

# Sammanställning av relevanta kriterier som bör ställas vid uppförande av sunda hus

*Åse Gullin*

---

Avdelningen för installationsteknik  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet, 2012  
Rapport TVIT--12/5035



## Lunds Universitet

Lunds Universitet, med åtta fakulteter samt ett antal forskningscentra och specialhögskolor, är Skandinaviens största enhet för forskning och högre utbildning. Huvuddelen av universitetet ligger i Lund, som har 112 000 invånare. En del forsknings- och utbildningsinstitutioner är dock belägna i Malmö, Helsingborg och Ljungbyhed. Lunds Universitet grundades 1666 och har idag totalt 6 800 anställda och 47 000 studerande som deltar i ett 280 utbildningsprogram och ca 2 200 fristående kurser.

## Avdelningen för installationsteknik

Avdelningen för Installationsteknik tillhör institutionen för Bygg- och miljöteknologi på Lunds Tekniska Högskola, som utgör den tekniska fakulteten vid Lunds Universitet. Installationsteknik omfattar installationernas funktion vid påverkan av människor, verksamhet, byggnad och klimat. Forskningen har en systemanalytisk och metodutvecklande inriktning med syfte att utforma energieffektiva och funktionssäkra installationssystem och byggnader som ger bra inneklimat.

Nuvarande forskning innefattar bl a utveckling av metoder för utveckling av beräkningsmetoder för godtyckliga flödessystem, konvertering av direktelvärmade hus till alternativa värmesystem, vädring och ventilation i skolor, system för brandsäkerhet, alternativa sätt att förhindra rökspredning vid brand, installationernas belastning på yttre miljön, att betrakta byggnad och installationer som ett byggnadstekniskt system, analysera och beräkna inneklimatet i olika typer av byggnader, effekter av brukarnas beteende för energianvändning, reglering av golvvärmesystem, bestämning av luftflöden i byggnader med hjälp av spårgasmetod. Vi utvecklar även användbara projekteringsverktyg för energi och inomhusklimat, system för individuell energimätning i flerbostadshus samt olika analysverktyg för optimering av ventilationsanläggningar hos industrin.

# Sammanställning av relevanta kriterier som bör ställas vid upp- förande av sunda hus

*Åse Gullin*

© Åse Gullin  
ISRN LUTVDG/TVIT--12/5035--SE(154)

Avdelningen för installationsteknik  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet  
Box 118  
22100 LUND

## Förord

Stort tack till min handledare Birgitta Nordqvist, som på ett positivt och äkta sätt har stöttat mig genom detta arbete. Tack för att jag fick göra det på mitt sätt och för att du genom uppmuntran fick mig att inse att ingenting är omöjligt.

Jag vill även tacka min mentor under åren på LTH, Anne Landin. Jag vet inte vad jag hade gjort om jag inte av en slump hade träffat dig och känt att jag inte behövde kämpa ensam.

Sist men absolut inte minst, tack till mina nära och kära. Det är ni som håller mig över ytan och tillsammans går vi med högburet huvud mot framtiden. Under resans gång har jag även förlorat två av mina bästa vänner. De kommer att för alltid finnas hos mig och jag vet att de är stolta över mig och det jag har lyckats åstadkomma.

Åse Gullin

## Sammanfattning

**Titel:** Sammanställning av relevanta kriterier som bör ställas vid uppförande av sunda hus

**Författare:** Åse Gullin

**Handledare:** Birgitta Nordquist, institutionen för Bygg- och miljöteknologi, avdelningen för Installationsteknik, Lunds tekniska högskola.

**Problemställning:** Människan tillbringar idag cirka 90 % av tiden inomhus, vilket ställer stora krav på att inomhusmiljön är bra för hälsan. Men allt fler brukare får besvär av att vistas i vissa byggnader. De olika problem som har kunnat relateras till byggnader med dålig inomhusmiljö är till exempel SBS (Sick Building Syndrome), astma, allergi och annan överkänslighet. De byggnader där många brukare upplever dessa problem brukar kallas sjuka hus. Kunskapen finns för att istället skapa sunda hus med god inomhusmiljö och friska invånare, men den tas alltför sällan tillvara. I byggbranschen är det många gånger ekonomin som får bestämma kvaliteten, det byggs mer komplicerat med nya och ibland oprövade material och ansvarsfördelningen mellan parterna kan vara oklar. Det krävs att inställningen förändras, att erfarenhet utnyttjas och att medvetenheten för problemet ökar, för att de sjuka husen ska försvinna och istället ersättas av sunda hus.

**Syfte och mål:** Syftet med denna rapport är att sammanställa de kriterier som har stor betydelse vid uppförande av sunda hus. Kriterierna baseras på de krav och rekommendationer, som svenska myndigheter ställer i sina föreskrifter, men även erfarenhet från andra källor ska tas tillvara. En del av syftet är även att uppdatera de faktorer som redovisas i Sven Anderssons skrift *Upphandling av sunda hus*, vad gäller nya krav och rekommendationer.

**Metod:** För att sammanställa relevanta kriterier för att skapa sunda hus har rapporten baserats på litteraturstudier. Det gäller främst myndigheters föreskrifter och allmänna råd, men erfarenhet som andra källor har ansett ha betydelse har också studerats.

**Slutsatser och diskussion:**

Målet med alla byggnader, både nya och befintliga, är att inomhusmiljön ska vara så bra som möjligt. För att uppnå detta mål ger de svenska myndigheterna ut olika föreskrifter, som är bindande regler som ska följas. Till föreskrifterna hör i de flesta fall allmänna råd, som ska förtydliga föreskrifterna och ange hur de kan uppnås. Inom ämnesområdet inomhusmiljö är följande myndigheter aktuella: Arbetsmiljöverket, Boverket, Livsmedelsverket, Socialstyrelsen, Statens folkhälsoinstitut och Strålsäkerhetsmyndigheten. De krav som myndigheterna ställer på byggnaders inomhusmiljö innefattar många områden, men de viktigaste gäller luftkvalitet, termiskt klimat, ljud- och ljusmiljö, fukt, emissioner, radon, energieffektivitet, ventilations-, termiskt klimat- och vattensystem.

En grundläggande förutsättning för ett sunt hus är att ställa rätt krav från början. Redan under planeringen ska en bra inomhusmiljö vara målet för beställaren och även byggnadens framtida förvaltning, drift och underhåll ska beaktas tidigt i processen. Genom att från början se byggprocessen ur ett helhetsperspektiv, gärna med samarbete över gränserna för de inblandade parterna, minskar risken för framtida innemiljöproblem.

För att andelen sunda hus ska öka måste existerande kunskap tas tillvara och spridas, erfarenhetsåterföringen öka, slarvet på byggarbetsplatser minska och ansvaret hos de inblandade parterna öka. Det är även viktigt att inse att ekonomin är en viktig del i sammanhanget. Det lönar sig att satsa mer pengar i början av ett projekt, med tanke på de kostnader som framtida problem kan resultera i. Dessutom är det viktigt att faktiskt följa de krav och rekommendationer som ges av myndigheter, de finns där av en anledning. Med hjälp av en ökad medvetenhet för vad som krävs för att skapa sunda hus, kan förhoppningsvis de sjuka och ohälsosamma byggnaderna försvinna.

**Nyckelord:**

Sunda hus, SBS, astma, allergi, annan överkänslighet, luftkvalitet, termiskt klimat, ljusmiljö, ljudmiljö, fukt, emissioner, radon, energieffektivitet, ventilation, OVK, termiskt klimatsystem, vattensystem.

# Summary

**Title:**

**Author:** Åse Gullin

**Supervisor:** Birgitta Nordquist, Department of Building and Environmental Technology, Division of Building Services, Lund University Faculty of Engineering, LTH

**Question:** Today people spend approximately 90 % of the day indoors, which makes great demands upon the indoor environment to be good for the health. But, more and more users feel that some buildings give them problems. The different problems that can be related to buildings with bad indoor environment are, for example, SBS (Sick Building Syndrome), asthma, allergy and other hypersensitivity. The buildings where many users experience these problems are usually called sick buildings. The knowledge to create healthy buildings with good indoor environment and healthy users exists, but is rarely used. It's often the economy that gets to decide the quality in the building business. New and sometimes untested materials are used, and the responsibility between the different parties can be unclear. The attitude needs to change, experience must be used, and the awareness of the problem must increase, to make the sick buildings disappear and be replaced by healthy buildings.

**Purpose:** The purpose with the master thesis is to list the criteria that are most important when constructing healthy buildings. The criteria are based on the demands and recommendations that the Swedish authorities give in their directions, but the experience from other sources are also listed. A part of the purpose is to update the factors given in the publication of Sven Anderson *Upphandling av sunda hus*, regarding new demands and recommendations.

**Method:** To list relevant criteria to construct healthy buildings, the master thesis is based on a literature search. It's mainly the directions from the Swedish authorities that have been studied, but experiences from other sources have also been researched.

**Conclusions:** The purpose with all buildings, both new and existing ones, is that the indoor environment should be as good as possible. To accomplish this purpose, Swedish authorities publish different directions, which are binding rules that must be followed. The directions are often accompanied with general advises, whose



purpose is to make the directions clearer and to inform how they can be fulfilled.

The Swedish authorities that are active in the field of indoor environment are: The Swedish Work Environment Authority, the Swedish National Board of Building, Planning and Housing, the National Food Agency, the National Board of Health and Welfare, the Swedish National Institute of Public Health and the Swedish Radiation Safety Authority. The demands that the authorities give on the indoor environment in buildings consists of many different fields, but the most important demands are for air quality, thermal climate, noise- and luminous environment, construction damp, emissions, radon, effective use of energy, ventilation, thermic climate- and water system.

A basic condition for a healthy building is that the right requests are made in the beginning of the project. During the planning, the purpose for the building proprietor must be a good indoor environment and the future management should be considered early in the process. If the entire building process is considered from a comprehensive view, where all the involved parties cooperate, the risk of future problems caused by the indoor environment decreases.

To increase the number of healthy buildings, existing knowledge and experiences must be used and exchanged. The negligence occurring on construction sites must diminish and the responsibility among the involved parties increase. It's also important to realize that the economy is an important part of the equation. It's worth it to spend more money in the beginning of a project, considering the costs that future problems can bring. It's also important to follow the demands and recommendations that are given by the authorities; they are there for a reason. An increased awareness of how to create a healthy building can hopefully result in that the sick and unhealthy buildings disappear.

**Keywords:**

Healthy buildings, SBS, asthma, allergy, hypersensitivity, air quality, thermal climate, noise environment, luminous environment, construction damp, emissions, radon, effective use of energy, ventilation, OVK, thermic system, water system.



# Innehållsförteckning

1	Inledning .....	1
1.1	Bakgrund .....	1
1.2	Syfte .....	1
1.3	Metodik .....	1
1.4	Avgränsningar .....	2
1.5	Rapportens upplägg .....	2
2	Sunda hus .....	3
3	Samband mellan människa och inomhusmiljö .....	5
3.1	SBS – Sick Building Syndrom .....	5
3.2	Allergi och annan överkänslighet .....	6
3.3	Astma .....	10
3.4	Legionärssjuka .....	11
3.5	Cancer .....	12
4	Myndigheter .....	13
4.1	Arbetsmiljöverket .....	13
4.2	Boverket .....	14
4.3	Livsmedelsverket .....	14
4.4	Socialstyrelsen .....	14
4.5	Statens folkhälsoinstitut .....	14
4.6	Strålsäkerhetsmyndigheten .....	15
5	Innemiljöfaktorer .....	17
5.1	Luftkvalitet .....	17
5.1.1	Föroreningar utifrån .....	17
5.1.2	Interna emissioner och föroreningar i byggnaden .....	18
5.1.3	Ventilation .....	19
5.2	Termiskt klimat .....	20
5.2.1	Temperatur .....	21
5.2.1.1	<i>Krav enligt Internationell standard, ISO 7730</i> .....	21
5.2.1.2	<i>Krav enligt Boverket</i> .....	21
5.2.1.3	<i>Krav enligt Socialstyrelsen</i> .....	22
5.2.1.4	<i>Krav enligt Arbetsmiljöverket</i> .....	22
5.2.2	Lufthastighet .....	23
5.2.3	Luftfuktighet .....	23
5.2.4	Klädsel .....	23
5.2.5	Aktivitet .....	24
5.2.6	PMV-index och PPD-index .....	25
5.3	Ljud .....	26
5.3.1	Människans reaktion vid buller .....	26
5.3.2	Krav på bullerbegränsning .....	27
5.3.2.1	<i>Luftljudsisolering</i> .....	29
5.3.2.2	<i>Stegljudsisolering</i> .....	29
5.3.2.3	<i>Ljudnivå från installationer</i> .....	30
5.3.2.4	<i>Ljudnivå från trafik</i> .....	30
5.3.2.5	<i>Efterklangstid</i> .....	32
5.3.2.6	<i>Sammanfattning av de viktigaste ljudkraven</i> .....	32
5.3.3	Framtida mål .....	33

5.4	Ljus .....	34
5.4.1	Dagsljus.....	34
5.4.2	Artificiell belysning .....	35
5.4.2.1	<i>Luminansfördelning</i> .....	35
5.4.2.2	<i>Belysningsstyrka</i> .....	36
5.4.2.3	<i>Bländning</i> .....	37
5.4.2.4	<i>Riktad belysning</i> .....	37
5.4.2.5	<i>Ljusets färgåtergivning och färgkaraktär</i> .....	37
5.4.2.6	<i>Flimmer</i> .....	38
5.4.3	Dagsljus och artificiell belysning ur energisynpunkt.....	38
6	Tekniska faktorer som har påverkan på inomhusmiljön .....	39
6.1	Fukt .....	39
6.1.1	Fuktkällor .....	39
6.1.1.1	<i>Nederbörd</i> .....	39
6.1.1.2	<i>Markfukt</i> .....	40
6.1.1.3	<i>Luftfukt</i> .....	40
6.1.1.4	<i>Byggfukt</i> .....	40
6.1.1.5	<i>Vattenläckage</i> .....	41
6.1.2	Fuktproblem .....	41
6.1.3	Fuktdimensionering .....	42
6.1.4	Krav och bestämmelser .....	45
6.1.4.1	<i>Krav enligt Boverket</i> .....	45
6.1.4.2	<i>Krav enligt Socialstyrelsen</i> .....	46
6.2	Emissioner från material och aktiviteter .....	47
6.2.1	Materialval .....	48
6.2.1.1	<i>Byggvarudeklaration</i> .....	49
6.2.1.2	<i>Miljömärkning</i> .....	49
6.2.1.3	<i>Framtida mål</i> .....	51
6.3	Radon .....	51
6.3.1	Förekomst.....	52
6.3.2	Krav och bestämmelser .....	53
6.3.3	Framtida mål .....	55
6.4	Energieffektivisering.....	55
6.4.1	Lag om energideklaration för byggnader .....	56
6.4.2	Krav och bestämmelser .....	58
6.4.3	Framtida mål .....	59
7	Tekniska system som har påverkan på inomhusmiljön .....	61
7.1	Ventilationssystem .....	61
7.1.1	Olika typer av ventilationssystem .....	62
7.1.1.1	<i>Självdragssystem</i> .....	62
7.1.1.2	<i>Fläktförstärkt självdagssystem</i> .....	63
7.1.1.3	<i>Frånluftssystem</i> .....	63
7.1.1.4	<i>Frånluftssystem med värmepump</i> .....	64
7.1.1.5	<i>Till- och frånluftssystem</i> .....	64
7.1.1.6	<i>Till- och frånluftssystem med värmväxling</i> .....	65
7.1.2	Obligatorisk ventilationskontroll, OVK.....	65
7.1.3	Krav och bestämmelser .....	66

7.1.3.1	<i>Krav enligt Boverket</i> .....	67
7.1.3.2	<i>Krav enligt Socialstyrelsen</i> .....	68
7.1.3.3	<i>Krav enligt Arbetsmiljöverket</i> .....	69
7.1.4	Framtida mål .....	70
7.2	Termiskt klimatsystem.....	71
7.2.1	Värmesystem.....	71
7.2.2	Kylsystem.....	72
7.2.3	Krav och bestämmelser .....	72
7.3	Vattensystem.....	73
7.3.1	Vattensystemets funktion .....	73
7.3.2	Krav och bestämmelser .....	74
7.3.3	Framtida mål .....	74
8	Organisatoriska faktorer som har påverkan på innemiljön .....	77
8.1	Byggprocessen .....	77
8.2	Exempel på faktorer som är viktiga i program-, projekterings- och byggproduktionsskedet .....	78
8.3	Exempel på faktorer som är viktiga i förvaltningsskedet.....	79
8.4	P-märkning.....	80
8.5	Miljöklassning av byggnader .....	81
9	Exempel på konkreta hjälpmedel vid projektering och vid drift.....	83
9.1	Statens folkhälsoinstituts 21-punktsprogram .....	83
9.2	Nordiska ventilationsgruppens strategi för diagnos och problemlösning ...	85
10	Nyckeltal och kravspecifikationer.....	89
10.1	Innemiljöfaktorer .....	90
10.1.1	Luftkvalitet.....	90
10.1.2	Termiskt klimat .....	91
10.1.3	Ljud .....	93
10.1.4	Ljus .....	95
10.2	Tekniska faktorer .....	97
10.2.1	Fukt .....	97
10.2.2	Emissioner från material och aktiviteter .....	98
10.2.3	Radon .....	99
10.2.4	Energieffektivisering.....	99
10.3	Tekniska system.....	101
10.3.1	Ventilationssystem .....	101
10.3.2	Termiskt klimatsystem .....	104
10.3.3	Vattensystem.....	104
10.4	Organisatoriska faktorer.....	106
10.4.1	Program- och projekteringsskede.....	106
10.4.2	Byggproduktionsskede.....	106
10.4.3	Förvaltningsskede .....	106
11	Diskussion.....	109
	Referenser .....	111
12	Bilagor.....	117



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Människan tillbringar idag cirka 90 % av tiden inomhus, vilket ställer stora krav på att inomhusmiljön är bra för hälsan. Men allt fler brukare upplever att de blir sjuka och kopplar samman problemen med att de vistas i vissa byggnader. De besvär som brukarna upplever kan till exempel vara irritation i öron, näsa och hals, huvudvärk, yrsel och trötthet. Dessa olika problem kallas med ett gemensamt uttryck SBS, Sick Building Syndrome. Även astma, allergi och annan överkänslighet ökar i byggnader med dålig inomhusmiljö. De byggnader där många brukare drabbas av dessa problem brukar kallas sjuka hus. Kunskapen finns för att förhindra att det uppstår sjuka hus och istället skapa sunda hus, där brukarna mår bra och upplever att inomhusmiljön är god. Men med bristande erfarenhetsåterföring och ett mer komplicerat byggande, med många gånger nya och oprövade material, oklar ansvarsfördelning mellan parterna och där ekonomin får bestämma kvaliteten, är det ofta svårt för byggbranschen att komma tillrätta med problemen. Det krävs att inställningen förändras, att kunskap tas tillvara och att medvetenheten för problemet ökar, för att de sjuka husen ska försvinna och istället ersättas av sunda hus.

## 1.2 Syfte

År 1994 gav Svenska Kommunförbundet ut skriften *Upphandling av sunda hus*, där viktiga kriterier vid uppförande av byggnader med hälsosam inomhusmiljö presenteras.<sup>1</sup> Skriften bygger på lång erfarenhet av om- och nybyggnad av kommunala byggnader och innehåller bland annat myndigheters krav och rekommendationer, tekniska och organisatoriska faktorer samt nyckeltal för olika inomhusmiljöfaktorer.

Syftet med denna rapport är att göra en sammanställning av lämpliga kriterier för uppförande av sunda hus. Sammanställningen ska baseras på myndigheters krav och rekommendationer, men även erfarenhet från andra källor ska tas tillvara. Samtidigt uppdateras skriften *Upphandling av sunda hus* vad gäller nya krav och rekommendationer från myndigheter. *Upphandling av sunda hus* redovisas i sin helhet i bilaga A.

## 1.3 Metodik

Denna rapport bygger på litteraturstudier och texten i följande avsnitt är referat från ett antal källor. Fortfarande återstår mycket forskning i ämnet sund inomhusmiljö och de krav och rekommendationer som finns idag, kan i framtiden revideras eller bli irrelevanta. Rapporten baseras i första hand på myndigheters krav och rekommendationer, men även andra källors erfarenhet och råd har använts för att ge en mer komplett bild av kunskapsläget.

De referenser som används i denna rapport är tryckta källor och internetkällor. Internetkällorna gäller främst myndigheters hemsidor och har uppdaterats efterhand som ny information har lagts upp. Vad gäller de tryckta källorna har det ibland varit svårt att hitta nyare böcker i ämnet. I de fall det har handlat om allmän kunskap som inte förändras med tiden har äldre källor accepterats, medan aktuella krav, regler och rekommendationer är hämtade från uppdaterade källor.

---

<sup>1</sup> Andersson S. *Upphandling av sunda hus. Redovisning av erfarenheter från Malmö stad samt ett 50-tal kommuner och landsting.* (1994) Svenska Kommunförbundet, Stockholm.

## 1.4 Avgränsningar

- Denna rapport innehåller främst myndigheters krav och rekommendationer, vilket medför att inte all forskning som bedrivs i ämnet behandlas. Det kan ibland ta lång tid för nya upptäckter att nå fram till myndigheterna och utvecklas till precisa krav.
- De krav och rekommendationer som redovisas i rapporten gäller i första hand bostäder, kontor, undervisningslokaler samt dag- och fritidshem. Vissa krav på ljud redovisas även för hotell och vårdlokaler, men är då placerade som bilagor.
- Rapporten går inte in på några tekniska lösningar för hur problem ska lösas, det vill säga inga detaljlösningar i ytterskal m.m. tas upp.
- Radon i bland annat inomhusluft behandlas ingående i denna rapport. För övrigt behandlas olika ämnen som förekommer i rumsluften endast översiktligt, det vill säga krav på nivåer av särskilda ämnen redovisas inte.

## 1.5 Rapportens upplägg

I denna rapport behandlas kriterier som anses vara relevanta för att skapa sunda hus. Med hjälp av teori, myndigheters krav och regler samt vad som planeras för framtiden, tas de olika kriterierna upp och förklaras.

I kapitel 2 förklaras begreppet sunda hus, vad dålig inomhusmiljö kan bero på och vad som kan göras för att minska risken för att dessa problem uppstår.

Kapitel 3 beskriver sambandet mellan människa och innemiljö samt vilka negativa hälsoeffekter som kan uppstå i sjuka hus. Dessutom redovisas de referensvärden som Strålsäkerhetsmyndigheten ger för allmänhetens exponering av elektromagnetisk fält.

I kapitel 4 behandlas de myndigheter, som ger ut krav och regler för att skapa en sund inomhusmiljö. Innemiljöfaktorerna luftkvalitet, termiskt klimat, ljud och ljus beskrivs i kapitel 5, tillsammans med de krav som ska uppfyllas.

Kapitel 6 tar upp viktiga tekniska faktorer som fukt, emissioner, radon och energieffektivisering, medan kapitel 7 behandlar de tekniska system som ingår i byggnaden.

Organisatoriska faktorer som på olika sätt kan påverka inomhusmiljön beskrivs i kapitel 8 och förslag på verktyg för att uppnå en bra inomhusmiljö redovisas i kapitel 9.

Slutligen sammanfattas de nyckeltal och kravspecifikationer som har framkommit i samband med rapportens litteraturstudie. I kapitel 10 finns myndigheters krav och råd, men även tips, råd och rekommendationer som andra referenser har angett.

I kapitel 11 ges en avslutande diskussion av resultatet i denna rapport.



## 2 Sunda hus

Dagens livsstil medför att människan tillbringar cirka 90 % av tiden inomhus. Det är därför viktigt att ställa höga krav på inomhusmiljön, eftersom byggnaderna påverkar brukarnas hälsa och välbefinnande.<sup>2</sup> Byggnader där brukarna mår bra och upplever att inomhusmiljön är god, klassas som sunda hus. Begreppet sunda hus är välkänt i politiska och vetenskapliga sammanhang och förekommer både på nationellt och globalt plan (Healthy Buildings).<sup>3</sup>

Trots att kunskapen finns för vad som krävs för att en byggnad ska klassas som sund, klagar brukarna ofta på dålig inomhusmiljö. Om många av brukarna mår dåligt när de vistas i en byggnad, klassas denna som sjuk. Vanliga besvär i en sjuk byggnad är bland annat irritation i öron, näsa och hals, torr hud, huvudvärk, yrsel och trötthet.<sup>4</sup> I Nationell miljöhälsoenkät 2007 rapporterade 18 % av Sveriges vuxna befolkning att de upplever besvär med inomhusmiljön i bostaden, skolan eller på arbetet.<sup>5</sup> De samband som finns mellan människans hälsa och inomhusmiljön, förklaras mer ingående i kapitel 3. Det kan finnas flera bakomliggande orsaker till dålig inomhusmiljö i byggnader. En förklaring till att mängden rapporterade innemiljöproblem ökar är att utvecklingen går mot ett mer komplicerat byggande, kortare byggtider och bristfällig erfarenhetsåterföring.<sup>6</sup> När erfarenheter inte tas tillvara leder det till att den befintliga kunskapen inte används vid nyproduktion. Istället för att i varje enskilt fall välja material och konstruktion utifrån de förutsättningar som finns, väljs gamla standardlösningar. Det innebär att om lösningen är felaktig kan den användas under lång tid, innan felet upptäcks och åtgärdas. Andra orsaker till att inomhusmiljöproblemen ökar kan vara att<sup>7</sup>:

- beställaren har dålig kunskap och kan därför inte ställa rätt krav.
- ansvarsfördelningen är oklar mellan olika parter.
- ekonomin får styra, vilket leder till billiga och förenklade lösningar.
- nya material och konstruktioner används, som inte har prövats tillräckligt.

En byggnads inomhusmiljö kan förändras och ett hus som från början klassas som sunt, kan med tiden utvecklas till att ge brukarna problem. Luftkvaliteten påverkas till exempel av om verksamheten i byggnaden förändras eller om personbelastningen ökar, eftersom det leder till högre halt föroreningar. Även fukt och mögel påverkar luftkvaliteten negativt samt ventilationssystemets funktion. Ett flertal undersökningar har visat att många ventilationssystem har fel och brister i funktionen och att dessa kan uppstå vid projektering, konstruktion, utförande och drift.<sup>8</sup> För att uppnå en sund inomhusmiljö vid ny- och ombyggnad, har Statens folkhälsoinstitut skapat 21-punktsprogrammet. Detta program fungerar som ett hjälpmedel under projekteringen och behandlas i kapitel 9.1. För byggnader i drift med inneklimatproblem har Nordiska ventilationsgruppen sammanställt en strategi för diagnos och problemlösning, se kapitel 9.2.

Genom ökad kunskap, tillvaratagande av erfarenhet, standardiserad materialprovning och bra underhållsrutiner, kan förhoppningsvis begreppet sjuka hus försvinna i framtiden. För att detta ska bli verklighet ställs höga krav på beställare, projektörer, entreprenörer och förvaltare.<sup>9</sup>

---

<sup>2</sup> Byggnadsnämnden. *Innemiljö & människors hälsa 1. Människors hälsa och innemiljön*. (2000) s. 3.

<sup>3</sup> Stålbom G., Johansson B. *Människan inomhus. Perspektiv på vår tids inneklimat*. (2003) s. 70.

<sup>4</sup> *Ibid*, s. 232.

<sup>5</sup> Socialstyrelsen. *Miljöhälsoenkät 2009*. (2009)

<sup>6</sup> V-byggaren, nr 5/2006. Harrysson C. *Byggbranschens behov av förnyelse – en väg till småhus med lägre livscykelkostnader*.

<sup>7</sup> Stålbom G., Johansson B. *Människan inomhus. Perspektiv på vår tids inneklimat*. (2003) s. 245.

<sup>8</sup> Byggnadsnämnden. *Innemiljö & människors hälsa 4. Ventilation*. (2000) s. 4.

