till exempel i form av ett tejpprov, med hjälp av kontaktmetoden eller genom odling direkt på ett näringsmedium. Byggnadsmaterialprover kan också undersökas med direktodlingsmetoden så, att materialet efter finfördelning sprids ut direkt på ett medium. Resultaten av prover som tagits och analyserats med dessa metoder är i första hand kvalitativa. Tolkning av resultaten förutsätter att ett jämförelsematerial till proverna som undersökts med metoden i fråga finns tillhands.

## 7.2.2 LUFTPROVER

Med mätningar av mikrober i ineluften i en bostad undersöks om svampsporhalterna och -arterna är normala med tanke på dess läge, ålder och årstiden. Med mätningar av mikrober i ineluften kan också konstatera om det sprids sporer eller mikrobceller från en mikrobhård på något annat ställe i byggnaden, såsom trappuppgången eller källaren, till de övriga rummen i byggnaden.

Vid tagning av luftprover med tanke på mikrober kan användas en impaktor (6- eller 2-sekvensimpaktor) som uppsamlingskärl. Mätningarna skall helst göras på vintern (medan marken är frusen och/eller täckt av snö), eftersom halterna av svampsporer och aktinomyceter (strålsvampar) i uteluften då är som lägst. Om mikrobhalterna i ineluft mäts medan marken är ofrusen, måste man samtidigt också ta prover av uteluften.

Tolkningen av resultaten av prover av ineluften underlättas, om man har tillgång till resultat av mätningar av mikrober i ineluften i en

sådan oskadad bostad, som till sina byggnadsmaterial och sin byggtetik, sin ålder och sitt läge motsvarar bostaden som skall undersökas.

Faktorerna som eventuell påverkar resultatet fastställs och de antecknas i mätprotokollet. Om det till exempel finns stora mängder rumsväxter, keldjur eller ett akvarium i bostaden eller om det förvaras ved i bostaden, beskriver en undersökning av luftprov sannolikt inte mikroboxponeringen som byggnaden förorsakar på ett tillförlitligt sätt. Byggnadens ålder kan likaså påverka mikrohalterna, eftersom bakgrundshalten mikrober i ett gammalt hus kan vara högre än normalt till exempel på grund av att isoleringen består av naturmaterial.

Även andra impaktorer, såsom RCS- och SAS-impaktorer, kan användas vid undersökning av luftprover. Tolkningen av resultaten av luftproverna i punkt 7.4 kan som sådan tillämpas på resultat som erhållits med dessa impaktorer. Tolkning av resultaten förutsätter att ett jämförelsematerial till proverna som analyserats med metoden i fråga finns tillhands.

## **7.3 TOLKNING AV RESULTATEN AV YT- OCH BYGGNADSMATERIALPROVER**

### **7.3.1 YTPROV**

Tolkningen av resultatet av ett ytprov bygger på en jämförelse mellan mikrobresultaten av prover som tagits av den skadade ytan och proverna som tagits av en jämförelseyta. Svampsporhalterna på torra, oskadade ytor är i allmänhet lägre än 10 st/cm<sup>2</sup>. (Förkortningen *st* avser här det engelska uttrycket, cfu, colony forming units, och den finska motsvarigheten, pmy, pesäkkeen muodostava yksikkö dvs. enhet som bildar koloni). Om svampsporhalten i ett prov som tagits på den skadade ytan överstiger 1 000 st/cm<sup>2</sup> och svampsporhalten i ett prov som tagits på den skadade ytan är minst 100 gånger större än i provet av jämförelseytan, kan svamptillväxt anses förekomma på den skadade ytan. Om aktinomycethalten i ett prov som tagits på den skadade ytan är minst 10 gånger större än halten i det prov som tagits av en jämförelseyta, kan aktinomycettillväxt anses förekomma på den skadade ytan.

### **7.3.2 BYGGNADSMATERIALPROV**

Tolkningen av resultatet av ett byggnadsmaterialprov underlättas, om mikrohalten i ett materialprov som tagits av den skadade ytan kan jämföras med mikrohalten i ett jämförelseprov. Om svampsporhalten i ett materialprov som tagits på den skadade ytan är minst 100 gånger större än i motsvarande jämförelseprov, förekommer svamptillväxt i den skadade konstruktionen. Om man inte har tillgång till något jämförelseprov, kan svamptillväxt anses förekomma i byggnadsmaterialet då svampsporhalten överstiger 10 000 st/g. Om svampsporhalten i ett prov är mindre än 10 000 st/g, kan man enkom utgående från svampsporhalten inte dra några slutsatser om tillväxten i materialet utan också arten måste undersökas.