<sup>9</sup> Kellner J. *Bygg sunt och miljöanpassat!* (1997) s. 19.



### 3 Samband mellan människa och innemiljö

Idag upplever allt fler att de blir sjuka av sin innemiljö och antalet personer med allergiska och astmatiska besvär ökar. Enligt olika undersökningar har cirka 25 % av Sveriges befolkning drabbats av luftvägsbesvär, som till stor del beror på dålig luftkvalitet.<sup>10</sup> Hälsoproblemen kan i sin tur leda till ökad sjukfrånvaro och höga ombyggnadskostnader.<sup>11</sup> Exempel på negativa hälsoeffekter som kan drabba brukarna är SBS (Sick Building Syndrome), allergi och annan överkänslighet, astma, legionärssjuka och cancer. Dessa beskrivs mer ingående i kapitel 3.1–3.5.

#### 3.1 SBS – Sick Building Syndrom

År 1982 skapade WHO uttrycket SBS, som står för Sick Building Syndrome.<sup>12</sup> På svenska kallas det sjuka hus-syndrom och av dagens moderna hus beräknas cirka 10-30 % ge upphov till SBS.<sup>13</sup> SBS är en benämning för en mängd olika besvär, som brukarna i en byggnad kan uppleva och som de kopplar samman med vistelse i byggnaden. Personerna behöver bara vara i den aktuella byggnaden en kort stund innan de drabbas av olika symptom, som vanligtvis ökar med tiden. Däremot försvinner besvären så snart de lämnar byggnaden.<sup>14</sup> De symptom som kopplas samman med SBS är till exempel irritation i ögon, näsa och hals, hosta, heshet, torr hud, klåda och rodnad på hud. Andra symptom som förekommer är trötthet, huvudvärk, illamående, yrsel samt koncentrationssvårigheter.<sup>15</sup> Dessa symptom är vanliga hos alla människor och innebär normalt inga problem. Men om ett flertal brukare upplever något eller några av symptomen när de befinner sig i byggnaden, klassas denna som sjuk.<sup>16</sup>

En allergiker upplever SBS lättare än en person, som inte är känslig på grund av andra orsaker.<sup>17</sup> På grund av att SBS i första hand drabbar känsliga personer och att besvären skiljer sig från person till person, brukar den klassas som en typ av annan överkänslighet.<sup>18</sup> Begreppet annan överkänslighet behandlas i kapitel 3.2. När en viss byggnad ska undersökas med avseende på SBS är enkätundersökningar det huvudsakliga hjälpmedlet. Med hjälp av enkäter kan brukarna förmedla hur de upplever inomhusmiljön och på så sätt kan andelen missnöjda beräknas.<sup>19</sup> Undersökningar visar att SBS är vanligare på arbetsplatser än i bostäder. Bland bostäder upplever dessutom brukarna fler symptom i flerbostadshus än i småhus, trots att problemen oftare är större i de enskilda husen.<sup>20</sup> En förklaring till denna fördelning kan vara att en dålig inomhusmiljö påverkar brukarna i ännu större grad, om de samtidigt befinner sig i en dålig psykosocial arbetsmiljö. Även i flerbostadshus kan sådana förhållanden råda att det uppstår en psykosocial miljö, som påverkar upplevelsen negativt.<sup>21</sup> Det kan till exempel gälla buller och föroreningar från grannar, men även det faktum att de boende inte kan påverka sin situation på samma sätt, som om de hade bott i ett eget hus. I ett flerbostadshus finns det regler som måste följas och hänsyn måste tas till de som bor runt omkring. De symptom som hör ihop med SBS är även vanligare bland kvinnor än bland män. Det beror på att kvinnors luktsinne är mer välutvecklat och därför reagerar vid en lägre nivå av ämnen, än vad män gör. På grund av detta

<sup>10</sup> Bygghälsorådet. *Innemiljö & människors hälsa 4. Ventilation*. (2000) s. 3.

<sup>11</sup> Nilsson S. *Det sunda kontoret*. (1999) s. 14.

<sup>12</sup> Stålbom G., Johansson B. *Människan inomhus. Perspektiv på vår tids inneklimat*. (2003) s. 141.

<sup>13</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande*. (2004) s. 33.

<sup>14</sup> Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskapsöversikt*. (1995) s. 3f.

<sup>15</sup> Folkhälsoinstitutet, Socialstyrelsen. *Inneboken – en bok för alla som bryr sig om en hälsosam innemiljö*. (1998) s. 13.

<sup>16</sup> Stålbom G., Johansson B. *Människan inomhus. Perspektiv på vår tids inneklimat*. (2003) s. 232.

<sup>17</sup> Nilsson S. *Det sunda kontoret*. (1999) s. 23.

<sup>18</sup> Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskapsöversikt*. (1995) s. 5.

<sup>19</sup> Hult M. *Skapa sund innemiljö. Utredningsmetodik vid hälsoproblem i lokaler*. (2004) s. 54.

<sup>20</sup> Bygghälsorådet. *Innemiljö & människors hälsa 1. Människors hälsa och innemiljön*. (2000) s. 8.

<sup>21</sup> Stålbom G., Johansson B. *Människan inomhus. Perspektiv på vår tids inneklimat*. (2003) s. 196.

upplevs dessutom en och samma ämnehalt starkare av kvinnor, vilket leder till att de rapporterar fler fall av SBS.<sup>22</sup>

De symptom som ligger bakom SBS har många samband med både byggnadskonstruktion och inomhusmiljöfaktorer. De vanligaste orsakerna är fukt- och mögelskador, dålig ventilation, hög dammhalt på grund av dålig städning samt användning av kopieringsapparat och luftfuktare.<sup>23</sup> Andra orsaker är tobaksrökning, heltäckningsmatta, hög halt av flyktiga organiska ämnen (VOC), hög temperatur och bildskärmsarbete. En faktor som har nämnts tidigare är dålig psykosocial miljö och det finns även tydliga samband mellan SBS och hus som är byggda efter 1975.<sup>24</sup> När en byggnad har klassats som sjuk med hjälp av enkätundersökningar, är det viktigt att hitta orsaken så att rätt åtgärder kan genomföras. Detta görs med hjälp av tekniska mätningar och okulärbesiktningar.<sup>25</sup> Om de bakomliggande orsakerna till SBS åtgärdas, kan symptomen både lindras och botas. För att de byggnader som byggs i framtiden inte ska bli sjuka, är det viktigt att använda den kunskap som finns angående bland annat SBS. Det innebär exempelvis att undvika höga radonhalter, fukt och mögel, men även ventilationen ska fungera som planerat och brukarna bör inte röka inomhus.<sup>26</sup>

### 3.2 Allergi och annan överkänslighet

Allergi är en typ av överkänslighet, som innebär att den drabbades immunsystem reagerar när kroppen utsätts för ett visst ämne. Immunförsvarets uppgift är att skydda kroppen mot virus och bakterier, men vid allergi skyddar systemet även mot ämnen som i vanliga fall är ofarliga. De ämnen som kan framkalla allergi kallas allergen och dessa kan komma från exempelvis pollen, kvalster, pälsdjur och livsmedel.<sup>27</sup> När allergi utvecklas hos en person bildas antikroppar mot ett eller flera allergen, vilket leder till att det krävs en väldigt liten dos för att personen ska reagera vid förekomst av detta ämne.<sup>28</sup> Annan överkänslighet påminner om allergi, med den skillnaden att immunförsvaret inte påverkas och det inte bildas några antikroppar mot det aktuella ämnet. Det krävs även en större dos av ett ämne för att kroppen ska reagera, men symptomen är desamma som för immunologisk allergi. Allergi och överkänslighet ger vanligtvis symptom i luftvägar, mag- och tarmkanal samt på huden.<sup>29</sup> Reaktion i luftvägarna kan resultera i andningssvårigheter och nästäppa. Allergier ökar även risken för att drabbas av astma.<sup>30</sup>

Skälet till att allergi utvecklas hos en viss person beror normalt på en kombination av arv och miljö. Risken att drabbas är större för de barn vars föräldrar är allergiska och värst är det om båda föräldrarna har samma typ av sjukdom, till exempel astma. Hos de personer som bär på allergianlag och dessutom utsätts för ett visst allergen under en längre tid eller i stora doser, påverkas immunförsvaret. Det bildas antikroppar mot allergenet och så småningom bryter allergin ut.<sup>31</sup> Andra faktorer som påverkar utvecklingen av allergi är exempelvis passiv rökning och bilavgaser. Det beror på att dessa inverkar negativt på slemhinnor och immunförsvaret.<sup>32</sup> Vilket ämne som orsakar allergi varierar från person till person, men det finns vissa allergen som är vanligare än andra. Dessa är pollen, djur, livsmedel, kvalster och insekter, som presenteras närmare nedan. Även mögel kan orsaka allergi, men det beror

<sup>22</sup> Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskapsammanställning.* (1995) s. 5.

<sup>23</sup> Folkhälsoinstitutet, Socialstyrelsen. *Inneboken – en bok för alla som bryr sig om en hälsosam inomhusmiljö.* (1998) s. 14.

<sup>24</sup> Nilsson S. *Det sunda kontoret.* (1999) s. 23.

<sup>25</sup> Hult M. *Skapa sund inomhusmiljö. Utredningsmetodik vid hälsoproblem i lokaler.* (2004) s. 54.

<sup>26</sup> Nilsson S. *Det sunda kontoret.* (1999) s. 23.

<sup>27</sup> *Ibid.*, s. 19.

<sup>28</sup> MSD Merck Sharp & Dohme (Sweden) AB. <http://www.astmainfo.nu> (100503)

<sup>29</sup> Folkhälsoinstitutet, Socialstyrelsen. *Inneboken – en bok för alla som bryr sig om en hälsosam inomhusmiljö.* (1998) s. 11.

<sup>30</sup> MSD Merck Sharp & Dohme (Sweden) AB. <http://www.astmainfo.nu> (100503)

<sup>31</sup> *Ibid.*

<sup>32</sup> Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskapsammanställning.* (1995) s. 55.

sällan på mögelsvamp. Det är istället olika ämnen från mögel, som kan ge irritation i slemhinnor, ögon och luftvägar.<sup>33</sup> I de fall som huden påverkas är det fråga om kontaktallergi eller eksem, som resulterar i kliande utslag eller blåsor. Den vanligaste typen av kontaktallergi är nickelallergi, som beror på kontakt med nickelhaltiga föremål. Kontaktallergi är därför inte ärftlig.<sup>34</sup> På grund av exempelvis öronpiercing är det 23 % av kvinnorna som har nickelallergi enligt Nationell miljöhälsoenkät 2007.<sup>35</sup> År 1999 utfördes en nationell enkät som visade att 15 % av Sveriges befolkning antingen har eller har haft eksem.<sup>36</sup>

### Pollen

Enligt Nationell miljöhälsoenkät 2007 är pollenallergi den vanligaste typen av allergi i Sverige och 26 % av befolkningen är antingen allergiska eller känsliga mot pollen.<sup>37</sup> Pollenallergiker påverkas både inom- och utomhus. Utomhus är det främst gräs, lövträd och olika typer av örter som sprider pollen, medan det inomhus finns växter som både kan vara allergiframkallande och avge besvärande dofter. Vindpollinerande växter innebär störst problem och bör därför undvikas i närheten av allergiker. Både löv- och barrträd är vindpollinerande, men det är bara lövträden som innehåller allergena ämnen.<sup>38</sup> De växter som sprider pollen med hjälp av insekter kräver däremot direktkontakt för att ge besvär, vilket innebär att de fungerar bättre ihop med allergiker. Bland lövträden är allergi mot björkpollen vanligast, men även al, hassel, bok och ek kan skapa allergiska reaktioner under blomningstiden.<sup>39</sup> Det finns en mängd andra träd och växter som är olämpliga, bland annat alm, asp, lind, sälg, syrén, gråbo, hyacint, gullviva, jasmin, prästkrage och liljekonvalj.<sup>40</sup> För inomhusbruk har Astma- och allergiförbundet listat de växter och blommor, som normalt inte innebär besvär för allergiker. Denna lista innehåller växter som saknar doft och pollen, exempelvis hibiskus, våreld, kärleksört och blåklackor. Även rosor fungerar ihop med allergiker, så länge de inte doftar.<sup>41</sup>

### Djur

Idag beräknas cirka 15 % av den svenska befolkningen ha någon typ av pälsdjursallergi.<sup>42</sup> Pälsdjur är en av de vanligaste orsakerna till att barn är allergiska. Alla pälsdjur avger allergen, som kommer från dess talgkörtlar, hudceller, saliv och urin. Det gäller allt ifrån de djur man automatiskt tänker på som hund, katt, häst, gnagare och iller, men även fåglar och minigrisar kan ge allergi.<sup>43</sup> Den vanligaste typen av djurallergi och även den mest allvarliga är kattallergi. Det beror på att kattallergener är luftburna och därför kan finnas överallt. Allergenet fastnar lätt i kläder, heltäckningsmattor, gardiner, möbler, kuddar, men kan även finnas i utrymmen där katten aldrig har varit. Det innebär i sin tur att kattallergenet finns kvar i byggnaden även om katten inte längre finns kvar och kan föras vidare genom kläder, skor och väskor till lokaler där det i vanliga fall inte finns någon katt.<sup>44</sup>

### Livsmedel

De livsmedel som är vanligast när det gäller allergi är exempelvis ägg, mjölk, nöt och mandel, äpple, päron, körsbär, rå morot, fisk, vete, soja och ärtor.<sup>45</sup> Det förekommer dessutom samband mellan allergi mot lövträd och viss mat.<sup>46</sup>

---

<sup>33</sup> AstraZeneca Sverige AB. <http://www.astma.com> (100503)

<sup>34</sup> Kellner J. *Bygg sunt och miljöpåpassat!* (1997) s. 20f.

<sup>35</sup> Socialstyrelsen. *Miljöhälsoenkät 2009*. (2009)

<sup>36</sup> Hult M. *Skapa sund innemiljö. Utredningsmetodik vid hälsoproblem i lokaler*. (2004) s. 59.

<sup>37</sup> Socialstyrelsen. *Miljöhälsoenkät 2009*. (2009)

<sup>38</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande*. (2004) s. 336.

<sup>39</sup> AstraZeneca Sverige AB. <http://www.astma.com> (100503)

<sup>40</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande*. (2004) s. 336.

<sup>41</sup> Astma- och allergiförbundet. <http://www.astmaoallergiforbundet.se> (100503)

<sup>42</sup> Socialstyrelsen. *Miljöhälsoenkät 2009*. (2009)

<sup>43</sup> Astma- och allergiförbundet. <http://www.astmaoallergiforbundet.se> (100503)

<sup>44</sup> AstraZeneca Sverige AB. <http://www.astma.com> (090520)

<sup>45</sup> MSD Merck Sharp & Dohme (Sweden) AB. <http://www.astmainfo.nu> (100503)

<sup>46</sup> AstraZeneca Sverige AB. <http://www.astma.com> (100503)

## Kvalster

Kvalster är små spindeldjur, som trivs i varma och fuktiga miljöer. De lever på människans hudavlagringar och förekommer i madrasser, mattor och andra typer av textilier. Det som framkallar allergi är främst dess avföring. På grund av att kvalster trivs i varm och fuktig luft är de vanligast i södra och västra Sverige och mängden är störst under sensommar och höst. Men djuren sprider sig även till andra delar av landet, eftersom antalet hus med dålig ventilation och hög luftfuktighet ökar.<sup>47</sup> Cirka 5–7 % av Sveriges befolkning är idag allergiska mot kvalster.<sup>48</sup>

## Insekter

Allergi mot insekter som bin och getingar kan medföra livshotande reaktioner vid ett stick. För att undvika sådana resultat ska den drabbade alltid ha medicin tillgänglig och söka vård vid behov.<sup>49</sup>

## Mögel

Det är ovanligt att allergiantikroppar mot inomhusmögel påvisas. Även antalet personer med allergi mot utomhusmögel är lågt, mindre än 4 % av den svenska befolkningen beräknas ha denna typ av allergi. Allergi mot utomhusmögel utvecklas främst hos personer som redan är allergiska mot många allergiframkallande ämnen i miljön. Mögelsporer finns i utomhusmiljön under sommaren och försvinner vid den första frosten. Sporhalten under sommaren blir dessutom högre då det är varmt och hög luftfuktighet, än när det är svalt och torrt.<sup>50</sup>

De allergiska sjukdomarna ökar allt mer och idag har var femte svensk någon form av allergi. För barn beräknas vart tredje skolbarn i Sverige ha någon sorts allergi.<sup>51</sup> Det finns dessutom vissa samband mellan allergi och geografiskt läge samt födelsemånad. Allergi är vanligare i norra delen av Sverige än i södra, vilket anses bero på att invånarna tillbringar mer av sin tid inomhus på grund av klimatet. Även betydelsen av födelsemånad hänger samman med att barn som föds under hösten, tillbringar mer av sina första månader inomhus. De utsätts därför för en större mängd allergen i tidig ålder, än vad de barn som föds under vår och sommar gör, eftersom dessa barn istället tillbringar mycket tid utomhus.<sup>52</sup> En annan geografisk skillnad vad gäller allergier är att pollenallergi är vanligare hos de som bor i städer, än hos de som bor på landet. Detta antas bero på att stadsmiljön innehåller andra ämnen som skadar luftvägarnas slemhinnor.<sup>53</sup>

Det finns ingen säker förklaring till varför antalet fall av allergiska sjukdomar har ökat, men det antas till stor del bero på miljön. Människorna lever på ett annat sätt än vad de gjorde förr, då antalet drabbade var färre. Några faktorer som kan förklara förändringen är<sup>54</sup>:

- Matvanorna skiljer sig, bland annat genom att maten idag innehåller mer kemiska tillsatser.
- Den ökade medicineringen, bland annat av antibiotika, som innebär att människor inte har samma sorts infektioner idag.
- Rökande föräldrar.
- Antalet husdjur i familjerna har ökat.
- Fler människor väljer idag att bo i städer, vilket medför luftföroreningar exempelvis från industrier och bilar.
- Fuktskadade bostäder och dålig städning.

Dessutom innehåller både bygg- och inredningsmaterial en större mängd kemiska tillsatser, som påverkar brukarna negativt.<sup>55</sup> Trots att frågetecknen är många angående vad som ligger bakom

<sup>47</sup> AstraZeneca Sverige AB. <http://www.astma.com> (100503)

<sup>48</sup> Socialstyrelsen. *Miljöhälsorapport 2009*. (2009)

<sup>49</sup> AstraZeneca Sverige AB. <http://www.astma.com> (100503)

<sup>50</sup> Socialstyrelsen. *Miljöhälsorapport 2009*. (2009)

<sup>51</sup> MSD Merck Sharp & Dohme (Sweden) AB. <http://www.astmainfo.nu> (100503)

<sup>52</sup> Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskapsammanställning*. (1995) s. III.

<sup>53</sup> Byggnadsnämnden. *Innemiljö & människors hälsa 1. Människors hälsa och innemiljön*. (2000) s. 5.

<sup>54</sup> *Ibid*, s. 6.

allergiökningen, är det viktigt att inte sluta åtgärda de saker som har bevisats ge besvär.<sup>56</sup> Även om allergi inte går att bota kan ett stort antal fall förhindras genom eftertanke och planering. Vanliga åtgärder som görs i byggnader avsedda för allergiker är ökat uteluftsflöde, luftfilter av hög klass, lågemitterande bygg- och inredningsmaterial, omsorgsfull städning samt välutformade rutiner för drift och underhåll av tekniska system.<sup>57</sup> Besvär som allergiker har kan även minskas med hjälp av mediciner och många barn tillfrisknar från enklare typer så som eksem.<sup>58</sup>

En del brukare upplever även ett samband mellan vissa symptom och exponering för elektromagnetiska fält från apparater i hemmet. Detta brukar klassas som annan typ av överkänslighet och symptomen är till exempel huvudvärk, ångest, illamående, trötthet, kramper och epileptiska anfall. De vetenskapliga bevis som finns idag stöder däremot inte detta samband och Världshälsoorganisationen har dragit slutsatsen att bevisen inte bekräftar att det finns några hälsokonsekvenser av exponering för elektromagnetiska fält. En del av hälsoproblemen kan istället bero på oljud eller andra faktorer i omgivningen eller genom oro för ny teknologi. Däremot finns det vissa kunskapsluckor bland annat vad gäller biologiska effekter, som kräver fortsatt forskning.<sup>59</sup> Enligt epidemiologiska studier finns det till exempel en ökad risk för barnleukemi vid exponeringsnivåer över cirka 0,4  $\mu$ T. För vuxna har inte liknande samband kunnat påvisas när det gäller leukemi, hjärntumör och bröstcancer.<sup>60</sup> Forskare vid Arbetslivsinstitutet i Umeå har konstaterat att många elöverkänsliga personer tillhör en grupp så kallade hypersensitiva. Genom att bland annat mäta puls, blodtryck och hjärnans reaktion, har de visat att nervsystemet är känsligare hos elöverkänsliga än hos andra människor, det vill säga de reagerar lättare för till exempel ljus och ljud. De personer som får problem vid bildskärmsarbete, bland annat genom hudbesvär i ansiktet, tillhör den största gruppen elöverkänsliga. Åtgärder som kan hjälpa de som anser sig vara elöverkänsliga är exempelvis att minska tiden framför bildskärmar, ersätta lysrör med glödlampor, förbättra luftkvaliteten och minska den psykosociala stressen.<sup>61</sup>

Strålsäkerhetsmyndigheten har gett ut allmänna råd om begränsning av allmänhetens exponering för elektromagnetiska fält, som bygger på rekommendationer från Europeiska unionens råd. De grundläggande begränsningarna säkerställer bland annat att det inte uppstår skadliga störningar i nervsystemet.<sup>62</sup> Ur dessa begränsningar har mätbara referensvärden tagits fram, som redovisas i tabell 3.1. Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd gäller inte personal som exponeras för elektromagnetiska fält i yrket. Då gäller istället Arbetsmiljöverkets exponeringsvärden, se tabell 3.2.

---

<sup>55</sup> Hult M. *Skapa sund inomhusmiljö. Utredningsmetodik vid hälsoproblem i lokaler*. (2004) s. 58.

<sup>56</sup> Folkhälsoinstitutet, Socialstyrelsen. *Inneboken – en bok för alla som bryr sig om en hälsosam inomhusmiljö*. (1998) s. 12f.

<sup>57</sup> Ekberg L. *RI – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav*. (2006) kapitel 4.3.

<sup>58</sup> Nilsson S. *Det sunda kontoret*. (1999) s. 19.

<sup>59</sup> STF Ingenjörutbildning AB. *Elektromagnetiska fält. Nr 2770:12*. (2002)

<sup>60</sup> Socialstyrelsen. *Miljöhälsorapport 2009*. (2009)

<sup>61</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande*. (2004) s. 117.

<sup>62</sup> Strålsäkerhetsmyndigheten. *Strålsäkerhetsmyndighetens författningssamling, SSMFS 2008:18*.

**Tabell 3.1** Referensvärden för allmänhetens exponering för elektromagnetiska fält (0 Hz–300 GHz), enligt Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter, SSMFS 2008:18.  $f$  är frekvensen uttryckt i Hz. Vid frekvenser mellan 100 kHz och 10 GHz beräknas  $S_{eq}$ ,  $E^2$ ,  $H^2$  och  $B^2$  som medelvärden över en sexminutersperiod. Vid frekvenser större än 10 GHz beräknas  $S_{eq}$ ,  $E^2$ ,  $H^2$  och  $B^2$  som medelvärden över en period om  $68/(f \cdot 10^9)^{1,05}$  minuter. Medelvärdet för E-, H- och B-fält beräknas som kvadratroten ur medelvärdet under angiven tid av respektive fälts kvadrater.

Frekvensområde	Elektrisk fältstyrka (E) [V/m]	Magnetisk fältstyrka (H) [A/m]	Magnetisk flödestäthet (B) [ $\mu$ T]	Ekvivalent strålningstäthet för en plan våg ( $S_{eq}$ ) [W/m <sup>2</sup> ]
0 Hz - 1 Hz	-	$3,2 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$	-
> 1 Hz - 8 Hz	10000	$3,2 \cdot 10^4/f^2$	$4 \cdot 10^4/f^2$	-
8 Hz - 25 Hz	10000	4000/f	5000/f	-
25 Hz - 800 Hz	$2,5 \cdot 10^5/f$	4000/f	5000/f	-
800 Hz - 3 kHz	$2,5 \cdot 10^5/f$	5	6,25	-
3 kHz - 150 kHz	87	5	6,25	-
150 kHz - 1 MHz	87	$7,3 \cdot 10^5/f$	$9,2 \cdot 10^5/f$	-
1 MHz - 10 MHz	$8,7 \cdot 10^4/f^{1/2}$	$7,3 \cdot 10^5/f$	$9,2 \cdot 10^5/f$	-
10MHz - 400 MHz <sup>A)</sup>	28	0,073	0,092	-
400 MHz - 2 GHz	$1,375f^{1/2}/1000$	$0,0037f^{1/2}/1000$	$0,0046f^{1/2}/1000$	$f/(2 \cdot 10^8)$
2 GHz - 300 GHz	61	0,16	0,2	10

<sup>A)</sup> I området 10 MHz–110 MHz gäller dessutom 45 mA som referensvärde för inducerad ström i varje extremitet.

**Tabell 3.2** Maximala exponeringsvärden för verksamhet som medför exponering för elektromagnetiska fält (3 MHz–300 GHz), enligt Arbetsmiljöverkets föreskrifter AFS 1987:02.

	Frekvensområde	Elektrisk fältstyrka [V/m]	Magnetisk fältstyrka [A/m]
Effektivvärden under tidsperiod om 1 sekund	3 MHz - 300 MHz	300	0,8
	300 MHz - 300 GHz	300	-
Effektivvärden under tidsperiod om 6 minuter	3 MHz - 30 MHz	140	0,4
	30 MHz - 300 MHz	60	0,16
	300 MHz - 300 GHz	60	-

### 3.3 Astma

Astma är en lungsjukdom, som orsakar en kronisk inflammation i luftvägarna och slemhinnorna blir extra känsliga för irriterande ämnen. Sjukdomen finns hos den drabbade hela livet, men svårighetsgraden varierar över tiden.<sup>63</sup> Astma är i första hand ärftligt, men kan även bero på miljörelaterade faktorer, som kan utlösa sjukdomen och orsaka astmaanfall. Exempel på sådana faktorer är starka lukter som parfym och rengöringsmedel, tobaksrök, bilavgaser, stress, ansträngning och vädret. Anfällen kan även bero på förkylning samt olika typer av allergier.<sup>64</sup> Vid ett astmaanfall kan känslan liknas vid att ”hålla för näsan och andas genom ett sugrör”. Det beror på att segt slem bildas och luftrören svullnar, vilket resulterar i att rören smalnar. Dessutom kan luftrörens muskler dra ihop sig, vilket ytterligare ökar andningssvårigheten. Andra symptom vid astmaanfall är en pipande andning och en irriterande hosta.<sup>65</sup>

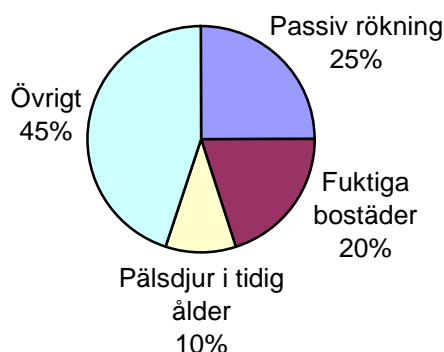
<sup>63</sup> Astma- och allergiförbundet. <http://www.astmaoallergiforbundet.se> (100503)

<sup>64</sup> AstraZeneca Sverige AB. <http://www.astma.com> (100503)

<sup>65</sup> Astma- och allergiförbundet. <http://www.astmaoallergiforbundet.se> (100503)



Allt fler personer drabbas av astma och det är idag en av västvärldens vanligaste lungsjukdomar. Varje tioårsperiod beräknas antalet drabbade öka med 50 % och i Sverige har 6-8 % av befolkningen astma. I Sverige är dessutom astma vanligare i norr än i söder och av de drabbade är 57 % kvinnor. Astma kan drabba personer i alla åldrar och sjukdomen delas vanligen in i allergisk och icke-allergisk astma. Allergisk astma beror på allergener från till exempel pälsdjur, pollen och mögel, medan icke-allergisk astma beror på stress, trötthet, oro, rökning, dofter, förkylning och dålig kondition. Icke-allergisk astma förekommer oftast hos lite äldre personer.<sup>66</sup> I figur 3.1 redovisas de huvudsakliga orsakerna till att barn under fyra år drabbas av astma. Diagrammet visar att en relativt stor del av fallen beror på passiv rökning. Enligt Nationell miljöhälsoenkät 2007 ökar risken för att barnet ska drabbas av astma med 50 % om någon av föräldrarna röker.<sup>67</sup> Andra viktiga orsaker till astma är fuktiga bostäder och att barnen har varit utsatta för pälsdjur i tidig ålder. Inom övriga orsaker räknas exempelvis kvalster i bostaden.<sup>68</sup>



**Figur 3.1** Huvudsakliga orsaker till astma hos barn. (Källa: Nilsson S. *Det sunda kontoret*. (1999))

Den som drabbas av astma har sjukdomen hela livet, med undantag från den typ av astma hos barn som beror på förkylning. I vissa fall kan denna typ vara övergående. Det finns idag mediciner som hjälper de astmadrabbade till att få en så normal tillvaro som möjligt.<sup>69</sup> Om inte astma behandlas på rätt sätt kan den leda till för tidig död och varje år dör cirka 200 personer i Sverige på grund av astmaanfall.<sup>70</sup>

### 3.4 Legionärssjuka

Legionärssjuka är en allvarlig form av lunginflammation, som bland annat ger hög feber, huvud- och muskelvärk.<sup>71</sup> Sjukdomen orsakas av legionellabakterier, som förekommer naturligt i sötvatten och jord. Bakterierna trivs i varmt och stillastående vatten och förökar sig som mest när vattentemperaturen ligger mellan 20 och 42 °C.<sup>72</sup> Legionellabakterier kan förekomma i vanliga vattenledningar och klimatanläggningar, men det är inte farligt att dricka vattnet. Sjukdomen sprids nämligen genom inandning av vattendimma, som bildas när vattenstrålar slås sönder. Inandning av vattendimma kan därför ske vid användning av exempelvis dusch och bubbelpool. Legionärssjuka smittar inte heller mellan personer och kan behandlas med antibiotika.<sup>73</sup>

<sup>66</sup> AstraZeneca Sverige AB. <http://www.astma.com> (100503)

<sup>67</sup> Socialstyrelsen. *Miljöhälsoenkät 2007*. (2009)

<sup>68</sup> Nilsson S. *Det sunda kontoret*. (1999) s. 19.

<sup>69</sup> AstraZeneca Sverige AB. <http://www.astma.com> (100503)

<sup>70</sup> Hult M. *Skapa sund inomhusmiljö. Utredningsmetodik vid hälsoproblem i lokaler*. (2004) s. 59.

<sup>71</sup> Smittskyddsinstitutet. <http://www.smittskyddsinstitutet.se> (100503)

<sup>72</sup> Boverket, m.fl. *Legionella i vatteninstallationer – Tekniska faktorer med risk för samhällsförvärvad legionellainfektion*. (2006)

<sup>73</sup> Smittskyddsinstitutet. <http://www.smittskyddsinstitutet.se> (100503)

Legionärssjuka drabbar i första hand personer med redan nedsatt immunförsvar och mellan 6 och 21 procent av de drabbade avlider. Det gäller till exempel äldre, rökare och personer som nyss har genomgått någon typ av transplantation. Risken för att drabbas av sjukdomen är dessutom dubbelt så stor för män än för kvinnor, medan barn och ungdomar sällan drabbas.<sup>74</sup> Däremot kan även friska personer insjukna, beroende på hur stor mängd bakterier som andas in.<sup>75</sup> I Sverige ska alla fall av legionärssjuka rapporteras till Smittskyddsinstitutet. Varje år rapporteras mellan 70 och 100 svenska fall, men i verkligheten är antalet förmodligen cirka tio gånger större. Två tredjedelar av de rapporterade fallen har smittats i bostaden, på arbetsplatsen eller i offentliga lokaler som sjukhus och hotell. De övriga fallen har smittats utomlands.<sup>76</sup>

Antalet legionellabakterier i ett vattensystem kan reduceras genom att hålla en tillräckligt hög temperatur på vattnet. Den rekommenderade temperaturen är minst 60 °C i varmvattenberedaren och minst 50 °C på tappvattnet.<sup>77</sup> Vid en vattentemperatur på 60 °C dör 90 % av bakterierna efter två minuter, medan det vid 55 °C tar nitton minuter för samma mängd att dö.<sup>78</sup> Dessutom ska ledningar med stillastående vatten undvikas. Exempel på detta är en dusch som sällan används eller ett rörsystem vars användning har ändrats så att det förekommer avstängda ledningar eller avsättningar för tillkommande ledningar. Det är även viktigt att vattenberedarna kan rengöras för att minska mängden avlagringar på botten.<sup>79</sup> Mer information om de krav som ställs på vattensystemet i en byggnad redovisas i kapitel 7.3.2.

Legionellabakterierna kan även orsaka Pontiacfeber, som också påminner om influensa. Denna sjukdom smittar inte heller från person till person och de drabbade tillfrisknar av sig själva efter två till fem dagar.<sup>80</sup>

### 3.5 Cancer

Cancer är en allvarlig sjukdom, som beror på att genregleringen i kroppens celler skadas. Varje år drabbas cirka 40000 människor av cancer och av dessa dör hälften. Orsaker till cancer är exempelvis tobak, mat- och solvanor.<sup>81</sup> Den vanligaste orsaken till lungcancer är tobaksrökning, men även radon är en viktig källa för denna typ av cancer. En kombination av dessa källor ökar dessutom risken för att drabbas och av de 450 lungcancerfall, som uppstår varje år på grund av radon i bostäder, är 90 % rökare.<sup>82</sup> Radonets koppling till lungcancer behandlas mer ingående i kapitel 6.3.

---

<sup>74</sup> Boverket, m.fl. *Legionella i vatteninstallationer – Tekniska faktorer med risk för samhällsförvärd legionellainfektion.* (2006)

<sup>75</sup> Boverket. <http://www.boverket.se> (100503)

<sup>76</sup> Boverket, m.fl. *Legionella i vatteninstallationer – Tekniska faktorer med risk för samhällsförvärd legionellainfektion.* (2006)

<sup>77</sup> Smittskyddsinstitutet. <http://www.smittskyddsinstitutet.se> (100503)

<sup>78</sup> Boverket, m.fl. *Legionella i vatteninstallationer – Tekniska faktorer med risk för samhällsförvärd legionellainfektion.* (2006)

<sup>79</sup> Boverket. <http://www.boverket.se> (100503)

<sup>80</sup> Smittskyddsinstitutet. <http://www.smittskyddsinstitutet.se> (100503)

<sup>81</sup> Folkhälsoinstitutet, Socialstyrelsen. *Inneboken – en bok för alla som bryr sig om en hälsosam inommiljö.* (1998) s. 9.

<sup>82</sup> Strålsäkerhetsmyndigheten. <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se> (100503)

## 4 Myndigheter

Både i nya och befintliga byggnader är målet att inomhusmiljön ska vara så optimal som möjligt. För att detta ska vara möjligt, finns det olika regler som ska följas. Dessa regler ges ut av olika myndigheter, som har i uppdrag att skapa en sund inomhusmiljö. De myndigheter som tas upp i denna rapport är Arbetsmiljöverket, Boverket, Livsmedelsverket, Socialstyrelsen, Statens folkhälsoinstitut och Strålsäkerhetsmyndigheten, se kapitel 4.1–4.6. Myndigheterna ger ut olika regelverk med föreskrifter, som är bindande regler som ska följas. Till dessa föreskrifter hör i de flesta fall allmänna råd, som förtydligar föreskrifterna och på ett generellt sätt anger hur det kan uppnås.<sup>83</sup> De föreskrifter och allmänna råd som har kontrollerats i denna rapport finns sammanställda i tabell 4.1.

*Tabell 4.1 Sammanställning av de lagar som har använts i denna rapport.*

Myndighet	Lag	Förklaring
Arbetsmiljöverket	AFS 1987:02	Högfrekventa elektromagnetiska fält
	AFS 2005:16	Buller
	AFS 2005:17	Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar
	AFS 2009:02	Arbetsplatsens utformning
Boverket	BFS 1993:57	Boverkets byggregler, BBR
Livsmedelsverket	SLVFS 2001:30	Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten
Socialstyrelsen	SOSFS 1999:21	Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken - Fukt och mikroorganismer
	SOSFS 1999:22	Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken - Radon i inomhusluft
	SOSFS 1999:25	Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken - Ventilation
	SOSFS 2003:17	Socialstyrelsens allmänna råd om försiktighetsmått för dricksvatten
	SOSFS 2005:15	Socialstyrelsens allmänna råd om temperatur inomhus
	SOSFS 2005:6	Socialstyrelsens allmänna råd om buller inomhus
Strålsäkerhetsmyndigheten	SSMFS 2008:18	Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd om begränsning av allmänhetens exponering för elektromagnetiska fält
Svensk författningssamling	SFS 1993:581	Tobakslag
	SFS 2006:985	Lag om energideklaration för byggnader
	SFS 2006:1592	Förordning om energideklaration för byggnader

### 4.1 Arbetsmiljöverket

Arbetsmiljöverkets uppdrag är att kontrollera att arbetsmiljön uppfyller de krav som ges i arbetsmiljölagen. Detta görs bland annat med hjälp av arbetsmiljöinspektörer och genom att sprida information. Dessutom ger Arbetsmiljöverket ut en författningssamling, AFS, som baseras på arbetsmiljölagen. AFS innehåller mer detaljerade krav på arbetsmiljön i form av juridiskt bindande föreskrifter och allmänna råd.<sup>84</sup>

<sup>83</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20.*

<sup>84</sup> Arbetsmiljöverket. <http://www.av.se> (100503)

## 4.2 Boverket

Boverkets arbetsuppgifter omfattar samhällsplanering, stads- och bebyggelseutveckling, byggande, förvaltning och boende. Genom olika föreskrifter, som gäller vid nybyggnad, tillbyggnad, mark- och rivningsarbeten, säkerställer Boverket att en sund och säker miljö skapas.<sup>85</sup> Exempel på regler som ges ut av Boverket är Boverkets byggregler, BBR, som bland annat reglerar inomhusklimatet i form av föreskrifter och allmänna råd.<sup>86</sup>

## 4.3 Livsmedelsverket

Livsmedelsverket är Sveriges centrala förvaltningsmyndighet inom livsmedelsområdet. Myndigheten har som uppgift att skapa regler så att konsumenterna får säkra och bra livsmedel. De utövar även tillsyn enligt livsmedelslagen samt arbetar internationellt i bland annat EU-arbetet.<sup>87</sup> Livsmedelsverket har bland annat föreskrifter vad gäller radon i dricksvatten, SLVFS 2001:30.

## 4.4 Socialstyrelsen

Socialstyrelsen ansvarar för verksamhet som rör socialtjänst, hälso- och sjukvård, hälsoskydd, smittskydd och epidemiologi. Inom dessa områden samlas kunskap in och förmedlas. Dessutom tas föreskrifter, allmänna råd samt nationella riktlinjer fram, som baseras på lagstiftning och kunskap och kontroller utförs så att dessa regler följs. Socialstyrelsens författningssamling är SOSFS, som anger föreskrifter, allmänna råd och kungörelser.<sup>88</sup> I samband med inomhusklimat behandlar SOSFS bl.a. ventilation, buller, inomhustemperatur, fukt och mikroorganismer.

## 4.5 Statens folkhälsoinstitut

Statens folkhälsoinstitut fungerar som ett nationellt kunskapscentrum, för alla som är verksamma inom folkhälsoområdet. Institutet följer både svensk och internationell forskning inom området och sammanställer utvecklingen i kunskapsöversikter. Dessutom ger de förslag på nya forskningsprojekt samt genomför egen forskning, för att utveckla folkhälsoarbetet. Statens folkhälsoinstitut har även som uppgift att följa upp och utvärdera de insatser som görs för att förbättra folkhälsoarbetet. Resultatet presenteras vart fjärde år i en folkhälsopolitisk rapport. Förutom denna rapport sprider institutet sin kunskap genom att ge ut tidskrifter och genom att medverka i konferenser, seminarier och utbildningar. Institutet deltar i flera EU-projekt och samarbetar med myndigheter i övriga Norden, för att utveckla metoder och strategier för att förbättra folkhälsan.<sup>89</sup> För att skapa en sund inomhusmiljö har Statens folkhälsoinstitut bland annat gett ut det så kallade 21-punktsprogrammet.<sup>90</sup> Detta program tas upp i kapitel 9.1. Statens folkhälsoinstitut har även skapat verktyg, så kallade allergironder, för arbetsmiljöarbetet på förskola och skola. Dessa är utformade som checklistor och ska användas för att åstadkomma en sund inomhusmiljö och öka kunskapen om allergi.<sup>91</sup> Dessa allergironder kan skrivas ut från Statens folkhälsoinstituts hemsida, [www.fhi.se](http://www.fhi.se).

---

<sup>85</sup> Boverket. <http://www.boverket.se> (100503)

<sup>86</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20.*

<sup>87</sup> Livsmedelsverket. [www.slv.se](http://www.slv.se) (100503)

<sup>88</sup> Socialstyrelsen. *Detta är Socialstyrelsen.* (2006)

<sup>89</sup> Statens folkhälsoinstitut. *Vår roll – Statens folkhälsoinstitut.* (2004)

<sup>90</sup> Andersson S. *Folkhälsoinstitutets 21-punktsprogram för sund inomhusmiljö vid ny- och ombyggnad.* (2000)

<sup>91</sup> Statens folkhälsoinstitut. <http://www.fhi.se> (100503)

#### **4.6 Strålsäkerhetsmyndigheten**

I juli 2008 skedde en sammanslagning mellan Statens strålskyddsinstitut och Statens kärnkraftsinspektion. Resultatet blev Strålsäkerhetsmyndigheten, som arbetar för att skydda människan och miljön mot farlig strålning. Detta görs bland annat genom information, utbildning, stöd och utvärdering av forskning samt internationellt samarbete. Dessutom mäter myndigheten och övervakar strålningen i miljön samt sätter gränser för stråldoser till allmänheten. På uppdrag av regeringen utfärdar Strålsäkerhetsmyndigheten även föreskrifter om strålskydd, som tillsammans bildar Strålsäkerhetsmyndighetens författningssamling SSMFS. Föreskrifterna är baserade på Strålskyddslagen, Strålskyddsförordningen, Kärntekniklagen, Kärnteknikförordningen och Miljöbalken.<sup>92</sup>

---

<sup>92</sup> Strålsäkerhetsmyndigheten. <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se> (100503)



## 5 Innemiljöfaktorer

Det går inte att skapa en inomhusmiljö där alla personer som vistas i byggnaden är nöjda. Men erfarenhet har visat att en förutsättning för att brukarna ska må bra, är att byggnaden har tillfredsställande luftkvalitet, termiskt klimat, ljud- och ljusmiljö. Dessa innemiljöfaktorer är mätbara, vilket innebär att krav kan ställas på dem. Kraven kan sedan kontrolleras och följas upp under bygg- och förvaltningsskedet, då en bra inomhusmiljö ska uppnås genom drift och skötsel. Det är däremot viktigt att tänka på att dessa krav gäller för ett genomsnitt av människor och att enstaka brukare kan kräva andra förhållanden.<sup>93</sup>

### 5.1 Luftkvalitet

En bra kvalitet på inomhusluften är en viktig förutsättning för att människan ska trivas och må bra i byggnader. Begreppet luftkvalitet innefattar hur luften inverkar på människans hälsa och upplevelse av miljön. Inomhusluften är inte ren utan innehåller en mängd olika föroreningar och ämnen, till exempel damm, partiklar, emissioner från byggnadsmaterial, radon och mögel. Förutom de föroreningar som kommer utifrån från trafik, industrier och växtlighet, alstrar dessutom människorna i byggnaden emissioner i form av exempelvis tobaksrök, matos och koldioxid. Felaktig hantering av byggnadsmaterial, bristande underhåll av byggnaden samt fuktskador på byggnadsdelar kan också leda till ökad föroreningshalt.<sup>94</sup> Boverkets byggregler anger som allmänt krav att luftkvaliteten i vistelsezonen ska vara god. Det gäller för rum eller delar av rum där personer vistas mer än tillfälligt. Vidare ska kvalitetskraven ställas utifrån vilken verksamhet som bedrivs i rummen.<sup>95</sup> Mer precisa krav och bestämmelser från Boverket och andra myndigheter anges i samband med respektive tekniskt kriterium, se kapitel 6.

Luftkvaliteten inomhus delas in i två klasser, enligt riktlinjer utgivna av branschorganisationen VVS tekniska föreningen. Dessa klasser är AQ1 och AQ2, där klass AQ1 ställer högst krav. Grundkravet för de båda klasserna är detsamma, luften ska inte innehålla föroreningskoncentrationer som kan påverka människans hälsa på ett negativt sätt. Det gäller både för friska och överkänsliga personer. Klass AQ1 innebär dessutom att det normalt är mycket liten risk för störningar i form av lukter, medan lukter kan kännas kortvarigt direkt efter inträde i rummen vid klass AQ2.<sup>96</sup>

Byggnadens ventilationssystem ska se till att föroreningarna försvinner och istället ersätts av ny luft.<sup>97</sup> Om ventilationssystemet inte är rätt dimensionerat innebär det att luftkvaliteten blir sämre och det kan i sin tur leda till att allergier, SBS och andra besvär uppkommer eller förvärras bland brukarna.<sup>98</sup> Sammanfattningsvis beror inomhusluftens kvalitet på tre huvudkällor<sup>99</sup>:

- Tillförsel av föroreningar utifrån.
- Interna emissioner och föroreningar i byggnaden.
- Ventilationens effektivitet.

Dessa tre källor behandlas nedan i kapitel 5.1.1. – 5.1.3.

#### 5.1.1 Föroreningar utifrån

Den luft som ventilationssystemet använder för att byta ut den förorenade inomhusluften hämtas utifrån. Uteluftens föroreningar kommer dels från växter och mark, men även från trafik och

<sup>93</sup> Stålbom G., Johansson B. *Människan inomhus. Perspektiv på vår tids inneliv.* (2003) s. 230.

<sup>94</sup> Ekberg L. *RI – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav.* (2006)

<sup>95</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20.*

<sup>96</sup> Ekberg L. *RI – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav.* (2006) kapitel 4.3.

<sup>97</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V.* (2002) s. 1:9.

<sup>98</sup> Socialstyrelsen. *Miljöhälsorapport 2009.* (2009)

<sup>99</sup> Nilsson S. *Det sunda kontoret.* (1999) s. 41ff.

industrier. För att bibehålla en bra luftkvalitet inne krävs det att uteluften inte innehåller för stor halt av dessa föroreningar. Föroreningskoncentrationen i uteluften varierar över året, men beror även på vädret och på var byggnaden är placerad. Halten pollen och mögelsporer hör till exempel samman med årstid och väder, medan halten radon samt trafik- och industriavgaser beror på byggnadens placering.<sup>100</sup> De partiklar som finns i uteluften bildas vid förbränning<sup>101</sup> och finns bland annat i avgaserna från dieseldrivna bilar.<sup>102</sup>

### 5.1.2 Interna emissioner och föroreningar i byggnaden

Inne i byggnaden finns olika föroreningskällor, som bidrar till försämrad luftkvalitet. En källa till luftens innehåll av föroreningar är brukarna, som genom utandningsluften tillför koldioxid till luften. Ett rum med många människor kan därför snabbt innehålla flera tusen ppm koldioxid om inte ventilationen är tillräckligt effektiv.<sup>103</sup> Om halten koldioxid blir för hög, reagerar kroppen genom att prestationsförmågan minskar. Det beror på att blodets syreupptagning hindras. Andra symptom på för hög koldioxidhalt är huvudvärk och ökad andningsfrekvens.<sup>104</sup> Koldioxidhalten i ett rum kan inte ensamt användas för att säkert avgöra luftkvaliteten skapad av samtliga föroreningskällor. Däremot har laboratorieförsök visat ett tydligt samband mellan koldioxid och upplevd luftkvalitet. Dessutom är koldioxidhalten lätt att mäta och används ofta för att kontrollera mängden föroreningar, som kommer från människan.<sup>105</sup> Lokaler med stor personbelastning ska, enligt både Socialstyrelsen och Arbetsmiljöverket, ha en koldioxidhalt som är under 1000 ppm. Överstiger halten detta värde tyder det på att luftkvaliteten är dålig.<sup>106</sup>

Aktiviteter av olika slag, som människan utför i hemmet, ger också föroreningar. Det är till exempel matlagning, men även tobaksrökning och städning. Både direkt och passiv rökning påverkar inomhusmiljön negativt, eftersom partiklar tillförs luften och irriterar slemhinnorna. Även rökare kan reagera på andra människors cigarettök.<sup>107</sup> Vad gäller bostäder anger tobakslagen inga krav angående rökning inomhus. Däremot gäller rökförbud i gemensamma lokaler i samband med bostäder. I lokaler och områden runt omkring där barn och ungdomar vistas råder också rökförbud, samt i lokaler för hälso- och sjukvård, restauranger inomhus och övriga lokaler vid offentlig tillställning. På arbetsplatser är det enligt tobakslagen arbetsgivaren som ansvarar för att personalen inte utsätts för tobaksrök mot sin vilja.<sup>108</sup>

Mängden damm som finns i luften beror på de källor som finns, av luftrörelser i rummen och av städning.<sup>109</sup> Damm består av partiklar och fibrer, som till exempel matrester, växtdelar, pollenkorn, textilier och mögelsporer.<sup>110</sup> För att få en bättre luftkvalitet inomhus bör det finnas en ordentlig städrutin, som bidrar till att hålla dammhalten på ett minimum. I skolor och allmänna lokaler har städfrekvensen minskat under senare år, på grund av ekonomiska skäl. Dessutom sker städningen under dagtid, det vill säga under ordinarie verksamhet. Det ökar risken för att både friska och allergiska personer mår dåligt. Undersökningar har visat att ju mer svårstäddade utrymmen är, desto

<sup>100</sup> Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskapssammanställning.* (1995) s. 14.

<sup>101</sup> Hansen H.E., Kjerulf-Jensen P., Stampe O.B. *Varme- og klimateknik, Grundbog, 2. udgave.* (1997) s. 55.

<sup>102</sup> Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskapssammanställning.* (1995) s. IV.

<sup>103</sup> Nilsson S. *Det sunda kontoret.* (1999) s. 41ff.

<sup>104</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V.* (2002) s. 1:10.

<sup>105</sup> Ekberg L. *R1 – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav.* (2006) kapitel 4.3.

<sup>106</sup> Arbetsmiljöverket. *Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2009:02. / Socialstyrelsen. Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 1999:25.*

<sup>107</sup> Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskapssammanställning.* (1995) s. 59.

<sup>108</sup> Socialdepartementet. *Svensk författningssamling, SFS 1993:581 med ändringar t.o.m. 2010:1317*

<sup>109</sup> Nilsson S. *Det sunda kontoret.* (1999) s. 41ff.

<sup>110</sup> Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskapssammanställning.* (1995) s. 13.



större är förekomsten av ”sjuka hus”-symptom. Det är även viktigt att använda rengöringsprodukter, som inte innehåller allergiframkallande ämnen som konserveringsmedel, parfymer och färgämnen.<sup>111</sup>

Förutom ovan nämnda interna föroreningskällor, förekommer flyktiga organiska ämnen från byggnads- och inredningsmaterial samt kontorsapparater.<sup>112</sup> Dessa ämnen kallas med ett gemensamt namn VOC, Volatile Organic Compounds. Beroende på ett materials sammansättning avges olika mängder och typer av ämnen, som förorenar luften. Exempel på sådana ämnen är kemiska emissioner, fibrer och allergener.<sup>113</sup> Mängden emissioner från byggnads- och inredningsmaterial är störst när de är nytillverkade, men om ventilationen är effektiv minskar halten snabbt. Det tar cirka 6–12 månader för emissionerna att stabiliseras till en godtagbar nivå. Därför bör ventilationssystemet vara i drift kontinuerligt de första månaderna.<sup>114</sup> Andra faktorer som påverkar mängden emissioner från material är materialens fuktighet och temperatur.<sup>115</sup> Myndigheternas krav angående val av material finns i kapitel 6.2.1. Mikrobiell tillväxt kan förekomma i rum där luftfuktigheten är så hög att den tillåts.<sup>116</sup> På senare år har till exempel duschfrekvensen i bostäder ökat. Det kan innebära att inomhusmiljön blir fuktigare än vad våtrummet tål. Det kan i sin tur leda till mikrobiell tillväxt, som ökar mängden mikroorganismer i luften.<sup>117</sup> Tillväxt kan även förekomma i rum där fuktskador i byggmaterial förekommer eller har förekommit. Fuktskadorna kan till exempel bero på fuktskadat byggmaterial från byggtiden, ej tillräckligt uttorkade konstruktioner, låg ventilation med kondensutfällning, översvämning och andra direkta fuktskador.<sup>118</sup>

För att minska mängden kemiska ämnen i rumsluften bör försiktighetsprincipen tillämpas vid val av material. Principen innebär att inom en viss material- eller produktgrupp, väljs det material som har lägst emission.<sup>119</sup> Tidigare användes den totala halten flyktiga organiska föroreningar, TVOC, som ett mått på luftkvaliteten. Men studier har visat att TVOC-halten inte är relevant ur hälsosynpunkt. Hälsoeffekterna beror istället på hur blandningen är sammansatt och det är därför viktigare att känna till vilken typ av ämne luften innehåller, än den sammanlagda mängden ämnen.<sup>120</sup> Enligt en nordisk expertgrupp, bör istället alla organiska ämnen i inomhusluften kontrolleras. Den utökade gruppen flyktiga organiska ämnen kallas OCIA, Organic Chemicals in Indoor Air. Denna grupp innehåller förutom ovan nämnda VOC, även andra relevanta ämnen som normalt är svåra att mäta, men som har stor betydelse för hälsan. Det är till exempel reaktiva ämnen som aldehyder och så kallade fria radikaler.<sup>121</sup>

### 5.1.3 Ventilation

Ett väl fungerande ventilationssystem förser byggnaden med ett tillräckligt stort luftflöde för att luftkvaliteten ska bli bra. Allergiker behöver ofta större luftflöden än vanligt och särskilda luftfilter av högre klass används för att minska luftföroreningarna utifrån.<sup>122</sup> Krav på hur stort luftflödet bör vara i byggnader redovisas bland annat av Boverket och Arbetsmiljöverket, se kapitel 7.1.3. De olika riktlinjerna kan även innehålla krav på högsta tillåtna koldioxidhalt, som på ett överskådligt sätt visar ventilationens effektivitet. Det är även viktigt att luftomsättningen är tillräcklig. En enkel kontroll av

---

<sup>111</sup> Nilsson S. *Det sunda kontoret*. (1999) s. 83ff.

<sup>112</sup> Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskapssammanställning*. (1995) s. 8.

<sup>113</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande*. (2004) s. 34.

<sup>114</sup> Ekberg L. *RI – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav*. (2006) kapitel 4.3.

<sup>115</sup> Hagentoft C-E. *Vandrande fukt, strålande värme – så fungerar hus*. (2002) s. 16f.

<sup>116</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002) s. 1:12.

<sup>117</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande*. (2004) s. 34.

<sup>118</sup> Sundell J., m.fl. *Problem med inomhusklimatet. Utredningar, mätningar, åtgärder*. BFR A8:1997. (1997)

<sup>119</sup> Samuelsson I. *Kriterier för sunda byggnader och material*. (1998) s. 17.