En bakteriehalt på minst 100 000 st/g i ett prov är ett tecken på bakterietillväxt i materialet. Om aktinomycethalten överstiger 500 st/g, är det ett tecken på aktinomycettillväxt. Om man har tillgång till ett jämförelseprov, är en aktinomycethalt, som är 10 gånger större än halten i jämförelseprovet, i ett prov som tagits av den skadade ytan, ett tecken på aktinomycettillväxt på den skadade ytan. På byggnadsmaterial som är i kontakt med marken eller utomhusluften, såsom bottenbjälklagskonstruktioner och värmeisoleringar, kan inte tillämpas ovan nämnda tolkningsprinciper, i alla fall inte om luftläckage in i bostaden inte förekommer via dem.

## **7.4 TOLKNING AV RESULTATEN AV LUFTPROVER (IMPAKTOR)**

Mikrohalten i ineluften i bostäder varierar i allmänhet stort och det är inte möjligt att ge några exakta riktvärden. På grund av variationen borde flera, minst 2–3 prover tas. I en byggnad kan förekomma mögel- eller rötskada, även om mikrohalterna är små. Då är det inte möjligt att endast utgående från svampsporhalten i ett luftprov dra några slutsatser om det eventuellt förekommer mikrotillväxt i en byggnad utan man måste också kontrollera vilken sorts svampar provet innehåller (se punkt 7.5).

Svampsporhalter på 100 – 500 st/m<sup>3</sup> i ineluften i bostäder i tätorter kan vara ett tecken på en förhöjd svampsporhalt vintertid. Om mikrobförekomsten i provet samtidigt avviker från det normala, är det sannolikt att det förekommer mikrotillväxt i byggnaden. Om svampsporhalterna i

innetluften i en tätortsbostad vintertid överstiger 500 st/m<sup>3</sup>, kan de tolkas som förhöjda och orsak till en eventuell sanitär olägenhet. I andra inomhusutrymmen än bostäder, till exempel i kontor och skolor, är mikrobhalterna i allmänhet lägre än i bostäder.

När man utöver svampsporhalterna i innetluften i den bostad som undersöks också känner till motsvarande halter i innetluften i en jämförelsebostad, tolkas resultaten på följande sätt. Om svampsporhalten i innetluften i den bostad som undersöks är mer än 2 gånger så stor som halten i innetluften i jämförelsebostaden, är halten förhöjd. Detta gäller prover som tagits vintertid och som överstiger 100 st/m<sup>3</sup>. Mikrobproverna i jämförelsebyggnader kan även användas vid undersökning av svamparterna.

Om aktinomycesporhalten i innetluften i en tätortsbostad överstiger 10 st/m<sup>3</sup> vintertid, är det ett tecken på mikrotillväxt i byggnaden och på att innetluften förorsakar sanitär olägenhet. Däremot anger en förhöjd bakteriehalt (> 4 500 st/m<sup>3</sup>) inte en sådan sanitär olägenhet, om inga aktinomyceser konstaterats utan det tyder på en bristfällig ventilation.

Sådana mikrobhalter i innetluften som analyserats medan marken är ofrusen skall jämföras med mikrobhalterna i uteluften. Det är då vanligt att sporhalterna i uteluften är högre än sporhalterna i innetluften i bostaden som undersöks. Tolkningen av resultaten bygger i sådana fall på en jämförelse av mikrob förekomsten i uteluft- och innetluftproverna.

## 7.5 MIKROBARTER

I byggnaders innetluft-, yt- och byggnadsmaterialprover förekommer oftast svampsläkterna *Penicillium*, *Aspergillus* och *Cladosporium* och olika former av jäst. I tabell 4 finns några exempel på mikrobsläkter, -arter och -grupper som kan vara tecken på fuktskador och mikrotillväxt.

En onormal släkt- och artfördelning mellan svampsporer i innetluften kan också vara ett tecken på mikrotillväxt. Det allmännaste och rikligast förekommande svampsläktet innetluft är *Penicillium*. Att andra svampar än *Penicillium* är dominerande i ett innetluftprov kan anses onormalt. Det allmännaste svampsläktet i uteluft är *Cladosporium* och därför observeras *Cladosporium*-arter allmänt även i innetluft, särskilt under höstar och vårar. En hög *Cladosporium*-mängd i innetluften vintertid är å andra sidan ett tecken på att det förekommer mikrotillväxt i byggnaden. I innetluftprover påträffas ofta *Aspergillus*-arter och jäst,



men deras andel av svampsporhalten är vanligen mindre än andelen *Penicillium*.