<sup>120</sup> Björk F., Eriksson C-A. *Sjuk av att vara inne? En bok om betong, fukt, golv och emissioner*. (2000) s. 21f.

<sup>121</sup> Wolkoff P., Nielsen G.D. *Organic compounds in indoor air – their relevance for perceived indoor air quality?* (2001)

<sup>122</sup> Ekberg L. *RI – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav*. (2006)

luftomsättningen är att hålla ett lätt papper, till exempel toalettpapper, framför frånluftsdonet. Om pappret inte sugts fast vid ventilen är omsättningen för låg och det resulterar i<sup>123</sup>:

- imma på ytor som har lägre temperatur än den övriga bostaden, t.ex. insidan av fönster och på ytterdörrens handtag och lås.
- att det luktar instängt.
- att tvätt torkar långsamt.

Andra ventilationsparametrar som påverkar luftkvaliteten inomhus är drifttiden, graden av återluftförlust, kvaliteten på uteluften, luftströmningen inom byggnaden samt nedsmutsade tilluftssystem.<sup>124</sup> På grund av att tilluftssystemen byggs in är de svåra att komma åt och rengöra. Det innebär att tilluften kan förorenas av partiklar, fibrer och ämnen som har fastnat i ventilationskanalernas filter och i den invändiga isoleringen. Förekommer mögel i kanalerna eller på invändiga ytor förs sporer in i byggnaden och mängden mikroorganismer i inomhusluften ökar.<sup>125</sup>

Ventilationssystemet ska med andra ord både klara av att rena uteluften som tas in som tilluft och transportera bort de föroreningar som uppkommer inomhus. Trots att luftflödena uppfyller kraven och ventilationssystemet fungerar bra kan problem uppstå. Det kan bero på att föroreningsbelastningen i byggnaden har ökat på grund av att verksamheten har ändrats. Om belastningen är för stor krävs större luftflöden, som i sin tur leder till störande lufthastigheter och hög energianvändning. Det är därför viktigt att ventilationssystemet är korrekt dimensionerat och att föroreningshalten hålls så låg som möjligt.<sup>126</sup>

## 5.2 Termiskt klimat

En byggnads termiska klimat påverkar i stor grad hur människorna upplever inomhusmiljön. Om den värme som produceras i kroppen är lika stor som den värme som avges till omgivningen, innebär det att personen är i termisk jämvikt och är tillfreds med klimatet. Om denna jämvikt inte infinner sig är kroppens temperatur inte längre konstant och personen i fråga upplever inte termisk komfort. Termisk komfort innebär att människan är nöjd med klimatet och varken vill ha det varmare eller kallare. På grund av individuella variationer går det inte att skapa ett termiskt klimat, där alla personer i ett rum är tillfreds.<sup>127</sup> Även om det termiska klimatet är optimalt vad gäller temperatur m.m., upplever cirka 5 % av personerna inte termisk komfort i ett rum. Det kan till exempel bero på att strålning eller drag orsakar lokal avkylning av någon kroppsdel.<sup>128</sup> Om klimatet i ett rum är för varmt höjs kroppstemperaturen, vilket bland annat leder till minskad fysisk prestation och sämre koncentration. Även ett klimat som är för kallt innebär minskad fysisk prestation, vilket i sin tur kan leda till fler olyckor.<sup>129</sup>

Enligt internationell standard, ISO 7730, kan det termiska klimatet i en byggnad delas in i tre klimatklasser. Dessa klasser är A, B och C, där klass A ställer högst krav. För klimatklass A gäller att maximalt 6 % av brukarna ska vara missnöjda med klimatet, medan kravet för klass B är maximalt 10 % och för klass C 15 %.<sup>130</sup> För att dessa krav ska uppfyllas finns även rekommendationer för de olika faktorer, som har betydelse för det termiska klimatet. Dessa rekommendationer anges under respektive kapitel nedan. De faktorer som beror på omgivningen är luftens temperatur, strålningstemperatur från omgivande ytor, lufthastighet och luftfuktighet och behandlas i kapitel 5.2.1.–5.2.3. Dessutom spelar

<sup>123</sup> Clavensjö B., Åkerblom G. *Radonboken. Åtgärder mot radon i befintliga byggnader.* (2007) s. 46f.

<sup>124</sup> Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskapsmanställning.* (1995) s. 81f.

<sup>125</sup> Nilsson S. *Det sunda kontoret.* (1999) s. 41ff.

<sup>126</sup> Ekberg L. *RI – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav.* (2006) kapitel 4.3.

<sup>127</sup> Hansen H.E., m.fl. *Varme- og klimateknik, Grundbog, 2. udgave.* (1997)

<sup>128</sup> Ekberg L. *RI – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav.* (2006) kapitel 4.2.

<sup>129</sup> Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskapsmanställning.* (1995) s. 43.

<sup>130</sup> *Svensk standard, SS-EN ISO 7730:2005.* (2006)

brukarnas klädsel och aktivitet in vid bedömning av det termiska klimatet, vilket presenteras närmare i kapitel 5.2.4.–5.2.5.

## 5.2.1 Temperatur

Lufttemperaturen i ett rum anges ofta som ett mått på komforten, men eftersom temperaturen inte tar hänsyn till strålning och temperaturskillnader kan det vara vilseledande. Kalla ytor sänker till exempel den upplevda temperaturen, på grund av att kroppsvärme strålar bort mot den kalla ytan. Om det är stor skillnad i mängden värme som kroppen strålar ut i olika riktningar, kan så kallat strålningsdrag uppstå.<sup>131</sup> För mer information om hur drag påverkar människan, se kapitel 5.2.2. Ett medelvärde av luftens och de omgivande ytornas temperatur, anger den operativa temperaturen. Genom att gå ytterligare ett steg och lägga till hur den operativa temperaturen och luftrörelser samverkar, fås den ekvivalenta temperaturen. Den ger ett bra mått på hur det termiska klimatet uppfattas av människan.<sup>132</sup> Den termiska komforten påverkas även av vilken temperatur golvet har. Låg temperatur vid golvet kan upplevas som drag, om det samtidigt innebär att temperaturskillnaden mellan golv och tak blir stor.<sup>133</sup> På grund av att människor med hjärtbesvär kan må dåligt vid höga temperaturer, bör lufttemperaturen aldrig vara högre än 30 °C.<sup>134</sup>

### 5.2.1.1 Krav enligt Internationell standard, ISO 7730

De rekommendationer som anges i ISO 7730 är för de olika klimatklasserna enligt tabell 5.1.

**Tabell 5.1** Rekommendationer vad gäller temperatur för de olika klimatklasserna.

(Källa: Svensk standard, SS-EN ISO 7730:2005. (2006))

ISO 7730		Klimatklass		
		A	B	C
Operativ temperatur <sup>A)</sup>	sommartid	24,5 ± 1,0 °C	24,5 ± 1,5 °C	24,5 ± 2,5 °C
	vintertid	22,0 ± 1,0 °C	22,0 ± 2,0 °C	22,0 ± 3,0 °C
Vertikal lufttemperaturskillnad	0,1 m över golv	< 2 °C	< 3 °C	< 4 °C
	1,1 m över golv			
Golvtemperatur		19–29 °C	19–29 °C	17–31 °C

<sup>A)</sup> Värdena gäller vid en aktivitet som motsvarar stillasittande arbete eller motsvarande. Vid högre aktivitet kan temperaturen vara lägre.

### 5.2.1.2 Krav enligt Boverket

Boverket anger i sina föreskrifter att termisk komfort ska uppnås i rum eller delar av rum där människor vistas mer än tillfälligt. Kraven som gäller för komfort ska även anpassas till olika användningsområden. För att uppfylla kraven bör värdena i tabell 5.2 uppfyllas vid dimensionerande utetemperatur vintertid.

<sup>131</sup> Socialstyrelsen. *Temperatur inomhus*. (2005) s. 20.

<sup>132</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002) s. 1:3.

<sup>133</sup> Socialstyrelsen. *Temperatur inomhus*. (2005) s. 22.

<sup>134</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002) s. 1:3.

**Tabell 5.2** Värden som bör uppfyllas vid dimensionerande utetemperatur vintertid.

(Källa: Boverket. Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20)

<b>Boverket</b>	Krav	Kommentar
Riktad operativ temperatur	> 18 °C	Bostads- och arbetsrum
	> 20 °C	Hygienrum, vårdlokaler och rum för barn och äldre
Skillnad i riktad operativ temperatur mellan olika punkter i vistelsezonen	< 5 °C	
Golvtemperatur	16–26 °C	Bostads- och arbetsrum
	> 18 °C	Hygienrum
	> 20 °C	Rum för barn
Lufthastighet, se även kapitel 5.2.2.	< 0,15 m/s	Vintertid
	< 0,25 m/s	Under resten av året

### 5.2.1.3 Krav enligt Socialstyrelsen

Socialstyrelsen har också undersökt vilka värden som bör uppfyllas för att människor ska uppleva termisk komfort. De rekommenderade värdena är enligt tabell 5.3.

**Tabell 5.3** Rekommenderade värden från Socialstyrelsen. (Källa: Socialstyrelsen. Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 2005:15)

<b>Socialstyrelsen</b>	Krav	Kommentar
Operativ temperatur	20–23 °C	
	22–24 °C	För äldre, sjuka och funktionshindrade personer
Skillnad i operativ temperatur, vertikalt 0,1 och 1,1 m över golv	< 3 °C	
Strålningstemperaturskillnad - mellan fönster och motsatt vägg	< 10 °C	
	< 5 °C	
Golvtemperatur	20–26 °C	
Lufthastighet, vintertid	< 0,15 m/s	Högre hastighet kan accepteras under resten av året

### 5.2.1.4 Krav enligt Arbetsmiljöverket

Arbetsmiljöverket ställer krav på temperatur enligt tabell 5.4. För godtagbara temperaturskillnader hänvisar Arbetsmiljöverket till SS-EN ISO 7730:2005, se kapitel 5.2.1.1.

**Tabell 5.4** Krav på temperatur enligt Arbetsmiljöverket. (Källa: Arbetsmiljöverket. Arbetarskyddsstyrelsens författningssamling, AFS 2009:2)

<b>Arbetsmiljöverket</b>	Krav	Kommentar
Lufttemperatur, vid lätt och stillasittande arbete	20-24 °C	Vintertid
	20-26 °C	Sommartid
Om arbetet utförs utomhus ska det finnas skydd för vind		

## 5.2.2 Lufthastighet

Lufthastigheten påverkar människans termiska komfort genom att föra bort värmen, som omger kroppen. Höga hastigheter och stora luftrörelser medför samma upplevelse, som en temperatursänkning skulle göra.<sup>135</sup> Lufthastighet och luftens turbulens kan även orsaka drag, som innebär en lokal avkylning av kroppen. Drag som uppkommer på grund av luftrörelser upplevs dessutom starkare om det samtidigt är hög hastighet och låg temperatur. Ju högre medellufthastigheten är, desto mindre variationer i hastigheten tolereras. Dragupplevelsen påverkas även av stora skillnader i temperatur mellan golv och tak, se kapitel 5.2.1. Vid så kallat falskt drag, strålar kroppens värme bort mot en kallare yta. Kallras uppkommer vid kalla fönsterytor och orsakar också en lokal avkylning. Kall luft är tyngre än varm, vilket innebär att luften vid fönstret sjunker nedåt. Luften fortsätter därefter in på golvet som kallras.<sup>136</sup>

För att undvika känslan av drag, bör lufthastigheten i vistelsezonen vara maximalt 0,15 m/s vintertid. Sommartid och övrig tid på året bör hastigheten inte överstiga 0,25 m/s.<sup>137</sup>

## 5.2.3 Luftfuktighet

Inomhusluftens relativa fuktighet beror på luftens koncentration av vattenånga och temperatur, men även på hur bra ventilationssystemet klarar av att transportera bort den fukt som bildas i byggnaden. Luftens koncentration av vattenånga påverkas dessutom av människor, djur och växter samt de aktiviteter som utförs inomhus.<sup>138</sup> Vid 100 % relativ fuktighet innehåller luften maximal mängd fukt och vid 0 % relativ fuktighet innehåller luften ingen fukt alls, det vill säga luften är torr. Luftfuktigheten har betydelse för människors välbefinnande, men även för byggnadsmaterialens beständighet och hur kvalster och mögel trivs.<sup>139</sup> Vid normala temperaturer påverkas inte människans termiska jämvikt av luftfuktigheten. En ändring av den relativa fuktigheten av 10 % motsvarar då en temperaturförändring av 0,3 °C, vilket kan ses som obetydligt.<sup>140</sup> Om däremot temperaturen är hög samtidigt som den relativa fuktigheten ökar, försvåras svettningen och värmeavgivningen. Det leder i sin tur till att den termiska jämvikten rubbas.<sup>141</sup> Vid riktigt låg luftfuktighet, mindre än 20 %, reagerar slemhinnor och huden negativt.<sup>142</sup> Den relativa fuktigheten i inomhusluften är hög på sommaren och låg på vintern.<sup>143</sup> För att så många problem som möjligt ska kunna undvikas, bör luftfuktigheten ligga mellan 40 % och 60 %, se kapitel 6.1.2. Trots att människan har svårt att märka en förändring i luftfuktigheten, kan brukarna ha klagomål på att luften är för torr eller för fuktig. Upplevelsen att luften är för torr kan bero på att den relativa fuktigheten faktiskt är under 20 %. Men chansen är större att det beror på att luften är förorenad, att temperaturen är för hög eller att ventilationen är för kraftig.<sup>144</sup>

## 5.2.4 Klädsel

Kläder fungerar som värmeisolering på huden, vilket innebär att det är en viktig faktor vid bedömning av ett rums termiska klimat. Olika klädesplagg har en viss värmeisolerande förmåga, som uttrycks i enheten clo. 1 clo motsvarar 0,155 (m<sup>2</sup>\*K)/W. Isolering förmågan för en kombination av plagg fås genom addition av de olika clo-värdena, se tabell 5.5.<sup>145</sup>

<sup>135</sup> Magnusson L., Qvist L. *Inomhusklimat för människan*. (1989) s. 18.

<sup>136</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002) s. 1:5.

<sup>137</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20*.

<sup>138</sup> Nevander L.-E., Elmarsson B. *Fukthandbok. Praktik och teori*. (1994) s. 275.

<sup>139</sup> Hagentoft C-E. *Vandrande fukt, strålande värme – så fungerar hus*. (2002) s. 74f.

<sup>140</sup> *Svensk standard, SS-EN ISO 7730:2005*. (2006).

<sup>141</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002) s. 1:6.

<sup>142</sup> Hagentoft C-E. *Vandrande fukt, strålande värme – så fungerar hus*. (2002) s. 74f.

<sup>143</sup> Nevander L.-E., Elmarsson B. *Fukthandbok. Praktik och teori*. (1994) s. 278.

<sup>144</sup> Nordqvist B. *Föreläsning i kursen Byggnadsteknik vid nybyggnad, VBF 050: Inneklimat*. (051026)

<sup>145</sup> Hansen H.E., m.fl. *Varme- og klimateknik, Grundbog, 2. udgave*. (1997) s. 35.

**Tabell 5.5** Exempel på värmeisoleringsförmåga för klädesplagg. Värdena gäller för stående personer. (Källa: Hansen H.E., m.fl. *Varme- og klimat teknik, Grundbog, 2. udgave.* (1997))

Klädsel	clo-värde
Naken	0
Sommarbyxor	0,20
Kraftiga byxor	0,28
Shorts	0,06
Skjorta med kort ärm	0,15
Skjorta med lång ärm, kraftig	0,30
Klänning med korta ärmar	0,20
Klänning med långa ärmar	0,40
Tunn tröja	0,20
Kraftig tröja	0,35
Tunna strumpor	0,02
Tjocka strumpor	0,10
Lätt sommarklädsel	0,50
Normal inomhusklädsel vintertid	1,00

### 5.2.5 Aktivitet

Personer som utför olika aktiviteter upplever det termiska klimatet på skilda sätt. Det beror på att kroppen producerar mer värme vid större fysisk aktivitet, se tabell 5.6. Vid vissa aktiviteter, till exempel gång upp- och nedför trappa, omsätts högst 25 % av energin till mekaniskt arbete. Resten av energin blir värme. Värmealstringen anges i enheten  $W/m^2$  eller i enheten met, där 1 met motsvarar  $58 W/m^2$ .<sup>146</sup>

**Tabell 5.6** Värmealstring vid olika aktiviteter. (Källa: Hansen H.E., m.fl. *Varme- og klimat teknik, Grundbog, 2. udgave.* (1997))

Aktivitet	Värmealstring i $W/m^2$	Värmealstring i met
Liggande	46	0,8
Sitta, avslappnad	58	1,0
Kontorsarbete, sittande	70	1,2
Husarbete, stående	116	2,0
Verkstadsarbete	165	2,8

Vid normala inomhustemperaturer sker cirka 40 % av värmeutbytet mellan människa och omgivning genom konvektion, det vill säga genom att värmen förs bort av den luft som omger kroppen. Ytterligare cirka 40 % sker genom strålning från eller till kroppen på grund av kroppens, klädernas eller omgivande ytors temperatur. 15 % av värmen avdunstar genom andning och svettning och de resterande 5 % överförs genom ledning från kroppen till kallare ytor eller till kroppen från varmare ytor. Denna fördelning gäller för vanligt förekommande temperaturer inomhus. Vid högre temperaturer blir fördelningen annorlunda.<sup>147</sup>

<sup>146</sup> Hansen H.E., m.fl. *Varme- og klimat teknik, Grundbog, 2. udgave.* (1997) s. 34.

<sup>147</sup> Nordqvist B. *Föreläsning i kursen Byggnadsteknik vid nybyggnad, VBF 050: Inneklimat.* (051026).

## 5.2.6 PMV-index och PPD-index

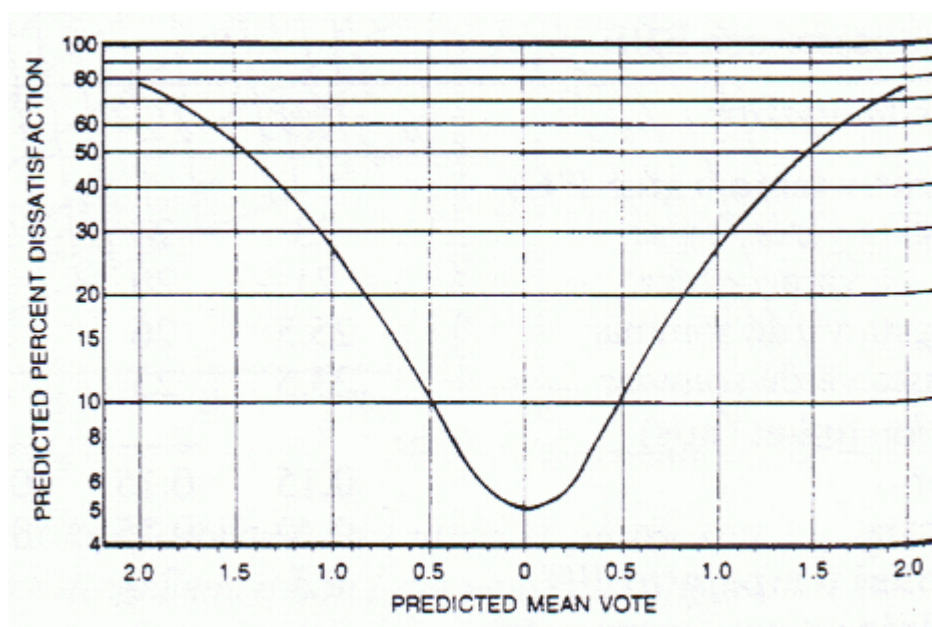
Många gånger räcker det inte att känna till värdena på temperatur, lufthastighet m.m. för att bedöma det termiska klimatet. Det beror på att människans upplevelse av klimatet är subjektiv.<sup>148</sup> Därför finns det så kallade PMV-indexet, som är en 7-gradig skala där människorna kan definiera hur de upplever det termiska klimatet, se tabell 5.7. PMV-indexet anger därmed det förväntade medelutlåtandet i ett rum, om ett stort antal personer utsätts för ett givet inneklimat.<sup>149</sup> PMV-indexet kan antingen räknas ut eller avläsas i diagram och för varje kombination av aktivitet och klädsel finns en komforttemperatur. Vid denna temperatur är så många personer som möjligt tillfredsställda med det termiska klimatet.<sup>150</sup>

**Tabell 5.7** Upplevelse av termiskt klimat uttryckt i PMV-index. (Källa: Hansen H.E., m.fl. *Varme- og klimateknik, Grundbog, 2. udgave.* (1997))

PMV-index	Termisk nivå
+3	Hett
+2	Varmt
+1	Lite varmt
0	Neutralt
-1	Lite kyligt
-2	Kyligt
-3	Kallt

Med hjälp av PMV-indexet kan sedan ett PPD-index beräknas. Detta index anger förväntad procent otillfredsställda, det vill säga den del av en större grupp som definierar den termiska upplevelsen som het, varm, kylig eller kall på PMV-skalan. När PMV-indexet är beräknat kan PPD-indexet avläsas i figur 5.1 eller beräknas med hjälp av formeln<sup>151</sup>:

$$PPD = 100 - 95 * e^{-(0,03353 * PMV^4 + 0,2179 * PMV^2)}$$



**Figur 5.1** Samband mellan PMV och PPD. (Källa: Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V.* (2002))

<sup>148</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V.* (2002)

<sup>149</sup> Hansen H.E., m.fl. *Varme- og klimateknik, Grundbog, 2. udgave.* (1997) s. 41.

<sup>150</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V.* (2002)

<sup>151</sup> Hansen H.E., m.fl. *Varme- og klimateknik, Grundbog, 2. udgave.* (1997) s. 43.

Figur 5.1 visar att det finns inget termiskt klimat då alla personer i rummet är nöjda. Det kommer alltid att finnas minst 5 % som är missnöjda. En lokals PPD-värde bör enligt internationella rekommendationer ligga under 10 %.<sup>152</sup>

### 5.3 Ljud

Varje dag utsätts människan för många olika sorters ljud. Det kan vara allt ifrån favoritmusiken på radion och fåglarnas kvitter i skogen, till ljud från fläktar, grannar och bilar på gatan. Ljud kan med andra ord vara både önskvärt och icke önskvärt, det senare även kallat buller. Ljud ger en subjektiv upplevelse, önskvärt ljud för en person kan upplevas som buller för en annan. Dessutom kan samma ljud upplevas som både önskvärt ljud och som buller, beroende på vid vilken tidpunkt det förekommer.<sup>153</sup> Många människor anser att buller på arbetsplatser och i bostäder, är en av de innemiljöfaktorer som är mest störande. Även i byggnader som uppfyller myndigheternas ljudkrav upplever brukarna att buller är ett stort problem.<sup>154</sup> Dessutom beräknas cirka 2 miljoner människor i Sverige utsättas för bullernivåer utomhus, som är högre än vad som betraktas vara god miljö.<sup>155</sup> Buller påverkar människan på olika sätt, det kan dels ge upphov till hörselskador men det kan även ge psykosociala effekter, se kapitel 5.3.1. För att skapa ett så bra ljudklimat som möjligt, ger myndigheterna ut krav för svenska byggnader, se kapitel 5.3.2.

#### 5.3.1 Människans reaktion vid buller

Örat uppfattar ljud som ligger mellan 20 Hz och 20000 Hz. De ljud som ligger utanför örats frekvensområde, är infraljud och ultraljud. Infraljud har lägre frekvens än 20 Hz och kommer bland annat från fläktar, pumpar, dieselmotorer, vindkraftverk och högtalare. Lågfrekventa ljud kan orsaka trötthet och koncentrationssvårigheter. Ultraljud har högre frekvens än 20000 Hz, men har inga kända effekter på människan.<sup>156</sup>

Vid höga ljud samt vid stark och upprepad bullernivå, kan en övergående eller bestående hörselnedsättning uppkomma. Även kortvariga ljud kan orsaka omedelbara hörselskador, till exempel vid ett pistolskott. Tinnitus är ett inre oljud som den drabbade personen hör hela tiden. Det kan förekomma som pip, tjut, sus, brummande eller fräsande ljud. Tinnitus drabbar ofta de som har en hörselnedsättning, men det kan också förekomma innan själva hörselskadan har utvecklats. Buller påverkar inte bara människans hörselorgan utan även prestation och inlärning. Det beror på att koncentrationsförmågan minskar, det blir svårare att uppfatta tal och att kommunicera med varandra. Långvarigt arbete under inverkan av buller ökar dessa effekter och orsakar dessutom trötthet. Andra effekter av buller är sömnstörningar, höjd hjärtfrekvens och blodtrycksnivå samt stress. Buller påverkar både insomnings- och sömnfasen och leder till ökad trötthet under dagen, lägre sinnesstämning och försämrad prestationsförmåga. Huvudvärk, nervösa magbesvär och nedstämdhet är andra effekter av sömnstörningar. Höjd hjärtfrekvens och blodtrycksnivå uppkommer främst i arbetsmiljöer och kan uppträda vid plötsliga eller starka ljud. Det finns studier som visar att dessa effekter även kan drabba boende, exempelvis vid starka ljud från lågflygande militärflygplan.<sup>157</sup>

---

<sup>152</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002)

<sup>153</sup> Andersson J. *Akustik & buller – en praktisk handbok*. (1998) s. 11.

<sup>154</sup> Ekberg L. *R1 – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav*. (2006) kapitel 4.4.

<sup>155</sup> V-byggaren, nr 2/2007. Åkerlöf L. *Stockholms bullerskyddsarbete*.

<sup>156</sup> Andersson J. *Akustik & buller – en praktisk handbok*. (1998) s. 25.

<sup>157</sup> Nilsson E., m.fl. *Grundläggande akustik*. (2005) s. 9ff.



### 5.3.2 Krav på bullerbegränsning

För att åstadkomma byggnader som begränsar uppkomst och spridning av buller, ger myndigheter ut föreskrifter med ljudkrav. För att kraven så långt som möjligt ska överensstämma med hur människan verkligen uppfattar ljudet, finns olika vägningskurvor. Dessa kurvor förstärker och försvagar ljudtrycksnivån vid olika frekvenser och fungerar som ett filter. A-filtret används vid låga ljudnivåer och resultatet uttrycks i dB(A). Dessutom används filtret vid höga ljudnivåer då skador på hörselorganen är intressanta. Det beror på att vid hörselskador anses ljud med höga frekvenser vara farligare än ljud med låga frekvenser och A-filtret minskar betydelsen för ljud med låga frekvenser, basljudet. C-filtret ger däremot större vikt åt ljud med låga frekvenser och används vid höga ljudtrycksnivåer, dB(C). Förutom dessa två filter, som är de vanligaste, finns ett B-filter som används vid medelhöga nivåer, dB(B) och ett D-filter som kan användas vid mätning av buller från flygplan.<sup>158</sup>

I de krav som anges av myndigheterna förekommer krav på ekvivalent och maximal ljudnivå, samt impulstoppvärde. Ekvivalent ljudnivå är den genomsnittliga ljudnivån under en viss given tidsperiod. Den kan vara både A- och C-vägd och betecknas  $L_{pA}$  respektive  $L_{pC}$ .<sup>159</sup> I den ekvivalenta ljudnivån ingår däremot inte ljud som är kortvariga, så kallade impulsljud. Dessa anges istället som ett impulstoppvärde.<sup>160</sup> Maximal ljudnivå är den högsta ljudnivån från en bullerkälla och betecknas  $L_{pAFmax}$  då den är A-vägd.<sup>161</sup>

För arbetsplatser gäller Arbetsmiljöverket gränsvärden för buller. Det innebär att under en åtta timmars arbetsdag får exponeringsnivån inte överstiga 85 dB(A). Exponeringsnivån omfattar allt ljud på arbetsplatsen, inklusive impulsbuller. Vidare gäller att den maximala ljudnivån får vara högst 115 dB(A) och impulstoppvärdet högst 135 dB(C).<sup>162</sup> Om bullernivån överstiger dessa gränsvärden ska hörselskydd användas som är anpassade för ändamålet.<sup>163</sup> Arbetsmiljöverket anger även att arbeten ska planeras, bedrivs och följas upp för att minska bullerexponeringen. Bullerexponeringen ska minskas genom att sänka den till lägsta möjliga nivå eller genom eliminering vid källan. Om bullret överstiger Arbetsmiljöverkets krav ska arbetsgivaren erbjuda arbetstagarna en hörselundersökning. Syftet med undersökningen är att upptäcka om personen drabbats av en hörselskada och i så fall kunna åtgärda så att skadan inte förvärras. I vissa fall kan även omplacering av personen i fråga vara ett alternativ.<sup>164</sup>

Socialstyrelsens allmänna råd om buller inomhus berör permanenta bostäder, fritidshus samt lokaler för undervisning, vård och sovrum i tillfälligt boende. De allmänna råden innehåller riktvärden för bedömning av om det finns risk för olägenhet för människors hälsa. Enligt dessa riktvärden bör den maximala ljudstyrkan i rummet vara 45 dB(A) och den ekvivalenta ljudnivån under en viss given tidsperiod bör inte överstiga 30 dB(A). Dessutom bör ljud med hörbara tonkomponenter samt ljud från musikanläggningar ha en ekvivalent ljudnivå på högst 25 dB(A).<sup>165</sup> Vid bedömningen bör även det lågfrekventa bullret beaktas, se tabell 5.8.