En förhöjd mikrobhalt eller onormal mikrob förekomst kan också bero på det sätt på vilket byggnaden normalt används eller på det, hur byggnaden ligger i förhållande till externa mikrobkällor. Mikrobhalten i inneluft kan temporärt förhöjas till följd av städning eller hantering av livsmedel och ved. Vid undersökning av förhöjda mikrobhalter i inneluft är det skäl att omsorgsfullt bedöma alla eventuella mikrobkällor och allt som händer under den tid provtagningen pågår.

Vissa mikrober som är ett tecken på eventuell mikrob tillväxt i konstruktioner kan också härstamma från andra mikrobkällor. Till exempel mögelsvamparna *Aspergillus fumigatus* och *Fusarium* och aktinomyce-ter, (huvudsakligen *Streptomyces*), kan komma in i bostäder från jordbruksmiljöer och stall, och förekomst av dessa kan då inte anses som något säkert tecken på mikrob tillväxt i konstruktionerna. Aktinomyce-ter kan frigöras i inneluften till exempel från jordiga rotfrukter och *Trichoderma* till exempel från ved. Aktinomyce-ter i materialprover som tagits nära marken kan också härstamma från marken.

**TABELL 4.**

**EXEMPEL PÅ SVAMSLÄKTER OCH -GRUPPER SOM ALLMÄNT FÖREKOMMER I UTE- OCH INNELUFT OCH PÅ MIKROBSLÄKTER, -ARTER OCH -GRUPPER SOM KAN VARA ETT TECKEN PÅ FUKTSKADA.**

Svampsläkter och -grupper som är allmänna i inneluft	Svampsläkter och -grupper som är allmänna i uteluft	Mikrobsläkter, -arter och grupper som kan vara ett tecken på fuktskada
<i>Cladosporium</i> basidiomyceter <i>Penicillium</i> <i>Aspergillus</i> <i>Alternaria</i> jäst steriler**	<i>Penicillium</i> <i>Aspergillus</i> <i>Cladosporium</i> jäst	<i>Stachybotrys</i> * <i>Trichoderma</i> * <i>Aspergillus versicolor</i> * <i>Aspergillus fumigatus</i> * <i>Chaetomium</i> * <i>Phialophora</i> <i>Fusarium</i> * aktinomyce-ter* huvudsakligen Streptomyceter

\* mikrober som eventuellt producerar toxiner

\*\* härddar som inte bildar sporer på de näringsmedier som används

## 7.6 ELIMINERING AV SANITÄR OLÄGENHET SOM MIKROBER FÖRORSAKAR

Eliminering av en sanitär olägenhet som mikrober förorsakar kräver i allmänhet att man anlitar sådana sakkunniga inom byggbranschen som är förtrogna med fuktskador för att man skall finna de rätta byggnadstekniska saneringslösningarna. Det är ofta nödvändigt att göra en fuktskadeundersökning genom vilken man försöker utreda varför konstruktionerna blivit våta och omfattningen på skadan. Det kan också bli nödvändigt att undersöka hur ventilationen fungerar och hur luftströmmarna rör sig. Fuktiga byggnadsmaterial som skadats av mikrober måste i allmänhet bytas ut mot rena material. Under saneringsarbetets gång skall man se till att saneringsobjektet är tillräckligt isolerat till exempel genom sektionering. Rekommendationer gällande saneringsarbeten finns i social- och hälsovårdsministeriets arbetarskyddsavdelnings publikation 4/1997 om byggnadsarbetares exponering för mikrober och om hur exponeringen kan reduceras vid rivning och sanering av byggnader och på Ratu kort 82-0239 om rivning av fukt- och mikrobskadade konstruktioner.

## ANVISNINGAR FÖR PROVTAGNING OCH HANTERING AV MIKROBPROVER

### 1. Provtagning

Vid provtagning skall man iakttä noggrannhet och använda skyddshandskar för att hindra att provet kontamineras och man skall också skydda sig med nödvändig personlig skyddsutrustning (skyddshandskar, skyddsklädsel, andningsskydd).