<sup>158</sup> Nilsson E., m.fl. *Grundläggande akustik*. (2005) s. 29.

<sup>159</sup> *Svensk standard, SS 025267*. (1998).

<sup>160</sup> Berglund B., m.fl. *Inventering av kunskapsläget för störningsstudier av trafikbuller*. (2002) s. 5f.

<sup>161</sup> *Svensk standard, SS 025267*. (1998).

<sup>162</sup> Arbetsmiljöverket. *Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2005:16*.

<sup>163</sup> Johansson B. *Buller och bullerbekämpning*. (2002) s. 191.

<sup>164</sup> Arbetsmiljöverket. *Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2005:16*.

<sup>165</sup> Socialstyrelsen. *Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 2005:6*.

Tabell 5.8 Riktvärden för lågfrekvent buller enligt Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 2005:6.

Lågfrekvent buller	
Tersband [Hz]	Ljudtrycksnivå [dB]
31,5	56
40	49
50	43
63	41,5
80	40
100	38
125	36
160	34
200	32

Även Boverket ställer i sina byggregler krav på ljud i bostäder och i lokaler för vård, förskola, fritidshem och undervisning. Dessutom omfattar kraven rum i arbetslokaler avsedda för kontorsarbete, samtal och liknande. Boverkets byggregler anger att föreskriftens ljudkrav uppfylls om ljudklass C i standard SS 025267 och standard SS 025268 uppfylls. Ljudklass A eller B bör väljas om bättre ljudförhållanden önskas.<sup>166</sup>

Svensk standard anger krav på ljud i byggnader, där standard SS 025267 innehåller krav på buller i bostäder och standard SS 025268 innehåller krav på buller i lokaler för vård, undervisning, dag- och fritidshem, kontor och hotell. Dessa standarder ställer krav på luftljuds- och stegljudsisolering, ljudnivå från installationer, ljudnivå inomhus från trafik, ljudnivå vid uteutrymmen (altan, balkong eller lekplats) och efterklangstid. Kraven delas i sin tur in i fyra olika ljudklasser, klass A, B, C och D.<sup>167</sup> Ljudklass A ställer hårdast krav på ljudmiljön och klass B är minimikrav om god boendemiljö efterfrågas. Klass C motsvarar de krav som anges i Boverkets byggregler och då förväntas cirka 20 % av brukarna vara missnöjda med ljudmiljön.<sup>168</sup> Ljudklass D är den sämsta klassen och motsvarar de ljudförhållanden som kan förekomma vid ombyggnad eller som finns i äldre byggnader, till exempel i stenhus från början av 1900-talet. På grund av ålder, slitage eller annan typ av förändring i eller runt en byggnad, kan ljudklassen förändras. Därför ska datum anges för när ljudklassen utfärdats.<sup>169</sup> I kapitel 5.3.2.1 – 5.3.2.5 presenteras de krav som ställs i svensk standard, för att begränsa det buller som människan utsätts för. Avslutningsvis finns de viktigaste kraven som ställs på ljud, sammanfattade i kapitel 5.3.2.6.

Världshälsoorganisationen anger i sina riktvärden att den ekvivalenta ljudnivån under en period på 16 timmar, bör ligga under 35 dB(A) inomhus i bostäder. I sovrum bör nivån ligga under 30 dB(A) under en period på 8 timmar och den maximala ljudnivån får inte överstiga 45 dB(A). Utomhus rekommenderar Världshälsoorganisationen dessutom att den ekvivalenta ljudnivån ska ligga under 50 dB(A) för att minska risken för allmän störning. Värdet gäller för kontinuerligt buller dagtid på balkonger, terrasser och i bostadens närmiljö, under en period av 16 timmar. För att människor ska kunna sova med öppet fönster bör den ekvivalenta ljudnivån inte överstiga 45 dB(A) nattetid, vid utsidan av bostadsfasaden.<sup>170</sup>

Naturvårdsverket har krav på buller från speciell verksamhet i andra miljöer än boende, vård och undervisning. Kraven behandlar bland annat flyg, järnväg, skjutbanor.<sup>171</sup> Dessa krav tas inte upp i denna rapport.

<sup>166</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20.*

<sup>167</sup> Svensk standard, SS 025267. (1998) / Svensk standard, SS 025268. (2001).

<sup>168</sup> Andersson J. *Akustik & buller – en praktisk handbok.* (1998) s. 132.

<sup>169</sup> Svensk standard, SS 025267. (1998).

<sup>170</sup> Berglund B., m.fl. *Inventering av kunskapsläget för störningsstudier av trafikbuller.* (2002) s. 2f.

<sup>171</sup> Naturvårdsverket. <http://www.naturvardsverket.se> (100503)

### 5.3.2.1 Luftljudsisolering

För att minska trafikbullret utifrån och för att grannarna inte ska upplevas som störande, finns det i svenska bostäder krav på luftljudsisolering. Luftljudsisoleringen är ett mått på skiljekonstruktionens förmåga att hindra ljud i ett utrymme från att spridas till ett annat utrymme. I krav används oftast ett vägt reduktionstal,  $R'_w$ , för att uttrycka isoleringsförmågan. Ju högre värde på  $R'_w$ , desto bättre luftljudsisolering. Dessutom finns vissa anpassningstermer för att på ett mer rättvist sätt kunna beskriva den upplevda ljudisoleringen och för att ta hänsyn till olika spektra såsom väg- och tågbullerspektra.<sup>172</sup> I de krav som ställs av standard SS 025267 och standard SS 025268 används i förekommande fall anpassningstermen  $C_{50-3150}$ . Andra C-korrekationer som kan förekomma är C,  $C_{tr}$ , och  $C_{tr, 50-3150}$ .<sup>173</sup> För bostäder är kraven på lägsta totala luftljudsisolering enligt tabell 5.9 och för lokaler enligt tabell C1 i bilaga C.

**Tabell 5.9** Luftljudsisolering i bostäder, enligt svensk standard SS 025267 (1998). Det rekommenderas att  $C_{50-3150}$  även används i klass C. Om termen används gäller gränsvärdet både för  $R'_w$  och  $R'_w + C_{50-3150}$ .

Utrymme	Klass A	Klass B	Klass C	Klass D
	$R'_w + C_{50-3150}$ [dB]	$R'_w + C_{50-3150}$ [dB]	$R'_w$ [dB]	$R'_w$ [dB]
Mellan lägenhet och utrymmen utanför lägenhet,	60	56	52	48
dock mellan loftgång och lägenhet samt mellan trapphus/korridor och hall (eller motsvarande avskiljbara utrymme) innanför tamburdörr.	48	44	39	36
Inom lägenhet med fler än 2 rum. Mellan minst ett rum och bostadens övriga rum/kök.	44	40	-	-

### 5.3.2.2 Stegljudsisolering

Ljud från exempelvis grannar sprids inte bara med luftljud. När någon går över ett golv, i en trappa eller på något annat sätt slår på någon av rummets ytor, kan ljudet spridas långt. Det ställs därför krav på högsta stegljudsnivå,  $L'_{n,w}$ , mellan olika utrymmen. Ju lägre värde på  $L'_{n,w}$ , desto bättre stegljudsisolering.<sup>174</sup> Även för stegljudsisoleringen används i förekommande fall en anpassningsterm, nämligen  $C_{I, 50-2500}$ , i de krav som ställs av standard SS 025267 och standard SS 025268.<sup>175</sup> För bostäder är kraven på högsta stegljudsisolering enligt tabell 5.10 och för lokaler enligt tabell D1 i bilaga D.

**Tabell 5.10** Stegljudsisolering i bostäder, enligt svensk standard SS 025267 (1998). Det rekommenderas att  $C_{I, 50-2500}$  även används i klass C. Om termen används gäller gränsvärdet både för  $L'_{n,w}$  och  $L'_{n,w} + C_{I, 50-2500}$ .

Utrymme	Klass A	Klass B	Klass C	Klass D
	$L'_{n,w}$ och $L'_{n,w} + C_{I, 50-2500}$ [dB]	$L'_{n,w}$ och $L'_{n,w} + C_{I, 50-2500}$ [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]	$L'_{n,w}$ [dB]
I bostadsrum från utrymme utanför lägenhet,	50	54	58	62
dock från trapphus, korridor eller loftgång.	56	60	64	68
Inom lägenhet. Till ett av flera bostadsrum.	64	68	-	-

<sup>172</sup> Nilsson E., m.fl. *Grundläggande akustik*. (2005) s. 60.

<sup>173</sup> *Svensk standard, SS 025267*. (1998) / *Svensk standard, SS 025268*. (2001).

<sup>174</sup> Nilsson E., m.fl. *Grundläggande akustik*. (2005) s. 66.

<sup>175</sup> *Svensk standard, SS 025267*. (1998) / *Svensk standard, SS 025268*. (2001).

### 5.3.2.3 Ljudnivå från installationer

Installationer av olika slag kan skapa en hel del buller i byggnaden. För de krav som finns i standard SS 025267, se tabell 5.11, definieras installationer som de anordningar i byggnaden, som inte kan styras av brukaren. Det är installationer som alstrar ljud med lång varaktighet: ventilationssystem, kyl- och frysskåp, värmesystem, hissar i drift samt vatteninstallationer och tvättmaskiner utanför lägenheten. En diskmaskin eller köksfläkt som finns i den egna lägenheten, räknas däremot inte som installation.<sup>176</sup> Ljud med kort varaktighet kan ha 5 dB(A) högre total maximal ljudnivå än vad som anges i kraven. Sådana ljud är till exempel buller från vattentappning, forcerad ventilation i hygienrum samt start och stopp av hiss.<sup>177</sup> För olika typer av lokaler gäller de krav som anges i standard SS 025268, se tabell E1 i bilaga E.

**Tabell 5.11** Ljudnivå inomhus i bostäder från installationer, enligt svensk standard SS 025267 (1998). För installationer avses ekvivalentnivån under den tid störningen pågår. Som referenstillstånd gäller möblerade rum med stängda dörrar och fönster.

Utrymme	Typ av krav	Klass A	Klass B	Klass C	Klass D
		[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
Bostadsrum utom kök	L <sub>pA</sub>	22	26	30	30
	L <sub>pAFmax</sub>	27	31	35	35
	L <sub>pC</sub>	42	46	50 <sup>A)</sup>	-
		Inga toner	Inga toner	Inga toner	-
Kök	L <sub>pA</sub>	31 <sup>B)</sup>	35 <sup>B)</sup>	35 <sup>B)</sup>	39 <sup>B)</sup>
	L <sub>pAFmax</sub>	36 <sup>B)</sup>	40 <sup>B)</sup>	40 <sup>B)</sup>	44 <sup>B)</sup>
	L <sub>pC</sub>	51 <sup>B)</sup>	55 <sup>B)</sup>	-	-

<sup>A)</sup> Kravet gäller sovrum.

<sup>B)</sup> För köksfläktar under forcering gäller 10 dB högre värden.

### 5.3.2.4 Ljudnivå från trafik

Ljud från trafik är den vanligaste bullerkällan i Sverige.<sup>178</sup> Till trafikbuller räknas buller från väg-, järnvägs- och flygtrafik.<sup>179</sup> Idag utsätts cirka två miljoner svenskar för trafikbuller i boendemiljön och trenden pekar mot att denna siffra kommer att öka i framtiden.<sup>180</sup> I samband med att behovet av bostäder ökar, minskar den andel mark som inte är bullerutsatt. Det leder till att de nya byggnaderna ofta tvingas byggas på utsatt mark, samtidigt som de ofta planeras i stadens centrala delar för att utnyttja den befintliga infrastrukturen. Undersökningar visar dessutom att om trafiken inte syns, ökar den upplevda bullerstörningen. Ju högre trafikbullernivån är utomhus, desto lägre bör nivån vara inomhus och ljudklass B rekommenderas som minimikrav. En lägre nivå av trafikbuller kan uppnås genom minskad trafik, lägre hastighet på fordonen, bulleravskärmning och genom att öka avståndet mellan bullerkällan och byggnaden. Val av fasad, fönster och uteluftsventil påverkar också nivån inomhus.<sup>181</sup>

År 1997 angav riksdagen riktvärden vad gäller trafikbuller vid nybyggnad av bostäder och trafikinfrastruktur, se tabell 5.12. Dessa värden används för att utvärdera delmålet om buller i miljö kvalitetsmål God bebyggd miljö, se kapitel 5.3.3.

<sup>176</sup> Svensk standard, SS 025267. (1998) / Svensk standard, SS 025268. (2001).

<sup>177</sup> Örnhall H. *Bostadsbestämmelser. Byggbestämmelser för bostäder och bostadsmiljö, nybyggnad och ombyggnad.* (2003) s. 84 / Kellner J. *Bygg sunt och miljöanpassat!* (1997) s. 25.

<sup>178</sup> V-byggaren, nr 2/2007. Åkerlöf L. *Stockholms bullerskyddsarbete.*

<sup>179</sup> Kellner J. *Bygg sunt och miljöanpassat!* (1997) s. 27.

<sup>180</sup> Socialstyrelsen. *Miljöhälsorapport 2009.* (2009)

<sup>181</sup> V-byggaren, nr 5/2006. Åkerlöf L. *Ljudkvalitetspoäng – en ny bedömnings- och planeringsmetod.*

**Tabell 5.12** Riktvärden från riksdagen för trafikbuller vid nybyggnad av bostäder och trafikinfrastruktur. (Källa: Statens Offentliga Utredningar. *Bättre inomhusmiljö. Slutbetänkande av Byggnadsmiljöutredningen, SOU 2005:55.*)

	[dB]
Ekvivalentnivå inomhus med stängda fönster	30
Maximalnivå inomhus nattetid med stängda fönster	45
Ekvivalentnivå utomhus vid fasad	55
Maximalnivå vid uteplats i anslutning till bostad	70

När trafikbuller ska undersökas mäts den dygnsekvivalenta ljudtrycksnivån, det vill säga medelljudnivån under ett dygn.<sup>182</sup> För bostäder ställer standard SS 025267 krav på ljudnivå inomhus från trafikbuller enligt tabell 5.13.  $L_{pAFmax}$  betecknar den maximala A-vägd ljudtrycksnivå, som överskrids minst fem gånger per natt.<sup>183</sup> För lokaler är kraven indelade efter typ av lokal, se tabell F1 i bilaga F.

**Tabell 5.13** Ljudnivå inomhus i bostäder från trafikbuller, enligt svensk standard SS 025267 (1998). För trafikbuller avses medeldygnsekvivalentnivån. Som referenstillstånd gäller möblerade rum med stängda dörrar och fönster:

Utrymme	Typ av krav	Klass A	Klass B	Klass C	Klass D
		[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
Bostadsrum	$L_{pA}$	22	26	30	34
	$L_{pAFmax}$	37	41	45	49
Kök	$L_{pA}$	27	31	35	39

För bostäder anger standard SS 025267 även krav på ljudnivå vid uteutrymme från trafikbuller, se tabell 5.14. Även här betyder  $L_{pAFmax}$  maximal A-vägd ljudtrycksnivå, som överskrids minst fem gånger per natt.<sup>184</sup>

**Tabell 5.14** Ljudnivå vid uteutrymme i bostäder från trafikbuller, enligt svensk standard SS 025267 (1998). För trafikbuller avses medeldygnsekvivalentnivån.

Utrymme	Typ av krav	Klass A	Klass B	Klass C	Klass D
		[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
Utanför minst hälften av bostadsrummen i varje lägenhet	$L_{pA}$	46	50	54	58
	$L_{pAFmax}$	51	55	-	-
På minst ett uteutrymme/balkong i anslutning till lägenheten	$L_{pA}$	46	50	54	58

<sup>182</sup> Örnhall H. *Bostadsbestämmelser. Byggbestämmelser för bostäder och bostadsmiljö, nybyggnad och ombyggnad.* (2003) s. 84.

<sup>183</sup> Svensk standard, SS 025267. (1998).

<sup>184</sup> Ibid.

### 5.3.2.5 Efterklangstid

När en ljudkälla stängs av försvinner direktljudet, men en del av ljudet stannar kvar en stund innan även det klingar av. Det beror på att ljudet reflekteras i rummets begränsningsytor och återvänder till rummet. Vid varje sammanstötning med ytorna tappar det reflekterade ljudet energi och avtar.<sup>185</sup> Den tid det tar för ljudtrycksnivån att avta 60 dB efter det att ljudkällan har stängts av, kallas efterklangstid. Efterklangstiden är med andra ord ett mått på rummets förmåga att absorbera ljud och tiden ökar med rumsvolymen och minskar med ökande ljudabsorptionsarea i rummet.<sup>186</sup> Standard SS 025267 ställer för bostäder enbart krav på efterklangstid i trapphus och korridorer, se tabell 5.15. För att sänka ljudnivån bör tiden på dessa ställen vara så kort som möjligt.<sup>187</sup> De krav som enligt standard SS 025268 gäller för olika typer av lokaler, redovisas i tabell G1 i bilaga G.

*Tabell 5.15 Efterklangstid för bostäder, enligt svensk standard SS 025267 (1998).*

Utrymme	Klass A	Klass B	Klass C	Klass D
	[s]	[s]	[s]	[s]
Trapphus	0,8	1,2	1,5	-
Korridorer	0,6	0,8	1,0	-

### 5.3.2.6 Sammanfattning av de viktigaste ljudkraven

Tabell 5.16 redovisar de viktigaste kraven som Boverket och Socialstyrelsen ställer på ljud. De värden som anges för Boverket gäller ljudklass C i standard SS 025267 och standard SS 025268. För mer detaljerad information om de olika ljudkraven, se respektive delkapitel. De krav som Arbetsmiljöverket har vad gäller ljud, finns inte med i tabellen utan redovisas tidigare i kapitel 5.3.2.

<sup>185</sup> Andersson J. *Akustik & buller – en praktisk handbok*. (1998) s. 100.

<sup>186</sup> *Svensk standard, SS 025267*. (1998).

<sup>187</sup> Örnhall H. *Bostadsbestämmelser. Byggbestämmelser för bostäder och bostadsmiljö, nybyggnad och ombyggnad*. (2003) s. 84.

**Tabell 5.16** Sammanfattning av de viktigaste ljudkraven som Boverket och Socialstyrelsen ställer. De lokaler som redovisas är bostäder (B), kontor (K), undervisningslokaler (U) och dag- och fritidshem (D). Vid de tillfällen då myndigheterna ger olika kravvärden, har det lägsta alternativet markerats med fet stil.

	Beteckning	Lokal	Typ av utrymme	Myndighet	
				Boverket	Soc.styrelsen
Luftljuds-isolering	$R'_w$ [dB]	B	Mellan lägenhet och utrymmen utanför lägenhet	52	-
			Mellan loftgång och lägenhet, mellan trapphus/korridor och hall innanför tamburdörr	39	-
		K	Kontorsrum (mellan rum/mot korridor)	35/30	-
		U	Undervisningsrum (mellan rum/mot korridor)	44/40	-
		D	Lekrum, matrum, dagrum, vilrum, undervisningsrum (mellan rum/mot korridor)	44 <sup>A)</sup> /35	-
Stegljuds-isolering	$L'_{n,w}$ [dB]	B	I bostadsrum från utrymme utanför lägenhet	58	-
			I bostadsrum från trapphus, korridor eller loftgång	64	-
		K	I kontorsrum, samtalsrum, konferensrum	65	-
		U	Undervisningsrum	60	-
		D	Lekrum, dagrum, vilrum, undervisningsrum	65	-
Installationer	$L_{pA}/L_{pC}$ $L_{pAFmax}$ [dB]	B	Bostadsrum utom kök ( $L_{pA}/L_{pC}$ )	30/50 <sup>B)</sup>	30/-
			Bostadsrum utom kök ( $L_{pAFmax}$ )	<b>35</b>	<b>45</b>
			Kök ( $L_{pA}/L_{pC}$ )	35 <sup>C)</sup> /-	<b>30/-</b>
		K	Kontorsrum, mindre konferensrum, samtalsrum ( $L_{pA}/L_{pC}$ )	35/-	-
			Kontorslandskap ( $L_{pA}/L_{pC}$ )	40/-	-
		U	Undervisningsrum ( $L_{pA}/L_{pC}$ )	30/45	30/-
			Maximal ljudnivå ( $L_{pAFmax}$ )	-	45
		D	Undervisningsrum, vilrum ( $L_{pA}/L_{pC}$ )	30/45	30/-
			Lekrum ( $L_{pA}/L_{pC}$ )	35/55	<b>30/-</b>
			Maximal ljudnivå ( $L_{pAFmax}$ )	-	45
Trafik	$L_{pA}/L_{pAFmax}$ [dB]	B	Bostadsrum	30/45	30/45
			Kök	35/-	<b>30/45</b>
			Maximal ljudnivå ( $L_{pAFmax}$ )	-	45
		K	Kontorsrum, mindre konferensrum, samtalsrum	40/55	-
		U	Undervisningsrum	30/45	30/45
			Maximal ljudnivå ( $L_{pAFmax}$ )	-	45
		D	Undervisningsrum, vilrum	30/45	30/45
			Lekrum	35/50	<b>30/45</b>
			Maximal ljudnivå ( $L_{pAFmax}$ )	-	45
		Efterklangstid	T [s]	B	Trapphus
Korridorer	1,0				-
K	Kontorslandskap			0,4	-
	Kontorsrum, mindre konferensrum			0,8	-
U	Undervisningsrum, grupprum, uppehållsrum			0,6	-
D	Rum som barn vistas i			0,5	-

A) Avser vägg utan dörr. Vägg med dörr: 40 dB.

B) Kravet gäller sovrum.

C) För köksfläktar under forcering gäller 10 dB högre värden.

### 5.3.3 Framtida mål

Sveriges riksdag har beslutat om sexton miljö kvalitetsmål, där nummer femton behandlar God bebyggd miljö. Det är Boverket som ansvarar för detta mål, vilket innebär att myndigheten följer upp och utvärderar vilka framsteg som görs med God bebyggd miljö. Resultatet redovisas sedan varje år i en rapport till Miljömålsrådet. Bullerstörningar från trafik ingår i God bebyggd miljö och målet gäller

antalet människor, som drabbas av störningar i sina bostäder. Antalet drabbade människor ska ha minskat med 5 % till år 2010 jämfört med år 1998. Nya studier från år 2009 visar att trots att stora åtgärdssatsningar har gjorts för att minska bullret, har andelen personer som besvärar av vägtrafikbuller ökat sedan 1999. I storstäderna utsätts 18–45 % av invånarna för vägtrafikbuller utomhus som ligger över det svenska riktvärdet. Delmålet bedöms därför vara omöjligt att nå.<sup>188</sup>

## 5.4 Ljus

Ljusmiljön i ett rum är i många fall en subjektiv upplevelse och ljusförhållandena påverkar människans rumsupplevelse.<sup>189</sup> Dessutom påverkas människans förmåga att utföra visuella arbetsuppgifter på ett noggrant och effektivt sätt.<sup>190</sup> Om exempelvis belysningen inte är tillräcklig blir ögonen ansträngda, vilket kan leda till olämpliga arbetsställningar och risk för olycksfall. Även för stark belysning kan skapa obehag.<sup>191</sup> Ljusbehovet ökar med åldern, redan i 40–45-års åldern försämras synförmågan och ögonen blir känsligare för ljus. Det är därför viktigt att belysningen går att reglera individuellt.<sup>192</sup>

Det som skapar ljusmiljön är belysningen, som kan bestå av artificiell belysning (lampor), dagsljus eller en kombination av båda. Dagsljus och artificiell belysning presenteras närmare i kapitel 5.4.1 och 5.4.2. De krav som finns för ljusmiljön gäller i första hand belysning av arbetsplatser. Förutom Arbetsmiljöverkets föreskrifter har även svensk standard krav för de flesta arbetsplatser inomhus, allt ifrån lantbruk, bageri, kontor och utbildning, till operationsrum, flygplats och järnvägsstation.<sup>193</sup> För mer ingående krav för dessa arbetsplatser, hänvisas till europastandard EN 12464-1, medan standardens mer övergripande krav redovisas i kapitel 5.4.1 och 5.4.2. Även bostäder innehåller arbetsplatser i form av skrivbord, kök, m.m. Boverket anger i sina byggregler att byggnader ska utformas så att tillräcklig ljusstyrka och rätt luminans uppnås, samt att ingen störande bländning eller störande reflexer förekommer. Vid belysningsplanering av arbetsplatser inomhus hänvisar Boverket till europastandard EN 12464-1.<sup>194</sup>

När en lokals belysningsanläggning planeras och verifieras, ska en kravspecifikation upprättas enligt gällande version av EN 12464-1 och SS-EN 12665.<sup>195</sup> Specifikationen ska innehålla de värden som gäller för att aktuell lokaltyp ska få en så bra arbetsmiljö som möjligt. Planeraren ska ange bibehållningsegenskaperna hos ljuskällor, driftdon och miljö samt redovisa alla antaganden som gjorts för att nå dessa. Dessutom ska det specificeras vilken belysningsutrustning som är lämplig för aktuell miljö och ett underhållsprogram ska utarbetas, som innehåller lampbytesfrekvens, hur ofta ljuskällor och lokal ska rengöras samt rengöringsmetod. Förutom att belysningsanläggningen ska uppfylla vissa krav ska även energikonsumtionen beaktas. Det innebär en bedömning av lämpliga belysningssystem, utrustning, styrsystem och användning av dagsljus vissa perioder. Däremot får inte energifrågan överskugga belysningsanläggningens synaspekter.<sup>196</sup>

### 5.4.1 Dagsljus

I rum där människor tillbringar mycket tid är det viktigt att det finns tillgång till dagsljus och möjlighet till utblick. Mängden dagsljus varierar över året, dygnet och med väderlek, vilket innebär att det är svårt att enbart använda dagsljus som belysning.<sup>197</sup> Periodvis kan det fungera som ensam

<sup>188</sup> Nilsson A., Hellberg H. *Miljömålen – i halvtid. Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål.* (2009)

<sup>189</sup> Ekberg L. *R1 – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav.* (2006) kapitel 4.5.

<sup>190</sup> *Europastandard, EN 12464-1:2002 Sv.* (2002).

<sup>191</sup> Byggforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 1. Människors hälsa och innemiljön.* (2000) s. 17.

<sup>192</sup> Arbetsmiljöverket. *Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2009:02.*

<sup>193</sup> *Europastandard, EN 12464-1:2002 Sv.* (2002).

<sup>194</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20.*

<sup>195</sup> Ekberg L. *R1 – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav.* (2006) kapitel 5.4.

<sup>196</sup> *Europastandard, EN 12464-1:2002 Sv.* (2002).

<sup>197</sup> Arbetsmiljöverket. *Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2009:02.*



ljuskälla, men ljuset minskar snabbt med avståndet från fönstret och då behövs även artificiell belysning.<sup>198</sup> Tillgången till dagsljus i ett rum beror på fönstrens storlek, utformning, orientering och placering i höjdd. I arbetsrum som har mindre djup än 6-8 meter fås tillräckligt med dagsljus med ett väggfönster, vars glasarea är ca 10 % av golvarean. Om andra byggnader är i vägen för ljuset, kan större glasarea behövas. Dagsljus är även positivt för hälsan genom att det ger fysiologisk stimulans för människans dygns- och årsrytmer, information om tid och rum samt en naturlig uppfattning av rummets och föremålens färg och form.<sup>199</sup>

Fönster ger förutom tillgång till dagsljus även möjlighet till visuell kontakt med miljön utanför byggnaden. Utblickens roll är att minska känslan av tristess, håglöshet samt desorientering och instängdhet, som kan orsaka panik och ängslan. Om arbetsuppgifterna dessutom är tråkiga och enformiga ökar betydelsen av utblick.<sup>200</sup> I mindre lokaler och lokaler med lågt i tak, kan känslan av instängdhet öka, vilket gör att behovet av fönster blir större. Fönster som ger möjlighet till utblick är i första hand normalt placerade väggfönster, men det kan också vara högt placerad vägg- eller takfönster. I de fall det inte går att skapa en direkt utblick mot det fria med hjälp av fönster, kan ett intilliggande dagsljusbelyst rum upplevas som värdefullt.<sup>201</sup>

Enligt Boverkets byggregler ska något rum eller del av rum där människor befinner sig mer än tillfälligt, ha tillgång till direkt solljus.<sup>202</sup> För att minska risken för bländning från fönster bör dessa avskärmas när det behövs, till exempel med gardiner.<sup>203</sup>

## 5.4.2 Artificiell belysning

För att skapa en så bra arbetsmiljö som möjligt är det viktigt att belysningen först och främst koncentreras till arbetsplatserna. Arbetsmiljöverket anger i sina föreskrifter att belysningen ska planeras, utföras, underhållas, undersökas och bedömas för att förebygga ohälsa och olycksfall. Dessutom ska belysningen vara utformad så att flimmer inte uppstår och kunna anpassas efter olika sorters arbeten samt efter de arbetandes olika förutsättningar. Även angränsande utrymmen där personer förflyttar sig under arbetsdagen, till exempel trapphus, gångar och vägar, kräver tillfredsställande belysning.<sup>204</sup> Europastandard EN 12464-1 ställer krav på vissa parametrar i den artificiella belysningen. Dessa är luminansfördelning, belysningsstyrka, bländning, ljusriktning, ljusets färgåtergivning och färgkaraktär samt flimmer, se kapitel 5.4.2.1 – 5.4.2.6.<sup>205</sup>

### 5.4.2.1 Luminansfördelning

Luminansen anger ljusstyrkan per kvadratmeter i ljuset från en ljuskällas yta och mäts i cd/m<sup>2</sup> (candela per kvadratmeter).<sup>206</sup> Ögats adaptationsförmåga, det vill säga dess förmåga att anpassa sig till olika ljusförhållanden, påverkas av luminansfördelningen i synfältet. För att skapa en bra visuell miljö för en arbetsuppgift är det därför viktigt att luminansfördelningen, det vill säga skillnaden mellan angränsande ytors ljusstyrka, är välbalanserad. För hög luminans kan öka risken för bländning och för hög luminanskontrast kan orsaka trötthet, eftersom ögonen måste omadapteras konstant. Om däremot luminans och luminanskontrast är för låg upplevs arbetsmiljön som tråkig och ostimulerande. Alla ytors luminanser är viktiga och bestäms av reflektansen och belysningsstyrkan på ytorna.<sup>207</sup> Tabell 5.17 anger lämpliga reflektansområden för de viktigaste inre ytorna i ett rum. Det optimala

<sup>198</sup> Ekberg L. *R1 – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav*. (2006) kapitel 4.5.

<sup>199</sup> Arbetsmiljöverket. *Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2009:02*.

<sup>200</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 1. Människors hälsa och innemiljön*. (2000) s. 17.

<sup>201</sup> Arbetsmiljöverket. *Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2009:02*.

<sup>202</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20*.

<sup>203</sup> *Europastandard, EN 12464-1:2002 Sv*. (2002).

<sup>204</sup> Arbetsmiljöverket. *Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2009:02*.

<sup>205</sup> *Europastandard, EN 12464-1:2002 Sv*. (2002).

<sup>206</sup> *Svensk standard, SS-EN 12665:2002 E*. (2002).

<sup>207</sup> *Europastandard, EN 12464-1:2002 Sv*. (2002).

förhållandet vad gäller människans vakenhet, välbefinnande och prestation, är cirka 100 cd/m<sup>2</sup> på väggar vid en horisontell belysningsstyrka av 500 lux. Detta kan jämföras med dagens belysningsnivåer i kontor som normalt ligger mellan 20 och 30 cd/m<sup>2</sup>. I en arbetslokal bör medelluminansen på rummets väggytor som regel inte understiga 30 cd/m<sup>2</sup>, för att uppnå en god visuell komfort. Vid indirekt belysning bör medelluminansen i tak inte vara högre än 500 cd/m<sup>2</sup>, förutom inom begränsade områden där ett maximalt värde på 1500 cd/m<sup>2</sup> accepteras. Vid fondljus på väggar bör den maximala luminansen begränsas till 1000 cd/m<sup>2</sup>.<sup>208</sup>

**Tabell 5.17** Lämpliga reflektansområden för de viktigaste inre ytorna i ett rum, enligt europastandard EN 12464-1:2002.

Yta	Reflektansområde
Tak	0,6 – 0,9
Väggar	0,3 – 0,8
Arbetsytor	0,2 – 0,6
Golv	0,1 – 0,5

På arbetsplatser där det förekommer arbete med bildskärmsutrustning kan belysningen även reflekteras i bildskärmarna. Tabell 5.18 anger de krav på luminansgränser som redovisas i svensk standard angående lampor med nedåtriktat flöde.

**Tabell 5.18** Luminansgränser för lampor med nedåtriktat flöde, som kan reflekteras i bildskärmen, enligt europastandard EN 12464-1:2002. Skärmklasserna är enligt ISO 9241-7.

Skärmklass	I	II	III
Skärmkvalitet	god	medel	dålig
Medelluminans	≤ 1000 cd/m <sup>2</sup>	≤ 200 cd/m <sup>2</sup>	

#### 5.4.2.2 Belysningsstyrka

Belysningsstyrkan vid en arbetsplats anger ljusflödet per kvadratmeter och mäts i lux.<sup>209</sup> För att åstadkomma en bra miljö ska belysningsstyrkan vara jämn och ge tillräckligt med ljus för respektive arbetsuppgift.<sup>210</sup> Vissa arbetsuppgifter kräver större ljusstyrka än andra, till exempel då synarbetet är kritiskt, när det är dyrt att rätta till fel, när behovet av noggrannhet eller högre produktivitet är stort, då den arbetandes synförmåga är under det normala, då detaljer i arbetsmaterialet är ovanligt små eller med dålig kontrast samt när arbetet utförs under lång tid. Däremot kan belysningsstyrkan minskas när detaljer i arbetsmaterialet är ovanligt stora och när arbetsuppgiften utförs under kort tid.<sup>211</sup> De flesta människor behöver inte mer än 300 lux för att få en tillräcklig arbetsbelysning. Vid precisionsarbete kan det däremot behövas flera tusen lux.<sup>212</sup>

De ytor som finns runt omkring arbetsplatsen ska tillsammans med arbetsytan ge en välbalanserad luminansfördelning i synfältet. Om belysningsstyrkorna på de olika ytorna varierar kraftigt, kan synstress och obehag uppkomma.<sup>213</sup> Tabell 5.19 redovisar lämplig jämnhet och relation mellan belysningsstyrka på arbetsyta och ytor i den omedelbara omgivningen. Värdena på jämnhet innebär att belysningsstyrkan inte i någon punkt får vara lägre än 70 % respektive 50 % av belysningsstyrkans medelvärde över ytan.<sup>214</sup>

<sup>208</sup> Fagerhults Belysnings Sverige AB. <http://www.fagerhult.se> (100503)

<sup>209</sup> Svensk standard, SS-EN 12665:2002 E. (2002).

<sup>210</sup> Ekberg L. *RI – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav*. (2006) kapitel 4.5.

<sup>211</sup> Europastandard, EN 12464-1:2002 Sv. (2002).

<sup>212</sup> Bygghälsorådet. *Innemiljö & människors hälsa I. Människors hälsa och inomhusmiljön*. (2000) s. 17.

<sup>213</sup> Europastandard, EN 12464-1:2002 Sv. (2002).

<sup>214</sup> Ekberg L. *RI – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav*. (2006) kapitel 5.4.

**Tabell 5.19** Jämnheter och relation mellan belysning på arbetsyta och ytor i den omedelbara omgivningen, enligt europastandard EN 12464-1:2002.

Belysningsstyrka på arbetsyta [lux]	Belysningsstyrka på ytor i den omedelbara omgivningen [lux]
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	Belysningsstyrka för arbetsuppgiften
Jämnhet: ≥ 0,7	Jämnhet: ≥ 0,5

#### 5.4.2.3 Bländning

Bländning kallas fenomenet då ljusa ytor upplevs som obehagligt eller synnedsättande. Det kan till exempel orsakas av stark belysning, ljus från fönster eller genom reflexer i speglade ytor. För att undvika misstag, trötthet och olyckor är det viktigt att begränsa bländningen vid arbetsplatser. Det kan göras genom lämplig avskärmning av ljuskällor och med hjälp av gardiner vid fönstren. Bländning på grund av reflexer i speglade ytor kan förhindras eller åtminstone minskas genom val av matta ytor samt ljusa tak och väggar. Dessutom bör ljuskällor väljas och placeras så att det passar arbetsplatsen, källornas luminans bör begränsas och den lysande ytan hos ljuskällorna bör ökas.<sup>215</sup> De krav som anges i svensk standard gäller minsta avskärningsvinkel vid specificerad luminans hos ljuskällan, se tabell 5.20.

**Tabell 5.20** Minsta avskärningsvinkel vid specificerad luminans hos ljuskällan, enligt europastandard EN 12464-1:2002. De värden som anges i denna tabell är inte lämpliga för uppljusarmaturer eller för ljusarmaturer monterade under normal ögonnivå.

Ljuskälleluminans [kcd/m <sup>2</sup> ]	Minsta avskärningsvinkel
20 till < 50	15°
50 till < 500	20°
≥ 500	30°

#### 5.4.2.4 Riktad belysning

Genom att rikta belysningen i ett rum kan dess utseende förstärkas: föremål syns bättre, texturer framhävs och till och med människors utseende förbättras. Riktad belysning innebär att ljuset kommer från en riktning, vilket gör att form och detaljer visas klart och behagligt, samt att skuggor formas utan att skapa förvirring. Däremot bör belysningen inte vara för riktad och diffus. Det kan skapa hårda skuggor och en mycket tråkig ljusmiljö.<sup>216</sup>

#### 5.4.2.5 Ljusets färgåtergivning och färgkaraktär

En ljuskällas färgåtergivningsförmåga påverkar hur färgen uppfattas hos de föremål och människor som är belysta av ljuskällan. För att skapa en känsla av komfort och välbefinnande är det viktigt att färgerna återges på ett naturligt och korrekt sätt, så att till exempel människorna ser friska ut. Färgåtergivningsindexet  $R_a$  har införts som ett objektiva mått på återgivningsegenskaperna. Det högsta värde som  $R_a$  kan anta är 100 och värdet minskar med minskad färgåtergivningskvalitet. I lokaler där

<sup>215</sup> Europastandard, EN 12464-1:2002 Sv. (2002).

<sup>216</sup> Ibid.

människor arbetar eller befinner sig under en längre tid, bör det inte finnas ljuskällor med ett index lägre än 80.<sup>217</sup>

Färgkaraktären hos olika ljuskällor varierar och kan uppfattas som varm, mellanliggande eller kall. Vilken karaktär som väljs kan bero på belysningsnivå, färg på inredning och omgivande klimat. Psykologi och estetik är med andra ord faktorer som spelar roll när en person avgör vilken färgkaraktär, som känns mest naturlig. I kalla klimat väljs oftast en varmare karaktär, medan varma klimat oftast väljer en kallare färgkaraktär.<sup>218</sup>

#### 5.4.2.6 Flimmar

Belysningssystem bör utformas så att flimmar undviks, eftersom det kan distrahera och ge huvudvärk. En lösning är att lysrör drivs vid högre frekvenser.<sup>219</sup>

### 5.4.3 Dagsljus och artificiell belysning ur energisynpunkt

Ur energisynpunkt är så klart dagsljus att föredra, eftersom det inte kräver någon el. Dessutom finns det inget artificiellt ljus som är lika starkt som dagsljuset. Undersökningar har visat att för att ge samma ljus måste intensiteten hos den artificiella belysningen vara dubbelt så stark som dagsljusets. Därför är det bra att så mycket dagsljus som möjligt används för att lysa upp bostadsrum.<sup>220</sup> Men som nämnts tidigare är det omöjligt att bara använda dagsljus som belysning i byggnader, eftersom det bland annat varierar med årstid och väder. Det är därför viktigt att den artificiella belysningen utformas på ett energieffektivt sätt. Det enklaste sättet är att ersätta de traditionella ljuskällorna med energieffektiva alternativ. Äldre ljusarmaturer är alltid ineffektiva ur energisynpunkt och har dessutom ofta brister i funktionen. Även antalet ljuskällor kan minskas, eftersom de moderna armaturerna har bättre belysningsegenskaper. Lågenergialternativen ger samma ljusutbyte, men med lägre effekt och drar därför mindre energi. Detta leder dessutom till att värmeavgivningen blir lägre och kylbehovet minskar.<sup>221</sup>

Genom att styra och reglera belysningen, kan ytterligare energi- och kostnadsbesparingar göras. Oftast behöver stora delar av belysningen endast vara i full drift under en begränsad del av dygnet. Med hjälp av närvarodetektorer eller ljusrelä kan belysningen fungera på ett mer energieffektivt sätt.<sup>222</sup>

---

<sup>217</sup> *Europastandard, EN 12464-1:2002 Sv.* (2002).

<sup>218</sup> *Ibid.*

<sup>219</sup> Ekberg L. *R1 – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav.* (2006) kapitel 4.5.

<sup>220</sup> Schmitz-Günther T. *Ekologiskt byggande och boende. Idéer, förslag, exempel.* (2000) s. 349.

<sup>221</sup> Sveriges Kommuner och Landsting. *Energisparguiden. Erfarenheter av energieffektivisering i offentliga lokaler.* (2006) s. 100.

<sup>222</sup> *Ibid* s. 100.

## 6 Tekniska faktorer som har påverkan på inomhusmiljön

Dagens byggnader har blivit alltmer komplicerade och påkostade med många nya material, konstruktioner och lösningar. Dessa har sällan testats tillräckligt innan användning, vilket kan leda till problem med inomhusmiljön.<sup>223</sup> De olika faktorer som tillsammans skapar inomhusmiljön måste ses ur ett helhetsperspektiv och inte som enskilda källor till problem. På så sätt kan exempelvis materialval och fuktbelastning påverkas redan i planeringen.<sup>224</sup>

Kapitel 6.1–6.4 behandlar viktiga tekniska faktorer som fukt, emissioner, radon och energieffektivisering.

### 6.1 Fukt

Fukt i byggnader är en av de vanligaste orsakerna till att brukarna får hälsoproblem och upplever att inomhusmiljön är dålig. Dessutom anses 80 % av alla skador på byggnader vara fuktrelaterade.<sup>225</sup> Alla hus innehåller vatten, vilket inte behöver innebära problem. I en villa som klassas som torr finns det till exempel cirka 3 kg vattenånga i inomhusluften, cirka 3000 kg vatten i rör m.m. och cirka 3000 kg fukt i byggnadsmaterialen.<sup>226</sup> Men mängden fukt kan öka om till exempel vatten kan ta sig in i byggnaden genom otätheter eller om brukarvanorna förändras, vilket kan leda till fuktskador. En byggnads huvudsakliga fuktkällor kan sammanfattas i följande fem punkter:

- Nederbörd
- Markfukt
- Luftfukt
- Byggfukt
- Vattenläckage

Dessa källor beskrivs mer ingående i kapitel 6.1.1. Vidare behandlas de problem som kan uppstå i samband med fukt i kapitel 6.1.2, hur en fuktdimensionering genomförs i kapitel 6.1.3 och slutligen tas myndigheters krav och bestämmelser upp i kapitel 6.1.4.

#### 6.1.1 Fuktkällor

En byggnad påverkas av både yttre och inre fuktkällor, som samtidigt kan angripa en viss byggnadsdel. Vid en eventuell fuktskada är det dock oftast en viss källa som dominerar och de vanligaste är nederbörd, markfukt, luftfukt, byggfukt och vattenläckage, som diskuteras i detta kapitel.

##### 6.1.1.1 Nederbörd

Regn och snö kan enkelt ta sig in i byggnaden genom otätheter i yttertak, trasiga hängrännor och stuprör samt felaktigt lutande balkonger. Om det samtidigt blåser kan dessutom vertikala ytor som ytterväggar påverkas, eftersom det då bildas slagregn.<sup>227</sup> Ventilationsöppningar är ett vanligt exempel på hur yrsnö kan transporteras in i byggnaden genom ytterväggen. När sedan snön smälter kan fuktskador uppstå.<sup>228</sup>

---

<sup>223</sup> V-byggaren, nr 5/2006. Harrysson C. *Byggbranschens behov av förnyelse – en väg till småhus med lägre livscykelkostnader.*

<sup>224</sup> Neovius P. *Bygg friskt! Undvik radon, elektromagnetiska fält och skadliga kemiska emissioner.* (1999) s. 12.

<sup>225</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 2. Fukt.* (2000) s. 3.

<sup>226</sup> Anderlind G. *Fuktboken. En bok om fuktproblem i byggnader.* (1991) s. 13.

<sup>227</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 2. Fukt.* (2000) s. 3.

<sup>228</sup> Nevander L.-E., Elmarsson B. *Fukthandbok. Praktik och teori.* (1994) s. 272.

#### 6.1.1.2 Markfukt

Regn och snö bidrar även till markfukt, genom det ytvatten som bildas på marken. Markfukt kan antingen bestå av vatten eller ånga, som i vissa fall kan tränga in i husgrunden. De byggnadsdelar som befinner sig under grundvattenytan utsätts för ett direkt vattentryck, men även ovanför grundvattenytan påverkas byggnadsdelar av fukt i form av kapillär uppsugning. Beroende på hur finkornig jordarten är kan grundvattnet transporteras flera meter upp över grundvattennivån.<sup>229</sup> För att minska risken för att markfukt ska ta sig in i en byggnad, är det viktigt att dräneringen utförs på ett korrekt och effektivt sätt.<sup>230</sup>

#### 6.1.1.3 Luftfukt

Förutom den fukt som angriper byggnaden utifrån, avges även fukt inifrån byggnaden. Den mängd fukt som finns i inomhusluften beror på utomhusluftens ånghalt, fuktproduktionen inomhus och ventilationens storlek. Utomhus varierar luftens relativa fuktighet både över dygnet och över året, med högst luftfuktighet under vinterhalvåret. Denna fukt kommer sedan in genom ventilationsluft och luftläckage och förenas med den fukt som uppstår inomhus. Skillnaden mellan ånghalten ute och inne benämns fuktillskott, vilket motsvarar den fukt som uppstår inomhus vid avdunstning, olika aktiviteter samt befuktning.<sup>231</sup> Avdunstningen sker i regel kontinuerligt och kommer från byggnadens människor, djur och växter. Däremot varierar fuktillskottet från rum till rum och är störst i kök och badrum. Det beror på att aktiviteter som matlagning, disk, tvätt, bad och rengöring ger ett tillfälligt högre fuktillskott i dessa rum. Normalt är fuktillskottet 2-5 g/m<sup>3</sup> för småhus och 1,5-4 g/m<sup>3</sup> för lägenheter i flerbostadshus.<sup>232</sup> Med hjälp av ökad ventilation kan fuktillskottet minska i byggnaden, eftersom torrare utomhusluft tillförs. Om inte storleken på ventilationsflödet är tillräckligt finns risk för att fuktig inomhusluft tränger in i klimatskalets lufttätheter och kyls ner. Då kondenseras luftens vattenånga till vatten i vätskeform, vilket kan resultera i fukt i konstruktionen.<sup>233</sup>

#### 6.1.1.4 Byggfukt

När byggnadsmaterial och byggnadsdelar är nya, innehåller de fukt från både tillverkning och byggtid. Denna fukt kallas byggfukt och tillförs vid betonggjutning, murning, putsning, m.m. Fukthalten i materialet blir dessutom ännu högre om det inte skyddas mot nederbörd under lagring och förvaring.<sup>234</sup> Det är viktigt att byggfukten torkas ut under tillräckligt lång tid, så att byggnadsmaterial och byggnadsdelar kommer i fuktjämvikt med omgivningen. Torkningen görs med hjälp av en kombination av ventilation, värme, avfuktning och luftcirkulation.<sup>235</sup> Om det inte råder fuktjämvikt i till exempel ett betonggolv när golvbeläggningen läggs på, kan det uppstå fuktskador och problem i framtiden.<sup>236</sup> Alla material har ett så kallat kritiskt fuktillstånd, som måste understigas innan det behandlas vidare. Värdet på detta tillstånd kan normalt fås från materialtillverkare eller importör. Om värdet inte är känt, ska enligt Boverket en relativ fuktighet på 75 % användas som kritiskt fuktillstånd.<sup>237</sup> Övriga krav och bestämmelser från myndigheter finns i kapitel 6.1.4.

<sup>229</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 2. Fukt.* (2000) s. 16.

<sup>230</sup> Hagentoft C-E. *Vandrande fukt, strålande värme – så fungerar hus.* (2002) s. 132ff.

<sup>231</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 2. Fukt.* (2000) s. 15.

<sup>232</sup> Nevander L.-E., Elmarsson B. *Fukthandbok. Praktik och teori.* (1994) s. 278.

<sup>233</sup> Hagentoft C-E. *Vandrande fukt, strålande värme – så fungerar hus.* (2002) s. 128.

<sup>234</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 2. Fukt.* (2000) s. 16.

<sup>235</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande.* (2004) s. 160.

<sup>236</sup> Hagentoft C-E. *Vandrande fukt, strålande värme – så fungerar hus.* (2002) s. 127ff.

<sup>237</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20.*

### 6.1.1.5 Vattenläckage

Den vanligaste typen av fuktskada är vattenläckage från byggnadens installationer, ledningar och rör. Det är därför viktigt att dessa delar underhålls och inspekteras ordentligt, så att ett eventuellt läckage upptäcks tidigt. Då blir skadan begränsad och billig att åtgärda.<sup>238</sup>

### 6.1.2 Fuktproblem

När fuktbelastningen är så stor att det påverkar byggnaden negativt, kan det resultera i mögel, röta, kvalster samt ökade emissioner från material och inredning. Även brukarnas hälsa påverkas, vilket bland annat kan leda till ökad risk för allergier och annan överkänslighet, se kapitel 3. De orsaker som ofta ligger bakom fuktproblem i byggnader är till exempel<sup>239</sup>:

- Brist på kunskap.
- Den kunskap som finns har inte använts eller spritts.
- Kostnads- och tidspress.
- Slarv och fusk.
- Dålig kvalitetskontroll.
- Olämpligt läge för byggnader, till exempel vad gäller markförhållanden.
- Ändrade boende- eller brukarvanor.

Fukt har stor betydelse när det gäller materialnedbrytning, som kan ske genom biologisk, fysikalisk och kemisk nedbrytning. Vid biologisk nedbrytning angriper mikroorganismer trä och andra byggnadsmaterial då det finns tillgång till fukt, värme, näring och syre. De viktigaste mikroorganismerna är röt-, blånads- och mögelsvampar samt bakterier. Rötsvampar bryter ned virkets vedceller och kräver tillgång till fritt vatten för att dess sporer ska kunna gro. Det krävs även att materialet är tillräckligt fuktigt för att svampen ska kunna växa. En särskilt aggressiv typ av rötsvamp är hussvampen, som kan spridas långt från angreppsstället och kan även ta sig igenom sprickor i stenvägg. Blånadssvampar missfärgar trä, men påverkar vanligtvis inte virkets hållfasthet. Mögelsvampar utvecklas vid lägre fuktighet än rötsvampar och sprider sina sporer med hjälp av luftförelser. Inte heller denna typ av svamp påverkar träets hållfasthet, men kan ge missfärgning, dålig lukt och dålig hälsa hos brukarna. Det finns även bakterier som alstrar mögellukt. Dessa heter aktinomyceter och är beroende av fuktinnehållet i den yta de växer på.<sup>240</sup>

Fysikalisk nedbrytning medför dimensionsändringar då temperatur eller fuktinnehåll förändras. När materialets fuktinnehåll varierar orsakar det svällning eller krympning, vilket för trägolv kan leda till sprickbildning, skevhet och välvning. När vatten övergår från vätska till is kan det också ske en fysikalisk nedbrytning, eftersom det då expanderar med cirka nio procent. Expansionen ger en mycket stor sprängkraft, vilket kan orsaka skador på till exempel murverk. Slutligen kan kemisk nedbrytning innebära att metaller korroderar, sur nederbörd skadar kalkhaltiga material och golvlim förtvålas och luktar illa om det inte torkar tillräckligt snabbt.<sup>241</sup>

Inomhusluftens relativa fuktighet påverkar också de problem som kan uppstå i samband med fukt, se figur 6.1. Enligt denna figur bör luftfuktigheten ligga mellan 40 och 60 %, för att så många problem som möjligt ska kunna undvikas. Om den relativa luftfuktigheten är för låg kan brukarna uppleva besvär med uttorkning av slemhinnor och hud. Människan och vissa material blir även lättare statistiskt laddade och dammalstringen blir större. För hög luftfuktighet medför däremot risk för kondens på byggnadsdelar samt tillväxt av kvalster och alger.<sup>242</sup> Luftfuktighet behandlas även i kapitel 5.2.3.

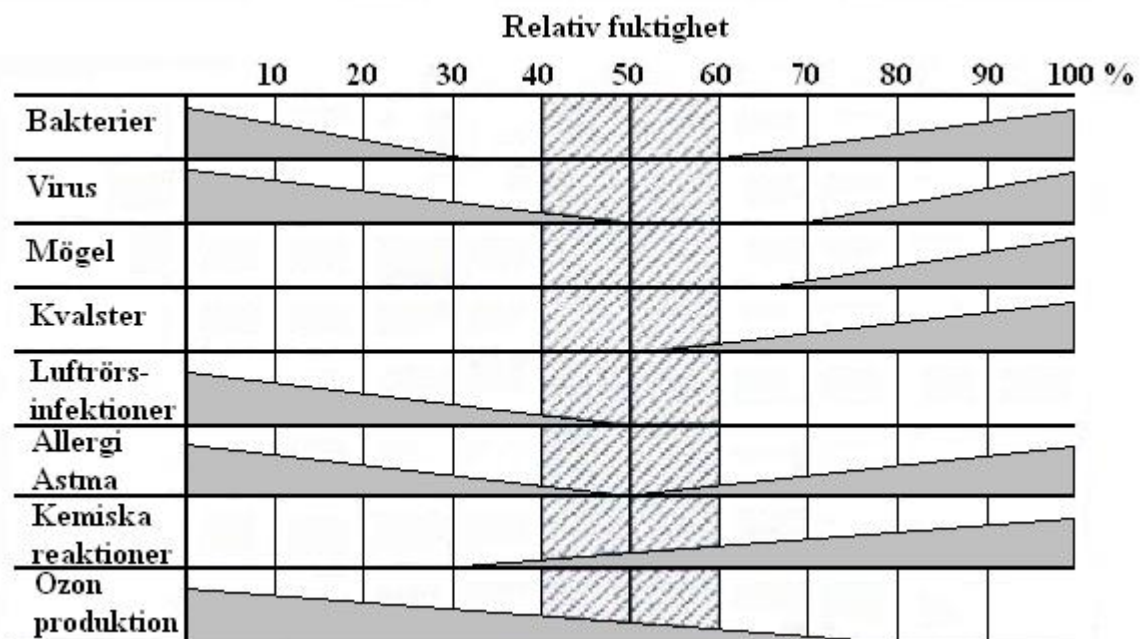
<sup>238</sup> Hagentoft C-E. *Vandrande fukt, strålande värme – så fungerar hus*. (2002) s. 133.