#### 1.1. Tagning av yt- och materialprov

Ytprover tas från ett 10 cm x 10 cm stort område. Vid provtagning kan användas en färdig ram, men provtagningssytan kan också mätas upp på något annat sätt. En steril bomullspinne fuktas först i en steril utspädningslösning (5 ml vätska i ett provrör, framställningsanvisningar i bilaga 4) och provytan penslas jämnt med pinnen tre gånger. Därefter kapas den del av pinnen som man under provtagning hållit i bort och resten av pinnen släpps ned i provröret som snabbt tillsluts och transporteras till laboratoriet redan samma dag. Varje prov ges en kod och informationen om provet (datum, information om den undersökta byggnaden, beskrivning av provtagningsstället och materialet, bedömning av fukthalten i konstruktionen, provytans storlek) tecknas ned.

Materialprover tas från ett ca 10 cm x 10 cm stort område eller om materialet är poröst, tas ett prov på ca 200–300 cm<sup>3</sup>. Man tar ett ca 0,1 – 0,5 cm tjockt prov från ytan eller också lösgörs endast den kontaminerade delen, till exempel kartongskiktet på en gipsskiva. Då materialprover lösgörs genom borring, skall man se till att provet inte upphettas. Provet förpackas i en ren plastpåse, som tillsluts tätt och transporteras eller sänds till laboratoriet redan samma dag. Provet ges en kod och uppgifterna om provet (se tagning av ytprov) tecknas ned.

#### 1.2. Tagning av luftprov

För tagning av luftprover med tanke på mikrober rekommenderas en impaktor (till exempel en 6- eller 2-sekvensimpaktor). Också andra uppsamlingsmetoder, där man känner till luftprovets volym, kan användas. Om andra uppsamlingsmetoder används, skall man följa de anvisningar som givits för provtagning, analysering och tolkning av resultaten i metoderna i fråga.

Provtagning med hjälp av en impaktor. Före provtagning skall säkerställas att luften flödar med ett volymflöde på 28,3 l/min genom impaktorn, som fyllts med agarskålar. I impaktorn används petriskålar av plast (diameter 9 cm), i vilka man gjutit 25 ml näringsmedium. Före varje provtagning rengörs uppsamlingskärlets komponenter med 70 % etanol och torkas

omsorgsfullt. Agarskålarna placeras i impaktorn och skålarnas lock ställs nedåt på ett rent underlag. Rekommenderad provtagningstid är 10 – 15 min. Under provtagning bör vistelse i uppsamlingskärllets omedelbara närhet undvikas. Provet tas på cirka 1 – 1,5 m höjd. Om provtagningen sker under den tid marken inte är frusen, skall samtidigt tas prover också av uteluften på minst 5 m avstånd från den vägg på byggnaden som ligger närmast. Provtagning under skärmtak rekommenderas inte annat än vid regnigt väder. Omedelbart efter provtagning plockas uppsamlingskärllet isär, placeras locken på skålarna och antecknas på varje skål respektive impaktorsekvens, datum och provets kod. Skålar som hör till ett och samma prov tejpas ihop och transporteras upp och nedvända till laboratoriet redan samma dag.

## 2. Hantering och analys av mikrobprover

### 2.1 Odling av yt- och materialprover

Ytprover förvaras kallt (+4 – 8 °C) före odlingen, som skall göras senast dagen efter provtagningen. Provet blandas. En utspädningsserie görs så att man ur det ursprungliga röret, som märks med 100, överför 1 ml lösning till 9 ml steril utspädningslösning så att man får utspädningen  $10^{-1}$ . Ur denna utspädda lösning överförs i sin tur 1 ml lösning till 9 ml steril utspädningslösning så att man får utspädningen  $10^{-2}$  etc. Efter varje överföring omskakas provrören omsorgsfullt.

Av proverna från jämförelsetorna odlas till exempel de utspädda lösningarna  $10^0$  –  $10^{-2}$  på såväl bakterie- som svampmedier och av proverna från de skadade ytorna odlas till exempel de utspädda lösningarna  $10^{-1}$  –  $10^{-3}$  på medier för bakterier och  $10^{-1}$  –  $10^{-5}$  på medier för svamp beroende på hur stor mikrob förekomsten uppskattas vara på provtagningsstället. Två parallella utspädda lösningar odlas med ytodlingsteknik. Skålarna inkuberas med locken nedvända i  $25 \pm 3$  °C i 7 dygn (svampar), 7 dygn (bakterier) och 14 dygn (aktinomycter).