<sup>239</sup> Ibid, s. 182.

<sup>240</sup> Arfvidsson J., m.fl. *Få bukt med fukt*. (2007) s. 133.

<sup>241</sup> Ibid, s. 134.

<sup>242</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002)1:10.



**Figur 6.1** Samband mellan relativ luftfuktighet och olika reaktioner på brukare och byggnad. Avtagande stapelhöjd innebär minskad hälsorisk. (Källa: Hjertén R., m.fl. *Som man bygger får man ventileras*. (1996))

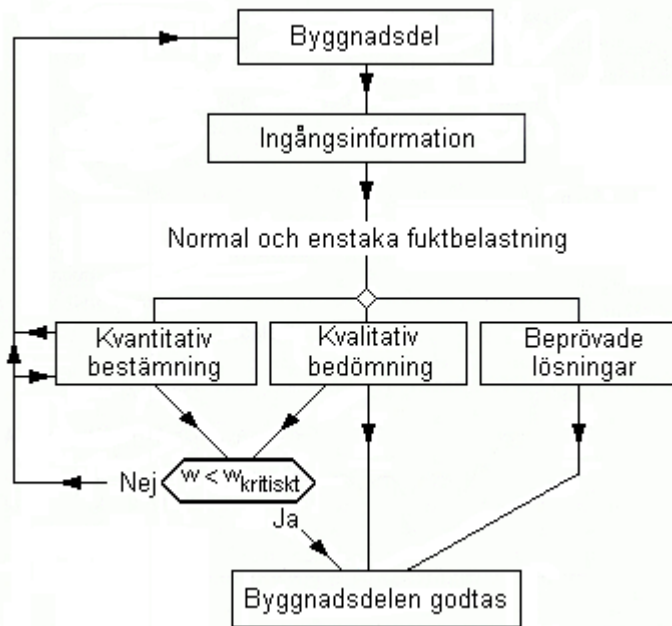
### 6.1.3 Fuktdimensionering

Många av de skador och problem som uppstår på grund av fukt, beror på brister i projekteringen. Det är bland annat vanligt att den kunskap som finns inte utnyttjas eller att vissa fuktbelastningar ”glöms bort”. Även nya material och produkter kan innebära problem om de inte analyseras noga innan de används i byggnader.<sup>243</sup> Genom att fuktdimensionera varje byggnadsdel kan dessa risker minskas och fuktsäkerheten bli högre. Figur 6.2 visar på ett schematiskt sätt de olika moment som ingår i en fuktdimensionering. Momenten har som uppgift att säkerställa att de delar och anslutningar som ingår i konstruktionen, klarar en given fuktpåverkan eller fuktbelastning.<sup>244</sup> Nedan behandlas respektive steg i fuktdimensioneringen.

<sup>243</sup> Sandin K. *Fuktdimensionering ger fuktsäkrare byggnader*. (1998) s. 4.

<sup>244</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 2. Fukt*. (2000) s. 9.





**Figur 6.2** Tillvägagångssätt vid fuktdimensionering. (Källa: Sandin K. *Fuktdimensionering ger fuktsäkrare byggnader*. (1998)).

Varje byggnadsdel med tillhörande anslutningar och genomföringar ska analyseras separat, vilket innebär att anslutningar mellan två delar kontrolleras två gånger. På så sätt ökar fuktsäkerheten i byggnaden.<sup>245</sup> Det första steget av fuktdimensioneringen består av att sammanställa relevant ingångsinformation. Informationen ska i huvudsak innehålla<sup>246</sup>:

- *Ritningar och beskrivningar av konstruktionen.* Dessa ska vara fullständiga vad gäller materialval och utformning av alla detaljer. Även ventilationssystem, VVS, el, m.m. ska finnas i ritningsunderlaget.
- *Materialdata för ingående parametrar.* Alla material ska vara angivna, antingen genom en specifik produkt eller genom krav på materialdata. Exempel på aktuella materialdata är värmekonduktivitet, permeabilitet, ånggenomgångsmotstånd, ånggenomsläpplighetskoefficient, frostbeständighet, emission vid olika fuktillstånd och tillåtna fuktillstånd med avseende på mögelangrepp.
- *Byggnadens användning och inomhusklimat.* Beroende på byggnadens användningsområde varierar fuktbelastningen, både vad gäller verksamhetsområde och mellan brukare. Det är även viktigt att redovisa vilka krav som gäller vid framtida förändringar av byggnaden, till exempel vid byte av ventilationssystem eller ändring av användningsområde.
- *Omgivande klimat.* Även det omgivande klimatet påverkar byggnadens fuktbelastning, till exempel vad gäller regnmängd och markförhållanden.
- *Beställarens speciella krav och risker som kan accepteras.* Beställaren kan i vissa fall ha speciella krav på byggnaden, till exempel vad gäller material, inomhusmiljö, fasadens utseende och framtida möjligheter till ombyggnad. Dessa krav bör vara kända från början och beaktas i projekteringen. Trots att byggnaden fuktdimensioneras kan det finnas risk för att fuktproblem uppstår i framtiden. Vilken risk som kan accepteras måste bestämmas av beställaren och risken måste vägas mot kostnad och olägenhet i samband med skada.

<sup>245</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 2. Fukt*. (2000) s. 12.

<sup>246</sup> Sandin K. *Fuktdimensionering ger fuktsäkrare byggnader*. (1998) s. 7.

Nästa steg i dimensioneringen går ut på att bestämma fuktbelastningen. Under byggnadsdelens livslängd utsätts den för både normal och enstaka fuktbelastning, se figur 6.3. Normal fuktbelastning innefattar nederbörd, luftfukt utomhus och inomhus samt markfukt, medan enstaka belastning innefattar nederbörd under byggtiden, byggfukt och läckage.<sup>247</sup>



**Figur 6.3** Förklaring av normal och enstaka fuktbelastning. (Källa: Bygghälsorådet. *Innemiljö & människors hälsa 2. Fukt.* (2000))

Efter det att ingångsinformation och fuktbelastningar har dokumenterats, kan den egentliga fuktdimensioneringen påbörjas. Det kan ske på tre olika nivåer, nämligen genom beprövade lösningar, kvalitativ bedömning eller kvantitativ bestämning. Den enklaste nivån är beprövade lösningar, där det gäller att utnyttja tidigare erfarenheter. Beprövade lösningar kan sedan tidigare vara noggrant fuktdimensionerade genom kvalitativ bedömning eller kvantitativ bestämning, annars måste det finnas en dokumenterat god långtidserfarenhet från tidigare objekt.<sup>248</sup> Det är även viktigt att den aktuella byggnadsdelen är exakt likadan som den beprövade lösningen vad gäller uppbyggnad och omgivande klimat. Dessutom måste fuktbelastningarna vara samma.<sup>249</sup> Vid en kvalitativ bedömning kontrolleras byggnadsdelen med hjälp av enkla anvisningar, hjälpmedel och baskunskap om fuktmeکانik. Detta kan innefatta tabeller och diagram om fuktillstånd, materialdata för beräkningar och rekommendationer om materialval och detaljlösningar.<sup>250</sup> Slutligen representerar kvantitativ bestämning den högsta nivån, som innebär avancerade beräkningar och som kräver djupa kunskaper inom fuktområdet. Den kvantitativa bestämningen kan antingen göras genom att beräkna konstruktionens fuktillstånd eller genom fullskaleförsök, där direkta mätningar kan avgöra det aktuella fuktillståndet.<sup>251</sup> Denna metod bör alltid väljas för nya lösningar, som ska användas i stor skala. Efter genomförd kvalitativ bedömning eller kvalitativ bestämning, ska resultatet jämföras med det kritiska fuktillståndet hos respektive material. Jämförelsen bidrar till att visa om det finns risk för fuktskador som skadliga emissioner, korrosion, röta, mögel, frostsador, dimensionsändringar, m.m. Om det kritiska fuktillståndet överskrids i den aktuella byggnadsdelen, måste den ändras.<sup>252</sup>

Ett sätt att genomföra en fuktdimensionering är med hjälp av checklistor, som minskar risken för att någon detalj glöms bort. Checklistorna kan vara utformade på olika sätt, allt ifrån en enkel lista med nyckelord för erfarna konsulter, till detaljerade listor med manual för oerfarna konsulter. En checklista

<sup>247</sup> Bygghälsorådet. *Innemiljö & människors hälsa 2. Fukt.* (2000) s. 10.

<sup>248</sup> Ibid, s. 11.

<sup>249</sup> Sandin K. *Fuktdimensionering ger fuktsäkrare byggnader.* (1998) s. 9.

<sup>250</sup> Bygghälsorådet. *Innemiljö & människors hälsa 2. Fukt.* (2000) s. 11.

<sup>251</sup> Sandin K. *Fuktdimensionering ger fuktsäkrare byggnader.* (1998) s. 11.

<sup>252</sup> Bygghälsorådet. *Innemiljö & människors hälsa 2. Fukt.* (2000) s. 12.

fungerar som ett bevis på att byggnaden har fuktdimensionerats och den som undertecknar listan ansvarar för att byggnaden har projekterats på ett fukttekniskt riktigt sätt.<sup>253</sup> Bilaga H visar hur en checklista kan se ut.

#### 6.1.4 Krav och bestämmelser

För att uppnå fuktsäkerhet i byggnader ställer Boverket vissa krav, som ska begränsa fuktmängden i byggnadens konstruktioner och utrymmen. Socialstyrelsen behandlar också fukt och mikroorganismer, men då som allmänna råd för bedömning av olägenhet för människors hälsa.

##### 6.1.4.1 Krav enligt Boverket

De krav som Boverket ställer vad gäller fukt är till för att begränsa byggnadens fuktmängd, så att konstruktioner och utrymmen inte skadas och påverkar brukarnas hälsa. Boverket rekommenderar därför att byggnaden fuktdimensioneras i projekteringsstadiet och att material skyddas mot fukt och smuts under byggprocessen. Det uppmätta fukttillståndet ska alltid vara lägre än det högsta tillåtna fukttillståndet för det aktuella materialet, vilket ska kontrolleras genom besiktningar, mätningar eller analyser. Det högsta tillåtna fukttillståndet beror på materialets och användningsområdets kritiska fukttillstånd. Om det kritiska fukttillståndet är okänt för ett visst material, ska en relativ fuktighet på 75 % användas som kritiskt fukttillstånd.<sup>254</sup> Detta behandlas även i kapitel 6.1.1.4.

För att säkerställa fuktsäkerhet anger Boverket även krav och råd för lufttäthet, markavvattning, dränering och byggnadsdelar. Dessutom finns det i Boverkets byggregler ett särskilt avsnitt om utrymmen med krav på vattentäta eller vattenavvisande skikt. För lufttäthet i byggnadens klimatskal finns inga gränsvärden, men lufttätheten bör alltid vara så bra som möjligt för att minska risken för fuktskador. Marken runt byggnaden ska luta för att inte dagvatten ska kunna tränga in i byggnaden, alternativt ska marken förses med anordningar för uppsamling och avledning av dagvattnet. Som råd ges att marken bör luta från byggnaden med en lutning på 1:20 inom tre meters avstånd. Om inte detta går att åstadkomma bör ett avskärande dike finnas. Det finns inte heller några specifika krav på dränering, men de dränerande skikten bör vara så genomsläppliga att tillförda vattenmängder kan samlas upp och avledas till dräneringsledningar och liknande. De byggnadsdelar som behandlas i reglerna är grundkonstruktion och bjälklag, väggar, fönster och dörrar samt yttertak och vindsutrymmen. Det ställs inga krav på dessa delar utan de allmänna råd som finns är till för att gynna utvecklingen av nya lösningar och metoder samt ge upplysningar om de konstruktioner som kan vara speciellt känsliga för fukt. De enda krav som ges gäller kryp- och vindsutrymmen, som ska kunna inspekteras i sin helhet.<sup>255</sup>

De krav som ställs för utrymmen som utsätts för fritt vatten, gäller vattentäta eller vattenavvisande skikt samt underlag för vattentäta skikt. Dessa krav kan sammanfattas i följande punkter:

- Enligt Boverket ska ett vattentätt skikt finnas på de golv och väggar som utsätts för vattenspolning, vattenspill eller utläckande vatten. Exempel på utrymmen där detta är aktuellt är bad- och duschrum, tvättstugor, toaletterum samt utrymmen för varmvattenberedare. Det vattentäta skiktet ska vara beständigt mot alkalitet, vatten, temperaturvariationer, rörelser i underlaget samt tåla vibrationer från normal utrustning i utrymmet. Andra krav är att fogar, anslutningar, infästningar och genomföringar i vattentäta skikt ska vara vattentäta. Dessutom ska skiktets ånggenomgångsmotstånd vara tillräckligt stort. Värdet bör enligt de allmänna råden vara större än  $1 \cdot 10^6$  s/m om inte fuktdimensioneringen har visat något annat.
- Ett vattenavvisande skikt ska finnas på de golv, väggar och tak som kan utsättas för vattenstänk, våtrengöring, kondensvatten eller hög luftfuktighet. Exempel på sådana utrymmen är tvättstugor, utrymmen för varmvattenberedare och groventréer.

<sup>253</sup> Sandin K. *Fuktdimensionering ger fuktsäkrare byggnader*. (1998) s. 13.

<sup>254</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20*.

<sup>255</sup> Ibid.

- Underlag för vattentäta skikt ska enligt reglerna vara lämpliga för denna användning. Våtrumsgolv som består av keramiska material och tätskiktssmassa på träbjälklag med skivor innebär till exempel större risker än om underlaget består av betong.
- Boverkets avsnitt om utrymmen i kontakt med fritt vatten, behandlar även dolda ytor där det finns risk för utläckande vatten eller kondens. Det är till exempel under diskmaskin, kyl och frys, där det ska finnas utlopp så att vattnet snabbt blir synligt. I de utrymmen där golvavlopp finns ska både golvet och dess vattentäta skikt ha fall mot avloppet, i de delar av utrymmet som normalt utsätts för vatten. Vid golvbrunnen bör golvlutningen i duschdelen vara minst 1:150 för att garantera avrinning och högst 1:50 för att minska risken för olycksfall. Där golvet regelbundet utsätts för vatten får endast genomföringar för avloppsenheter utföras och i våtutrymmen ska fogar, anslutningar och genomföringar anordnas så att de är lätta att rengöra.<sup>256</sup> För mer information om dessa krav och råd hänvisas till Boverkets byggregler.

#### 6.1.4.2 Krav enligt Socialstyrelsen

De allmänna råd som Socialstyrelsen ger angående fukt, riktar sig till den kommunala nämnd som utövar den operativa tillsynen över miljö- och hälsoskyddet i kommunen. Normalt måste en okulär besiktning göras av byggnaden för att avgöra om fukt och mikroorganismer innebär olägenhet för människors hälsa. Den kommunala nämnden kan kräva att en byggnad ska undersökas med avseende på fukt, om den har<sup>257</sup>:

- synliga fuktskador och fuktfläckar, missfärgningar eller bubblor i mattor och tapeter.
- omfattande kondens på fönstrens insida vid en utetemperatur av cirka  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  eller lägre.
- ett fuktillskott inomhus, under vinterförhållanden, som regelmässigt överstiger  $3\text{g}/\text{m}^3$  luft.
- ett medelvärde på luftfuktigheten som överstiger  $7\text{ g vatten}/\text{kg torr luft}$  under en längre period under eldningssäsongen, vilket motsvarar cirka 45 % relativ luftfuktighet vid  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Nämnden kan även ställa krav på undersökningar om det finns risk för att mikroorganismer växer på svåråtkomliga ytor eller i byggnadskonstruktionen. Det som enligt Socialstyrelsens föreskrifter ska beaktas när en byggnad undersöks, är bland annat om<sup>258</sup>:

- det förekommer synlig mikrobiell växt och/eller mikrobiell lukt i bostadsrum eller lokaler för allmänna ändamål.
- mikroorganismer eller mikrobiell lukt befaras spridas från byggnadskonstruktionen eller från t.ex. källare, grund eller vind, till bostadsrum eller andra rum där människor vistas stadigvarande.
- fuktskador inte åtgärdas och detta innebär en risk för att mikroorganismer kan växa till.
- fuktskador har åtgärdats bristfälligt, t.ex. vid uttorkning och utbyte av mikrobiellt angripet material.

Innan den slutgiltiga bedömningen utförs, bör en sammanvägning av samtliga relevanta omständigheter göras och då ska även särskild hänsyn tas till känsliga personer. I en del fall kan en byggnadsteknisk undersökning och provtagning behövas, för att komplettera den okulära besiktningen.<sup>259</sup>

<sup>256</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20.*

<sup>257</sup> Socialstyrelsen. *Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 1999:21.*

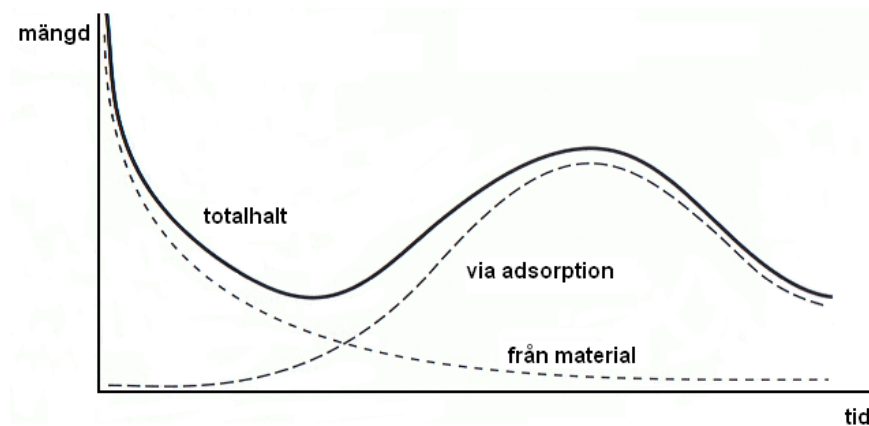
<sup>258</sup> Ibid.

<sup>259</sup> Ibid..

## 6.2 Emissioner från material och aktiviteter

Emissioner förekommer naturligt i inomhusluften och är ämnen, som bland annat avges från byggnads- och inredningsmaterial, kemisk-tekniska produkter samt aktiviteter, se även kapitel 5.1. Det innebär att varje lukt som finns i huset är en emission, allt ifrån doft av frukt och trä till matos. Lukter upplevs subjektivt, doft av trä uppfattas positivt av många personer, medan allergiker och andra känsliga personer kan reagera negativt. Det finns även emissioner, som är så små att de varken luktar eller på något annat sätt märks. De kan däremot fortfarande ge negativa effekter.<sup>260</sup> Det finns tre typer av emissioner. Dessa är avklingande, intermittent återkommande och tilltagande, där de två sistnämnda antas orsaka störst problem. Avklingande emissioner minskar med tiden och kommer från nya material som golvmattor, trä, färg, m.m., medan intermittent återkommande emissioner är emissioner som avges, försvinner och avges igen. Det gäller till exempel för periodiska verksamheter, som är årstids- eller väderberoende. Den sista typen av emissioner är tilltagande, vilket kan bildas vid nedbrytningsprocesser eller vid kontinuerligt pågående verksamheter och processer.<sup>261</sup>

Emissioner som avges från material består av rester av råämnen och lösningsmedel, reaktions- och sönderfallsprodukter från tillverkningsprocessen samt tillsatsmedel. Avgivningsmängden är med andra ord störst för nytillverkade material, men den minskar med tiden till en nivå som är karakteristisk för materialet och emissionens typ.<sup>262</sup> Det kan ta mellan sex och tolv månader innan emissionerna har stabiliserats till en godtagbar nivå. Emissionsförloppet för ämnen i byggnadsmaterial ser ut enligt figur 6.4. Avklingningstiden för emissioner från material kan påverkas av vissa faktorer så att tiden antingen blir längre eller kortare. Med hjälp av en effektiv ventilation kan luftens föroreningar föras bort och emissionskoncentrationen hållas på en låg nivå. Ventilationssystemet bör därför vara i drift kontinuerligt under en byggnads första månader. Om ventilationen stängs av då byggnaden är tom, bör fläktarna startas någon eller några timmar innan byggnaden ska användas igen.<sup>263</sup> Andra faktorer som har betydelse är materialets kemiska sammansättning, materialets diffusionsegenskaper samt omgivande klimat. En kortvarig ökning av inomhustemperaturen i samband med ökad ventilation kan minska avklingningstiden, medan tiden ökar om fuktbelastningen är för stor.<sup>264</sup> En faktor som försvårar emissionsförloppet är att emissionerna som avges, kan tas upp av andra material genom adsorption. Dessa emissioner avges senare till luften igen och förlänger på så sätt avklingningstiden.<sup>265</sup>



**Figur 6.4** Emissionsförlopp för ämnen i byggnadsmaterial. (Källa: Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 3. Byggnadsmaterial*. (2000))

<sup>260</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 3. Byggnadsmaterial*. (2000) s. 5.

<sup>261</sup> Björk F., Eriksson C-A. *Sjuk av att vara inne? En bok om betong, fukt, golv och emissioner*. (2000) s. 8.

<sup>262</sup> Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskapssammanställning*. (1995) s. 65.

<sup>263</sup> Ekberg L. *R1 – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav*. (2006) kapitel 4.3.

<sup>264</sup> Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskapssammanställning*. (1995) s. 37.

<sup>265</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 3. Byggnadsmaterial*. (2000) s. 8.

Det är inte alltid byggnads- och inredningsmaterial som är den dominerande källan till varför luften innehåller organiska föroreningar. I vissa fall är sannolikheten istället större att emissionerna kommer från rengöringsmedel och aktiviteter som matlagning, användning av hobbyprodukter, kopieringsapparater och pappershantering.<sup>266</sup> Däremot är det viktigt att på ett tidigt stadium välja material, som är lämpliga ur emissionssynpunkt. Det gäller främst material som ska byggas in eller som ska användas i den fasta inredningen. Dessa material är svåra att byta ut och åtgärda, medan verksamhet, möbler och annan lös inredning är lätt att byta ut.<sup>267</sup> Kapitel 6.2.1 behandlar därför vad som gäller vid materialval.

### 6.2.1 Materialval

Material och byggprodukter ska enligt Boverkets väljas, så att de inte påverkar inomhusmiljön och byggnadens närmiljö på ett negativt sätt.<sup>268</sup> Därför är det viktigt att redan på planeringsstadiet undersöka vilka möjligheter som finns tillgängliga, för att detta krav ska uppfyllas. De material som ingår i byggnaden, påverkar inomhusmiljön genom att avge emissioner, se kapitel 6.2. Mängden emissioner ett material avger beror bland annat på tillverkningsprocessen, men även på den omgivning det befinner sig i samt den konstruktion det ingår i.<sup>269</sup> Ett material som placeras i fel miljö, till exempel med avseende på fukt, kan resultera i att materialet får andra egenskaper än vad som framgått tidigare.<sup>270</sup> Det beror på så kallad synergism. När ett material testas undersöks normalt en faktors miljöeffekt i taget. Men i verkligheten förekommer två eller flera faktorer samtidigt, som kan förstärka varandras effekter. Det ger en totaleffekt, som är större än summan av de olika effekterna, om varje faktor hade förekommit ensam.<sup>271</sup> Det innebär att det inte är ett enskilt materials miljöegenskaper, som avgör om det är ett lämpligt val, utan hur bra det fungerar i den aktuella konstruktionen. Beställaren bör därför kunna ställa krav på att materialen är testade tillsammans i sin verkliga miljö, innan de byggs in i byggnaden.<sup>272</sup> Under hela sin livscykel påverkar material även den yttre miljön. En produkts totala miljöpåverkan innefattar råvaruutvinning, tillverkningsprocess, användning, återvinning och avfallshantering, men även de transporter och den energi som går åt i mellanleden. För att olika produkter och material ska kunna jämföras, har Byggsektorns kretsloppsrad skapat ett system, där alla byggvaror ska deklarerars. Byggvarudeklarationen redogör för hur produkten påverkar både den inre och den yttre miljön i varje steg av livs cyklern.<sup>273</sup> För mer information om byggvarudeklarationer, se kapitel 6.2.1.1.

De krav som idag ställs på byggnader vad gäller ekonomi, god funktion samt effektiv och miljövänlig produktion, har inneburit att ett stort antal nya material har skapats. Även äldre material har gjorts om för att få bättre användningsegenskaper.<sup>274</sup> Vid val av material bör försiktighetsprincipen tillämpas. Det innebär att inom en viss material- eller produktgrupp, väljs det material som avger minst mängd föroreningar eller emissioner. Dessutom ska material som klassas som allergiframkallande undvikas och det valda materialet ska vara väl anpassat till den miljö det ska användas i. Det kan till exempel finnas anvisningar och begränsningar för det aktuella materialet vad gäller kombination med andra material, fuktinnehåll, pH-värde samt max- och mintemperaturer. Även råd angående underhåll och skötsel ska följas.<sup>275</sup> Förutom att produkterna ska byggvarudeklarerars, är vissa produkter dessutom miljömärkta. I Sverige förekommer tre olika märken: Bra Miljöval, Svanen och Astma- och allergiförbundet. Dessutom finns EU Ecolabel, som är EU:s egna märke. Dessa miljömärken presenteras närmare i kapitel 6.2.1.2.

<sup>266</sup> Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskaps sammanställning.* (1995) s. 42.

<sup>267</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 3. Byggnadsmaterial.* (2000) s. 5.

<sup>268</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20.*

<sup>269</sup> Samuelsson I. *Kriterier för sunda byggnader och material.* (1998) s. 16.

<sup>270</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 3. Byggnadsmaterial.* (2000) s. 5.

<sup>271</sup> Nilsson L.-O. *Compendium i Byggnadsmaterialvetenskap.* (2006)13.

<sup>272</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 3. Byggnadsmaterial.* (2000) s. 32.

<sup>273</sup> Kretsloppsrådet. *Byggvarudeklarationer – Kretsloppsrådets riktlinjer, BVD 3.* (2007)

<sup>274</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 3. Byggnadsmaterial.* (2000) s. 5.

<sup>275</sup> Samuelsson I. *Kriterier för sunda byggnader och material.* (1998) s. 17.

### 6.2.1.1 Byggvarudeklaration

Systemet med byggvarudeklarationer är ett resultat av det arbete Byggsektorns kretsloppsråd utför, för att utvecklingen ska gå framåt vad gäller byggvarors miljöpåverkan. Systemet bygger på ett frivilligt engagemang inom byggsektorn, men under de tio år som det har varit i bruk har mellan 4000 och 5000 byggvaror deklarerats år 2006. Syftet med byggvarudeklarationer är att dokumentera innehållet i enskilda material och produkter, men även hur de påverkar den inre och yttre miljön under varje steg av sin livscykel. Det ger med andra ord kunskap om framtida åtgärder, till exempel rivning och avfallshantering samt vid ett eventuellt byte till en mer miljöanpassad vara. Dessutom fungerar deklARATIONEN som ett underlag vid jämförelse mellan olika material och produkter ur miljösynpunkt. Byggvarudeklarationen för en viss vara redovisas vanligtvis på företagets webbplats.<sup>276</sup> Alla material och produkter som används i en byggnad bör vara byggvarudeklarerade. Detta ska beaktas vid både projektering och inköp.<sup>277</sup> En byggvarudeklaration innehåller information om varan i form av ingående material och ämnen, produktion, distribution av färdig vara, bygg- och bruksskedet, rivning, avfallshantering och påverkan på inomhusmiljö. Ett formulär för byggvarudeklaration kan hämtas på Byggsektorns kretsloppsråds hemsida [www.kretsloppsradet.com](http://www.kretsloppsradet.com). Det finns dessutom en tillhörande anvisning som förklarar hur deklARATIONEN ska utföras.