Byggnadsmaterialprover förvaras kallt (+4 – 8 °C) före odlingen, som helst skall göras så fort som möjligt, till exempel dagen efter provtagningen. Provbiten finfördelas eller styckas i små bitar. För att kontaminering skall undvikas hanteras jämförelseprovet före provet från det skadade materialet. Av provet tas ett minst 1 g stort delprov, som späds ut med utspädningslösning så att man får utspädningen  $10^{-1}$ , om man antar att 1 g prov motsvarar 1 ml utspädningslösning (till exempel 5 g prov och 45 ml utspädningslösning). Provkärllet tillsluts omsorgsfullt och placeras i omskakare i 60 min (ultraljudsbehandling, till exempel i 30 min, före omskakning gör att mikroberna lättare lösgörs från materialet).

Därefter framställs en utspädningsserie av provsuspensionen på det sätt som beskrivs i samband med ytprover. Av jämförelseprovet framställs utspädningsserier till exempel fram till

utspädningen  $10^{-3}$  eller  $10^{-4}$  och av provet från det skadade materialet till exempel fram till  $10^{-5}$ . De utspädda lösningarna odlas omedelbart på medier för bakterier och svamp så att man på varje medium odlar tre utspädningar i följd i två parallella skålar. Skålarna inkuberas med locken nedvända i  $25 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$  i 7 dygn (svampar), 7 dygn (bakterier) och 14 dygn (aktinomycceter).

## 2.2. Analys av resultaten av yt- och byggnadsmaterialprover

Efter avslutad odling räknas totalmängden bakterie- och svampkolonier i skålarna så att man skilt för sig räknar mögel och jäst i svampskålarna och aktinomycceter i bakterieskålarna. Totalmängden bakteriekolonier räknas efter 7 dygn av odling och aktinomycceterna efter 14 dygn. Mängden kolonier som räknats i en skål kan anses vara tillförlitlig, om mängden kolonier i svampskålarna understiger 150 kolonier och mängden kolonier i bakterieskålarna understiger 250 kolonier. Odlingsresultatet kan anses vara tillförlitligt, om mikrohalten kan räknas av resultaten från minst två utspädningar i följd. Noggrannare anvisningar om när en koloniräkning kan anses tillförlitlig och resultat kan anses godtagbara skall ingå i laboratoriets kvalitetsanvisningar. I utlåtandet om eller rapporten över resultaten skall anges vilken metod som använts, eftersom mikrohalter som bestäms med odlingsmetoder beskriver halten livsdugliga mikrober som lever under vissa omständigheter.

**Mikrohalten i ytprover** (halten bakterier, aktinomycceter, svampsporer, mögelsporer eller jäst) räknas på följande sätt och anges med enheten  $\text{st}/\text{cm}^2$ :

$$\text{Mikrohalt} = \frac{\mathbf{V \times \text{summan av mängden mikrobkolonier}}}{\mathbf{A \times \text{summan av odlade utspädningar}}}$$

V = volymen på den ursprungliga utspädningsvattenlösningen = 5 ml

A = provtagningsytan [ $\text{cm}^2$ ]

**Mikrohalten i byggnadsmaterialprover** (halten bakterier, aktinomycceter, svampsporer, mögelsvamp eller jäst) räknas på följande sätt och anges med enheten  $\text{st}/\text{g}$ :

$$\text{Mikrohalt} = \frac{\mathbf{\text{summan av mängden mikrobkolonier}}}{\mathbf{\text{summan av odlade utspädningar}}}$$

*OBS!*

*Med summan av mängden mikrobkolonier avses summan (st=cfu=enhet som bildar en koloni) av de räknade mikrobkolonierna (bakterier, aktinomycceter, svamp, jäst el-*

ler mögel) i alla skålar. Med summan av odlade utspädningar avses summan av utspädningarna i skålarna och den inkluderar också parallellskålarna,. Samma utspädning räknas med andra ord två gånger (exempel  $2 \times 10^{-2} + 2 \times 10^{-3} + 2 \times 10^{-4}$ ).

### 2.3. Analys av luftprover

I metoderna med impaktor och depositionsskålar inkuberas skålarna med locken nedvända i  $25 \pm 3$  °C i 7 dygn (svampar), 7 dygn (bakterier), och 14 dygn (aktinomycceter). Kolonimängderna räknas på det sätt som beskrivs i samband med analys av resultaten av yt- och materialprover. I utlåtandet om eller rapporten över resultaten skall anges vilken metod som använts, eftersom mikrobhalter som bestämts med odlingsmetoder beskriver halten livsdugliga mikrober som lever under vissa omständigheter.

#### Impaktorprover

Mängden kolonier i bakterie- och svampsporprover som tagits med en 6-sekvensimpaktor korrigeras enligt omräkningstabellen i bilaga 3 (sekvenserna 3 – 6). Mikrohalten i luften räknas med hjälp av de korrigerade kolonimängderna på följande sätt och anges med enheten st/m<sup>3</sup>.

Mikrobhalt = summan av sekvensernas kolonimängder / luftprovets volym

*OBS!*

*Summan av sekvensernas kolonimängder = kolonimängderna i sekvenserna 1 och 2 + de korrigerade kolonimängderna i sekvenserna 3 – 6t (st=cfu= enbet som bildar en koloni). Luftprovets volym =provtagnings tiden (min) x 28,3 (l/min)/1000 (m<sup>3</sup>)*

**NÄRINGSMEDIER, ANVISNING FÖR UTSPÄDNINGSVATTEN,  
OMRÄKNINGSTABELL FÖR 6-SEKVENSIKPAKTOR**

**Medium för bakterier:**

**Trypton-jästextrakt-glukos-agar**

5,0	g	trypton
2,5	g	jästextrakt
1,0	g	glukos
15,0	g	agar
1000	ml	dejoniserat vatten
0,2	g	natamycin

- kontrollera pH  $7,0 \pm 0,2$
- autoklavera  $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 15 min
- tillägg antibiotikum

**Obs!**

Öppna gummikorken till natamycinflaskan och fyll den till 80 % av sin volym med sterilt, dejoniserat vatten. Vattnet kan först värmas upp till exempel i vattenbad till högst  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  så att natamycinet bättre löser sig i vattnet. Tillslut flaskan och skaka om den väl i ultraljudsbad. Tillsätt antibiotikumet just före gjutningen i skålarna. Arbeta hela tiden aseptiskt vid framställning av mediet.

**Medium för svamp:**

**2 % Maltextrakt-agar**

20,0	g	maltextrakt, till exempel i pulverform
15,0	g	agar
1000	ml	dejoniserat vatten

Antibiotika: ett av följande alternativ

35,0	mg	aureomycin (klortetracyklin)
40,0	mg	streptomycinsulfat
100,0	mg	kloramfenikol

- autoklavera  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 15 min

**Obs!**

Aureomycin och streptomycinsulfat löses i ljumt sterilt vatten (ca 10 ml) och tillsätts just före gjutningen i skålarna, medan åter kloramfenikol löses i aceton eller etanol (ca 10 ml) och tillsätts i agar redan före autoklaveringen.

Maltextrakt-agar som beskrivits i tidigare anvisningar (Medicinalstyrelsen 1994: Asuntojen kuntoa ja hoitoa koskeva opas) kan också användas. Vid sidan om maltextraktmedium kan också användas ett dikloranglyserolmedium (DG18).

**DG18**

31,5 g DG-18 Agarpulver  
220 g glycerin  
1000 ml dejoniserat vatten

100 mg kloramfenikol

Kloramfenikol löses i aceton eller etanol (ca 10 ml) och tillsätts i agar redan före autoklaveringen.

- autoklavera 121 °C, 15 min
- pH 5,6 ± 0,2 i 25 °C

**FRAMSTÄLLNING AV UTSPÄDNINGSVATTENLÖSNING****Utspänningsvatten**

0,0425 g kaliumdivätefosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )  
0,25 g magnesiumsulfat ( $\text{MgSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$ )  
0,008 g natriumhydroxid (NaOH)  
1000 ml dejoniserat vatten

- reglera pH 7,0 ± 0,2
- tillsätt 0,2 ml Tween 80 detergent
- autoklavera 121 °C, 15 min



## OMRÄKNINGSTABELL FÖR 6-SEKVENSIKPAKTOR (Andersen 10-800)

OBS!

Endast sekvensernas 3 – 6 kolonimängder korrigeras

AK = antal kolonier

KA = korrigerat antal kolonier

AK	KA	AK	KA	AK	KA	AK	KA	AK	KA	AK	KA	AK	KA	AK	KA	AK	KA		
1	1	41	43	81	91	121	144	161	206	201	279	241	369	281	485	321	649	361	931
2	2	42	44	82	92	122	146	162	208	202	281	242	372	282	488	322	654	362	942
3	3	43	45	83	93	123	147	163	209	203	283	243	374	283	492	323	659	363	952
4	4	44	47	84	94	124	148	164	211	204	285	244	377	284	495	324	664	364	963
5	5	45	48	85	96	125	150	165	213	205	287	245	379	285	499	325	670	365	974
6	6	46	49	86	97	126	151	166	214	206	289	246	382	286	502	326	675	366	986
7	7	47	50	87	98	127	153	167	216	207	292	247	384	287	506	327	680	367	998
8	8	48	51	88	99	128	154	168	218	208	294	248	387	288	508	328	686	368	1010
9	9	49	52	89	101	129	156	169	220	209	296	249	390	289	513	329	692	369	1023
10	10	50	53	90	102	130	157	170	221	210	298	250	392	290	516	330	697	370	1036
11	11	51	55	91	103	131	159	171	223	211	300	251	395	291	520	331	703	371	1050
12	12	52	56	92	105	132	160	172	225	212	302	252	398	292	524	332	709	372	1064
13	13	53	57	93	106	133	162	173	227	213	304	253	400	293	527	333	715	373	1078
14	14	54	58	94	107	134	163	174	228	214	306	254	403	294	531	334	721	374	1093
15	15	55	59	95	108	135	165	175	230	215	308	255	406	295	535	335	727	375	1109
16	16	56	60	96	110	136	166	176	232	216	311	256	409	296	539	336	733	376	1125
17	17	57	61	97	111	137	168	177	234	217	313	257	411	297	543	337	739	377	1142
18	18	58	63	98	112	138	169	178	236	218	315	258	414	298	547	338	746	378	1160
19	19	59	64	99	114	139	171	179	237	219	317	259	417	299	551	339	752	379	1179
20	21	60	65	100	115	140	172	180	239	220	319	260	420	300	555	340	759	380	1198
21	22	61	66	101	116	141	174	181	241	221	322	261	423	301	559	341	766	381	1219
22	23	62	67	102	118	142	175	182	243	222	324	262	426	302	563	342	772	382	1241
23	24	63	69	103	119	143	177	183	245	223	326	263	429	303	567	343	779	383	1263
24	25	64	70	104	120	144	179	184	246	224	328	264	432	304	571	344	786	384	1288
25	26	65	71	105	122	145	180	185	248	225	331	265	434	305	575	345	793	385	1314
26	27	66	72	106	123	146	182	186	250	226	333	266	437	306	579	346	801	386	1341
27	28	67	73	107	125	147	183	187	252	227	335	267	440	307	584	347	808	387	1371
28	29	68	75	108	126	148	185	188	254	228	338	268	443	308	588	348	816	388	1403
29	30	69	76	109	127	149	186	189	256	229	340	269	447	309	592	349	824	389	1438
30	31	70	77	110	129	150	188	190	258	230	342	270	450	310	597	350	832	390	1476
31	32	71	78	111	130	151	190	191	260	231	345	271	453	311	601	351	840	391	1518
32	33	72	79	112	131	152	191	192	262	232	347	272	456	312	606	352	848	392	1565
33	34	73	81	113	133	153	193	193	263	233	349	273	459	313	610	353	857	393	1619
34	36	74	82	114	134	154	194	194	265	234	352	274	462	314	615	354	865	394	1681
35	37	75	83	115	136	155	196	195	267	235	354	275	465	315	620	355	874	395	1754
36	38	76	84	116	137	156	198	196	269	236	357	276	468	316	624	356	883	396	1844
37	39	77	86	117	138	157	199	197	271	237	359	277	472	317	629	357	892	397	1961
38	40	78	87	118	140	158	201	198	273	238	362	278	475	318	634	358	902	398	2127
39	41	79	88	119	141	159	203	199	275	239	364	279	478	319	639	359	911	399	2427
40	42	80	89	120	143	160	204	200	277	240	367	280	482	320	644	360	921	400	*)

\*) kvantitativa gränsen (cirka 2628 partiklar) överskriden

I korrigeringen beaktas att flera än en partikel kan ha kommit genom varje hål i impaktorfiltret.

## 8 TEMPERATUREN PÅ VATTENLEDNINGSVATTEN

I bostäder skall man ha tillgång till tillräckliga mängder varmt och kallt vatten och bostäder skall ha utrymmen och utrustning för tvätt och personlig hygien. Bostäder skall helst ha tillgång till varmt och kallt vattenledningsvatten, men separat utrustning för förvaring och uppvärmning av vattnet är godtagbar. Vattenledningsvattnet som används skall uppfylla de krav som social- och hälsovårdsministeriet ställt upp för hushållsvatten. Om en bostad har en varmvattenledning, skall tillräckligt varmt vatten fås ur varmvattenarmaturerna utan oskälig väntetid. Varmvattenledningar planeras och installeras så att temperaturen på varmvattnet i alla delar av vattenledningssystemet följer de riktvärden som fastställts för denna. För att normativa vattentemperaturer skall uppnås i slutändan av vattencirkulationen skall temperaturen på vattenledningsvatten då det lämnar bärare och beredare vara högre än de normativa värdena. Vilken temperatur på det till fastigheten levererade vattnet som kan anses tillräcklig skall utredas skilt för varje enskild fastighet. På enskilda avsnitt av ledningen kan temperaturerna under väntetid vara lägre än de normativa värdena.

Minimitemperaturer (°C) på varmt vattenledningsvatten på det ställe där det används efter 1–2 minuters tappning

försvarlig temperatur	50
nöjaktig temperatur	55

Värdet nöjaktig temperatur (55 °C) är minimikrav vid nyproduktion av bostadslägenheter och då utrustning i gamla byggnader saneras och förnyas. Försvarlig temperatur (50 °C) är åtgärdsgräns för befintliga byggnader. Då värdet försvarlig temperatur underskrids, måste åtgärder vidtas i avsikt att eliminera en eventuell sanitär olägenhet som den låga temperaturen kan förorsaka.

En temperatur på 55 °C på varmt vattenledningsvatten hindrar att vattnets mikrobiologiska och kemiska kvalitet försämras och att värmetåliga mikrober förökar sig. En låg temperatur på vattnet minskar vattenledningsvattnets duglighet som vatten för personlig hygien eller för diskning och klädtvätt.

För att olyckor skall undvikas får temperaturen på vatten som fås ur varmvattenarmatur avsedd för personlig hygien inte överstiga 65 °C.

## 9 PRESENTATION AV MÄTNINGSRESULTAT

---

Över alla mätningar som görs enligt denna anvisning skall utarbetas ett mätningsprotokoll beaktande de detaljerade krav som angivits i varje enskilt kapitel. Till mätningsprotokollet skall alltid bifogas en planritning över objektet som undersökts och på planritningen skall märkas ut alla de ställen där mätningar gjorts.

SOCIAL- OCH HÄLSOVÅRDSMINISTERIETS HANDBÖCKER

ISSN 1236-116X

- 2003: 1 Asumisterveysohje.  
ISBN 952-00-1301-6
- 2 Anvisning om boendehälsa.  
ISBN 952-00-1302-4
- 3 Klientens ställning och rättigheter inom socialvården.  
ISBN 952-00-1315-6
- 4 Yksilölliset palvelut, toimivat asunnot ja esteetön ympäristö.  
Vammaisten ihmisten asumispalveluiden laatusuositus.  
ISBN 952-00-1323-7
- 5 Individuell service, fungerande bostäder och tillgänglig miljö.  
Kvalitetsrekommendation för boendeservice för handikappade människor.  
ISBN 952-00-1324-5
- 6 Sosiaalinen luototus. Opas luototuksen käynnistäjälle.  
ISBN 952-00-1350-4
- 7 Apuvälinepalveluiden laatusuositus.  
ISBN 952-00-1373-3
- 8 Kvalitetsrekommendation för hjälpmedelstjänster.  
ISBN 952-00-1374-1
- 9 Mielekäs Elämä! –ohjelman toimenpidesuosituksset.  
Toim. Tuula Immonen, Irma Kiikkala ja Juha Ahonen.  
ISBN 952-00-1382-2
- 10 Toimeentulotuki. Opas toimeentulotukilain soveltajille. 5. korj. p.  
ISBN 952-00-1384-9
- 11 Utkomststöd. Handbok för tillämpning av lagen om utkomststöd.  
ISBN 952-00-1399-7
- 12 Leena Korpinen. Yleisön altistuminen pientaajuisille sähkö- ja magneettikentille Suomessa.  
ISBN 952-00-1400-4