### 6.2.1.2 Miljömärkning

En produkt som är miljömärkt behöver inte vara bra för miljön. Märket betyder istället att produkten uppfyller vissa miljökrav och är oftast bättre för miljön än de produkter inom samma område, som inte klarar kraven.<sup>278</sup> Sverige har tre olika märken: Bra Miljöval, Svanen och KRAV. KRAV-märket gäller främst för mat och behandlas därför inte i denna rapport. Även EU har enats om ett gemensamt europeiskt miljömerke, som kallas EU Ecolabel. Dessutom behandlas Astma- och allergiförbundets märke, som finns på produkter som anses vara bra ur allergisynpunkt.

#### **Bra Miljöval**

Bra Miljöval är Naturskyddsföreningens miljömerke och betecknas med en Bra Miljöval är Naturskyddsföreningens miljömerke och betecknas med en pilgrimsfalk, se figur 6.5. Detta märke lanserades 2003 och ersatte då det gamla märket från 1992, som även innehöll namnet Bra Miljöval. Genom denna ändring kan märket även användas utanför Sverige. En produkt som är märkt med Bra Miljöval uppfyller de krav, som Naturskyddsföreningen har satt upp. Dessa krav är absoluta och alla miniminivåer måste uppfyllas för att produkten ska bli godkänd. En gång om året kontrolleras därför de företag som använder Bra Miljöval. Även stickprov av olika produkter kan förekomma. De krav som ställs på produkten behandlar bland annat råvaror, kemikalier under produktionen, utsläpp, energi och återvinning. Genom att Naturskyddsföreningen successivt höjer kraven måste produkterna anpassas för att få behålla miljömärkningen. På så sätt gynnas hela tiden de varor, som är minst skadliga för miljön och utvecklingen går framåt. Bra Miljöval finns inom varugrupper som tvättmedel, tvål och schampo, men även impregnering av betong, papper, textil, elektricitet och transporter.<sup>279</sup>



Figur 6.5 Bra Miljöval.

<sup>276</sup> Kretsloppsrådet. *Byggvarudeklarationer – Kretsloppsrådets riktlinjer, BVD 3.* (2007)

<sup>277</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 3. Byggnadsmaterial.* (2000) s. 32.

<sup>278</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande.* (2004) s. 27.

<sup>279</sup> Naturskyddsföreningen. <http://www.snf.se> (100503)



## Svanen

År 1989 skapades Nordens gemensamma miljömärke Svanen, som har som syfte att hjälpa konsumenterna att välja miljövänliga produkter, se figur 6.6. Svanen finns inom en mängd skilda varugrupper, allt ifrån rengöringsmedel, batterier och TV-apparater, till mer byggnadsrelaterade varor som färg, lim, fönster, ytterdörrar, innertak och golv. Det finns till och med färdiga hus, som är märkta med Svanen. De krav som ställs för att en produkt ska få bära svanmärket omfattar hela livscykeln, det vill säga från råvara till avfall. Det innebär att vissa krav endast gäller en fas av produktens liv. Kraven som ställs på svanmärkta produkter och tjänster utformas i samråd med myndigheter, industri, handel och miljöorganisationer. Dessutom måste produkten ha minst samma egenskaper som andra likvärdiga produkter. Precis som hos Bra Miljöval höjs kraven successivt för att produkterna ska få behålla sin svanmärkning och därmed bidra till att utvecklingen går åt rätt håll. Däremot skiljer sig märkningsförfarandet mellan de två märkena på så sätt att Svanen väger olika egenskaper hos produkten mot varandra. Det innebär att om en produkt har sämre värden på en viss punkt, kan det kompenseras genom att värdet är bra på en annan punkt.<sup>280</sup> Hos Bra Miljöval utformas kraven helt av en oberoende natur- och miljöorganisation och även om produkttillverkarna kan lämna synpunkter så är de inte representerade när kraven skapas.<sup>281</sup> För att en produkt ska få bära Svanen, måste företaget ansöka om en licens. De redovisar då resultat av oberoende tester som visar att produkten uppfyller kraven. Oftast gäller svanmärket i högst tre år, sen måste licensen förnyas och då är kraven högre. En licens som är registrerad i Sverige kan även användas i de övriga nordiska länderna.<sup>282</sup>



Figur 6.6 Svanen.

## EU Ecolabel

EU Ecolabel är EU:s officiella miljömärkning och märket ser ut enligt figur 6.7. Kriterierna är desamma i alla länder som ingår i EU och de utarbetas av nationella organisationer i medlemsländerna på uppdrag av EU-kommissionen. EU Ecolabel ställer höga krav på produkterna vad gäller miljö, hälsa, funktion och kvalitet och kraven höjs kontinuerligt, precis som för Bra Miljöval och Svanen. För att en produkt ska få bära EU Ecolabel, måste kraven uppfyllas och detta kontrolleras genom tester och dokumentation från tillverkarna. Än så länge förekommer miljömärket inom tjuogoåtta olika produktkategorier, bland annat rengöringsprodukter, glödlampor, diskmaskiner, värmepumpar och golv.<sup>283</sup>



Figur 6.7 EU Ecolabel.

<sup>280</sup> Miljömärkning Sverige AB. <http://www.svanen.nu> (100503)

<sup>281</sup> Naturskyddsföreningen. <http://www.snf.se> (100503)

<sup>282</sup> Miljömärkning Sverige AB. <http://www.svanen.nu> (100503)

<sup>283</sup> Ibid (100503)



### Astma- och allergiförbundet

Genom att utfärda rekommendationer vad gäller produkter som är bra ur allergisynpunkt, arbetar Astma- och allergiförbundet för att hjälpa konsumenten att välja rätt. De produkter som uppfyller de krav som ställs, markeras med förbundets märke, se figur 6.8. Rekommendationerna utvecklas av specialister inom medicin, kemi och teknik och baseras bland annat på forskningsresultat, mätningar, produktinformation och beprövad erfarenhet. Om det finns tveksamheter angående produktens innehåll och egenskaper, tillämpas försiktighetsprincipen och produkten blir inte rekommenderad. På grund av att alla människor reagerar olika, är inte Astma- och allergiförbundets märke en garanti för att produkten inte är allergiframkallande. Däremot innehåller inte produkterna allergen, parfym och andra irriterande ämnen i sådan mängd att det finns några kända rapporterade fall. Astma- och allergiförbundets märke förekommer bland byggvarugrupper som inomhusfärg, ventilationskanaler, isolering, undertaksprodukter samt luftrenare och luftfilter.<sup>284</sup>



Figur 6.8 Astma- och allergiförbundet

#### 6.2.1.3 Framtida mål

Bland de miljö kvalitetsmål som Sveriges riksdag har beslutat om, behandlar nummer fyra *Giftfri miljö*. Vad som gäller för val av material redovisas i delmål två, som betecknas *Information om farliga ämnen i varor*. Detta delmål anger att senast år 2010 ska varor vara försedda med hälso- och miljöinformation om de farliga ämnen som ingår. I Miljömålsrådets rapport för år 2009 beräknas det bli mycket svårt att uppfylla kravet.<sup>285</sup> Däremot trädde en kemikalielagstiftning för EU i kraft i juni 2007, Reach (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals), som ersatte stora delar av de kemikalie regler som gällde tidigare i EU och Sverige.<sup>286</sup> Denna nya förordning medför att det nu finns ett system som kan bli gemensamt på global nivå, vad gäller klassificering och märkning av kemikalier.<sup>287</sup>

### 6.3 Radon

Radon är en ädelgas som är färg-, smak- och luktlös. Gasen bildas då det radioaktiva ämnet radium sönderfaller. Då radon i sin tur sönderfaller bildas radioaktiva metalljoner, som brukar kallas radondöttrar.<sup>288</sup> Radondöttrarna fastnar lätt på ytor som väggar och gardiner, men även på dammpartiklar i luften. Det medför att radondöttrar som finns i ett rum som är dammigt och rökigt, får större möjlighet att fastna på partiklarna än om rummet hade varit rent.<sup>289</sup> Radondöttrarna kan sedan följa med inandningsluften ned i lungorna där de sänder ut strålning, som kan skada cellerna i luftrör och lungblåsor. Det innebär att radon i höga halter anses vara en olägenhet för människors hälsa. Näst efter tobaksrökning är radon den vanligaste orsaken till lungcancer. Risken för att få lungcancer av radon är dessutom större för de som röker än för de som är icke-rökare, men även passiva rökare är mer utsatta för lungcancer från radon. Risken minskar för de personer som slutar röka.<sup>290</sup> Enligt Strålsäkerhetsmyndigheten orsakar radon i bostäder omkring 500 lungcancerfall per år, varav 90 % är rökare. Strålsäkerhetsmyndigheten anger även att antalet lungcancerfall skulle minska med 200 fall per år om Sveriges alla bostäder sanerades till gällande gränsvärde på 200 Bq/m<sup>3</sup>.<sup>291</sup>

<sup>284</sup> Astma- och allergiförbundet. <http://www.astmaoallergiforbundet.se> (100503)

<sup>285</sup> Nilsson A., Hellberg H. *Miljömålen – i halvtid. Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål*. (2009)

<sup>286</sup> Kemikalieinspektionen. <http://www.kemi.se> (100503)

<sup>287</sup> Nilsson A., Hellberg H. *Miljömålen – i halvtid. Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål*. (2009)

<sup>288</sup> Strålsäkerhetsmyndigheten. <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se> (100503)

<sup>289</sup> Clavensjö B., Åkerblom G. *Radonboken. Åtgärder mot radon i befintliga byggnader*. (2007) s. 25.

<sup>290</sup> Statens strålskyddsinstitut. *Vägen till ett radonfritt boende. Hur du upptäcker och åtgärdar radonproblem – en av de vanligaste orsakerna till ett ohälsosamt boende*. (2005)

<sup>291</sup> Strålsäkerhetsmyndigheten. <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se> (100503)

Omkring 450 000 av Sveriges bostäder beräknas ha radonhalter i inomhusluften som ligger över 200 Bq/m<sup>3</sup>.<sup>292</sup> På grund av att varken radon eller dess sönderfallsprodukter går att se och känna, måste speciella mätinstrument användas för att upptäcka det och bestämma förekomsten. Men just eftersom koncentrationen är mätbar räknas det inte som ett dolt fel vid husförsäljning. Vid minsta misstanke om att huset kan innehålla radon bör en noggrann mätning utföras före köp.<sup>293</sup> Radonhalten bör även mätas vid ny-, om- och tillbyggnad av småhus samt vid förändring av ventilation och uppvärmningssystem.<sup>294</sup>

### 6.3.1 Förekomst

I en byggnad kan radonhalten variera stort, både över dygnet och från dygn till dygn. Variationen beror på tillflödet av radon och ventilationen. Till exempel innebär en fördubbling av luftomsättningen att radonhalten blir hälften så stor. I bostäder kommer radonet från en eller flera av följande källor<sup>295</sup>:

- Marken under och/eller runt huset
- Byggnadsmaterialet
- Hushållsvattnet

Den vanligaste källan är dock radon från marken, det vill säga jordlager och berggrund, men även material som använts för utfyllnad före byggandet. Mineralkornen avger radon till luften mellan kornen och denna jordluft kan sedan sugas in genom otätheter i grundkonstruktionen. Normalt är lufttrycket inomhus lägre än utomhus och i marken och ju större tryckskillnaden är, desto mer radon kan ta sig in i byggnaden. Risken för markradon inomhus bestäms även av hur luftgenomsläpplig marken är samt radonhalt i och mängd jordluft som kan transporteras in i byggnaden. Dessutom har det betydelse om byggnaden grundläggs direkt på berg, halten radium i berget samt hur mycket radon som avges och diffunderas bort från bergytan.<sup>296</sup> De flesta kommuner har upprättat radonkartor som ger vägledning när det gäller var byggnation bör ske. Kartorna finns på kommunernas hälso- och miljökontor och de delar in marken i hög-, normal- och lågriskområden. Lågriskområden kräver inga särskilda åtgärder vid byggnation, medan det på normal- och högriskområden behövs ett radonförebyggande utförande. I Sverige är normalriskområden vanligast men 10 % anses vara högriskområden. Högriskområde gäller främst där det finns alunskiffer, grusåsar och graniter.<sup>297</sup> Det kan dock vara aktuellt att alltid göra en radonundersökning före nybyggnad även om marken anses vara ofarlig. Markradonhalten kan nämligen variera på korta avstånd.<sup>298</sup> Om byggnaden är grundlagd i eller nära grundvattenytan är den däremot skyddad mot markradon, eftersom jordluftvolymen i dessa fall normalt är för liten för att orsaka förhöjda radonhalter inomhus.<sup>299</sup>

Alla stenbaserade byggnadsmaterial, till exempel tegel, betong och lättbetong, innehåller radium och avger därför radon. För de flesta material är radonhalten dock försumbar och idag tillverkas inte byggnadsmaterial som kan orsaka olämpligt höga radonhalter i inomhusluften.<sup>300</sup> Äldre byggnader kan däremot fortfarande innehålla så kallad blå lättbetong, som tillverkades mellan 1929 och 1975. Detta material baserades på uranrik alunskiffer och kan orsaka radonvärden i luften, som är mer än fem gånger högre än vad som är lämpligt ur hälsosynpunkt.<sup>301</sup>

<sup>292</sup> Strålsäkerhetsmyndigheten. <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se> (100503)

<sup>293</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande.* (2004) s. 136f.

<sup>294</sup> Boverket. <http://www.radonguiden.se> (100503)

<sup>295</sup> Clavensjö B., Åkerblom G. *Radonboken. Åtgärder mot radon i befintliga byggnader.* (2007) s. 39.

<sup>296</sup> Ibid s. 43.

<sup>297</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande.* (2004) s. 136f.

<sup>298</sup> Neovius P. *Bygg friskt! Undvik radon, elektromagnetiska fält och skadliga kemiska emissioner.* (1999) s. 24.

<sup>299</sup> Clavensjö B., Åkerblom G. *Radonboken. Åtgärder mot radon i befintliga byggnader.* (2007) s. 43.

<sup>300</sup> Boverket. <http://www.radonguiden.se> (100503)

<sup>301</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande.* (2004) s. 138.

Grundvattnets radonhalt bestäms av radiumhalten i omgivande jordlager och berggrund.<sup>302</sup> Radonet kommer sedan in i byggnaden via hushållsvattnet, som avger radonet till inomhusluften när det används. Mängden radon som avges till luften ökar ju mer vattnet behandlas. Exempelvis kan nämnas att när en toalettstol spolats avges ca 30 % av radonet, vid duschning 65-70 % och vid tvättning och diskning i maskin 90-95 %.<sup>303</sup> Kommunalt hushållsvatten kontrolleras regelbundet och har normalt låg radonhalt. Även vatten i grävda brunnar har en låg halt, eftersom vattnet har stått så länge i brunnen att en del av radonet har hunnit sönderfalla. Ett annat skäl är att regnvatten tillförs brunnen genom direkt tillrinning. Däremot kan radonhalten vara hög i brunnar som har borrats i berg, särskilt om berggrunden innehåller mycket uran. Det beror på att radiumet, som utfälls på ytan av bergsprickorna, avger radon som då transporteras ut i grundvattnet. Radonhalten kan därför bli mycket hög, eftersom radonet avges direkt från bergsytan.<sup>304</sup> Däremot kan brunnar inom samma område ha olika radonhalt.<sup>305</sup> Förutom att radon i vatten ökar den totala halten i inomhusluften, kan människan påverkas genom att dricka vattnet. Det mesta radonet följer dock med utandningsluften inom en timme och resten tas upp i magsäcken och förs sedan ut ur kroppen.<sup>306</sup> Men speciellt barn bör skyddas av den anledningen att de dricker mer i förhållande till kroppsvikten än vad vuxna gör. Vattnet är dessutom oftast obehandlat i form av saft och välling.<sup>307</sup>

Radonhalten som människan utsätts för beror inte bara på ovanstående tre källor, utan även på bland annat boendevanor, planlösning och utomhusklimat. Boendevanor är till exempel hur ventilationen används. När aktiviteten normalt är stor i byggnaden, det vill säga morgon, eftermiddag och kväll, öppnas fönster och dörrar vilket innebär att luftväxlingen ökar. Det leder i sin tur till lägre radonhalter. På natten och när ingen är hemma, är fönster och dörrar stängda och luftväxlingen liten. Då blir radonkoncentrationen högre. Även bruk av spisfläkt har betydelse. När den används ökas ventilationen, men det bidrar samtidigt till ett större undertryck. Ett exempel på att planlösningen har betydelse är om markradon läcker in i rum som normalt är tillstängda med täta dörrar. Det resulterar i att radonhalten i övriga byggnaden är lägre jämfört med vad den blir om dörren öppnas. Klimatfaktorer utomhus som påverkar radonhalten är vind och temperatur. Om byggnaden utsätts för stark vind och samtidigt är otätt, leder det till stora variationer i luftväxlingen inomhus beroende på vindriktning och vindhastighet. Byggnader med självdragsventilation är känslig för temperaturskillnader. Eftersom inomhustemperaturen vanligtvis är konstant medan utomhustemperaturen förändras under dygnet, skapas den så kallade skorstenseffekten. Effekten innebär att varm luft stiger och drar på så sätt in radon utifrån. Om byggnaden istället har mekanisk ventilation är radonkoncentrationen mer jämn under dygnet. Det beror på att den typen av ventilation är igång dygnet runt med konstant effekt samt att undertrycket inte varierar på samma sätt som i andra byggnader. Radonhalten i markens jordluft kan också förändras, men till skillnad från byggnadens halt som växlar under dygnet och från dygn till dygn, så gäller variationen från vecka till vecka eller från månad till månad.<sup>308</sup>

### 6.3.2 Krav och bestämmelser

Radonhalten i inomhusluft mäts i enheten Bq/m<sup>3</sup> och i enheten Bq/l när det gäller vatten. 1 Bq/m<sup>3</sup> innebär ett atomsönderfall per sekund i varje kubikmeter luft.<sup>309</sup> De olika myndigheter som anger krav och bestämmelser om radon är Boverket, Arbetsmiljöverket, Socialstyrelsen och Livsmedelsverket.

<sup>302</sup> Clavensjö B., Åkerblom G. *Radonboken. Åtgärder mot radon i befintliga byggnader.* (2007) s. 50.

<sup>303</sup> Statens strålskyddsinstitut. *Radon i vatten.* (2005)

<sup>304</sup> Clavensjö B., Åkerblom G. *Radonboken. Åtgärder mot radon i befintliga byggnader.* (2007) s. 53.

<sup>305</sup> Socialstyrelsen. *Radon i inomhusluft.* (2005)

<sup>306</sup> Boverket. <http://www.radonguiden.se> (100503)

<sup>307</sup> Statens Offentliga Utredningar. *Radon, Fakta och lägesrapport om radon, Betänkande av Radonutredningen 2000 – Del 2, SOU 2001:7.*

<sup>308</sup> Clavensjö B., Åkerblom G. *Radonboken. Åtgärder mot radon i befintliga byggnader.* (2007) s. 28f.

<sup>309</sup> Boverket. <http://www.radonguiden.se> (100503)

Tabell 6.1 Sammanställning av gräns- och riktvärden för radongas i byggnader.

		Bq/m <sup>3</sup>	Bq/l	Gräns- värde	Rikt- värde	Myndighet	Anmärkning
Luft	Nya byggnader	200		X		Boverket	
	Befintliga byggnader	200			X	Socialstyrelsen	
	Arbetsplatser	400		X		Arbetsmiljöverket	Gäller för de flesta arbetsplatser.
		1500		X		Arbetsmiljöverket	Gäller vid ca 1600 h arbete under jord per år.
Vatten	Vattenverk > 10m <sup>3</sup> per dygn eller > 50 personer		100	X		Livsmedelsverket	Gräns för tjänligt med anmärkning.
			1000	X		Livsmedelsverket	Gräns för otjänligt.
	Vattenverk < 10m <sup>3</sup> per dygn eller < 50 personer		1000		X	Socialstyrelsen	Risk för hälsoeffekter. Mätning av radonhalten i inomhusluften bör göras.
			>1000		X	Socialstyrelsen	Risk för hälsoeffekter. Bör ej användas till dryck eller livsmedelshantering. Åtgärder bör tas för att sänka radonhalten.

Myndigheternas gräns- och riktvärden finns redovisade i tabell 6.1 och förklaras närmare nedan. För nybyggda hus gäller Boverkets gränsvärde för radongas i inomhusluften på 200 Bq/m<sup>3</sup>. Detta värde är ett årsmedelvärde och får inte överskridas eftersom det är ett gränsvärde.<sup>310</sup> Äldre hus och lokaler omfattas däremot av Socialstyrelsens riktvärde, som även det är på 200 Bq/m<sup>3</sup>.<sup>311</sup> Ett riktvärde bör inte överskridas och fastighetsägaren kan tvingas utföra åtgärder för att sänka radongashalten till en nivå under riktvärdet.<sup>312</sup> Arbetsmiljöverket har två gränsvärden för arbetsplatser som inte får överskridas. För arbete som utförs under jord gäller en medelhalt av 1500 Bq/m<sup>3</sup> vid ca 1600 timmars vistelse under jord per år. Denna halt kan även uttryckas som en maximal årsdos på 2,5 MBq/m<sup>3</sup>. För övrigt arbete anges ett gränsvärde på 400 Bq/m<sup>3</sup>.<sup>313</sup> Livsmedelsverket anger i sina föreskrifter gränsvärden för dricksvatten, som hämtas från vattenverk som försörjer mer än 50 personer. Om vattnet används i offentlig eller kommersiell verksamhet, omfattar Livsmedelsverkets föreskrifter dessutom mindre anläggningar. Dricksvatten med en radonhalt på mer än 100 Bq/l klassas som tjänligt med hälsomässig anmärkning och blir inte otjänligt förrän vid över 1000 Bq/l.<sup>314</sup> För mindre vattenverk och privata brunnar gäller inte Livsmedelsverkets gränsvärden. Istället har Socialstyrelsen skapat riktvärden, som anger att det vid 1000 Bq/l finns en hälsorisk för människor och vattnet bör inte användas som dricksvatten. Dessutom bör en mätning av radonhalten i byggnadens inomhusluft utföras, eftersom radon avgår från vattnet till luften. En halt på 1000 Bq/l vatten ger till exempel ett tillskott på 100 Bq/m<sup>3</sup> till inomhusluften när vattnet används.<sup>315</sup> De gräns- och riktvärden som finns för radon i vatten gäller enbart för byggnader med permanent boende, med andra ord gäller de inte för fritidshus.<sup>316</sup>

Förutom krav på radonhalten i byggnader, ställer Boverket och Socialstyrelsen även krav på gammastrålningsnivån. Boverket anger att nivån inte får överstiga 0,3 µSv/h i rum där människor

<sup>310</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20.*

<sup>311</sup> Socialstyrelsen. *Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 1999:22 med ändringar t.o.m. SOSFS 2004:6.*

<sup>312</sup> Boverket. *Åtgärder mot radon i bostäder.* (2009)

<sup>313</sup> Arbetsmiljöverket. *Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2005:17.*

<sup>314</sup> Livsmedelsverket. *Livsmedelsverkets föreskrifter, SLVFS 2001:30 med ändringar t.o.m. LIVSFS 2005:10.*

<sup>315</sup> Statens strålskyddsinstitut. *Radon i vatten.* (2005)

<sup>316</sup> Ibid.

vistas mer än tillfälligt, medan Socialstyrelsen anger att vid detta värde bör tillsynsmyndigheten kräva en undersökning enligt miljöbalken.<sup>317</sup>

### 6.3.3 Framtida mål

År 2005 beslutade riksdagen om sexton nationella miljö kvalitetsmål, där miljömål femton behandlar *God bebyggd miljö*. Enligt detta mål ska inte människans hälsa påverkas negativt av byggnader och deras egenskaper år 2020. För att det ska uppfyllas anges för radon att<sup>318</sup>:

- radonhalten ska vara lägre än 200 Bq/m<sup>3</sup> år 2010 i alla skolor och förskolor.
- radonhalten ska vara lägre än 200 Bq/m<sup>3</sup> år 2020 i alla bostäder.

En sådan sänkning skulle, som nämnts tidigare, leda till en reduktion med 200 lungcancerfall per år i Sverige.<sup>319</sup> Enligt Miljömålsrådets rapport för år 2009 bedömer Socialstyrelsen att målet för skolor och förskolor kan nås, om radonmätningarna fortsätter och åtgärder genomförs där riktvärdet överskrids. Däremot blir målet för bostäder svårt att nå, eftersom intresset för radonmätning är lågt hos enskilda fastighetsägare.<sup>320</sup>

I september 2009 kom nya rekommendationer från WHO, som anger att riktvärdet för radonhalter bör sänkas till 100 Bq/m<sup>3</sup>. Detta riktvärde beräknas minska antalet dödsfall i lungcancer med 360 fall per år, det vill säga en reduktion på ytterligare 160 personer jämfört med tidigare riktvärde på 200 Bq/m<sup>3</sup>. Rekommendationerna från WHO har resulterat i att Socialstyrelsen, Boverket, Strålsäkerhetsmyndigheten, Livsmedelsverket, Arbetsmiljöverket, Folkhälsoinstitutet och Sveriges geologiska undersökning, nu kontrollerar om det finns anledning att sänka det aktuella riktvärdet på 200 Bq/m<sup>3</sup>. De nordiska strålsäkerhetsmyndigheterna har redan angett att radonhalten fortfarande ska understiga 200 Bq/m<sup>3</sup> i befintliga byggnader, men bör helst sänkas till under 100 Bq/m<sup>3</sup>.<sup>321</sup>

## 6.4 Energieffektivisering

På 1970-talet resulterade två stycken oljekriser i att priset på råolja ökade kraftigt, vilket innebar att intresset för mer energieffektiva åtgärder och lösningar ökade. Energidiskussionen har sedan dess utvecklats från att ha varit rent ekonomisk, till att idag inrikta sig mer på att skapa en hållbar utveckling av miljö och klimat.<sup>322</sup> Samtidigt som det har inneburit att energianvändningen har minskat, har befolkningens mängd och därmed även den uppvärmda arean ökat. Därför har den totala energianvändningen inom Sveriges bostads- och servicesektor varit i stort sett densamma sedan 1970-talet, nämligen omkring 150 TWh/år.<sup>323</sup> Den största delen av en byggnads energianvändning, cirka 85 %, används under brukartiden. Det som påverkar energianvändningen mest är med andra ord den del, som går till att skapa ett bra inomhusklimat.<sup>324</sup>

En byggnads svaga punkter vad gäller energiförluster är klimatskal, ventilation och avlopp. Av dessa punkter ger ventilationen de största förlusterna, där storleken beror på byggnadens täthet, hur mycket byggnaden ventileras och om ventilationssystemet återvinner värme. I klimatskalet är fönstren de sämst isolerade partierna och står därför för de näst största energiförlusterna. Förluststorleken beror på hur bra U-värde fönstren har, hur stora fönstertyorna är och om isolerande luckor eller gardiner

<sup>317</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20.* / Socialstyrelsen. *Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 1999:22 med ändringar t.o.m. SOSFS 2004:6.*

<sup>318</sup> Nilsson A., Hellberg H. *Miljömålen – i halvtid. Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål.* (2009)

<sup>319</sup> Socialstyrelsen. *Radon i inomhusluft.* (2005)

<sup>320</sup> Nilsson A., Hellberg H. *Miljömålen – i halvtid. Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål.* (2009)

<sup>321</sup> Strålsäkerhetsmyndigheten. <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se> (100503)

<sup>322</sup> Sveriges Kommuner och Landsting. *Energisparguiden. Erfarenheter av energieffektivisering i offentliga lokaler.* (2006) s. 3.

<sup>323</sup> Chalmers EnergiCentrum, CEC. *Åtgärder för ökad energieffektivisering i bebyggelsen.* (2005) s. 1.

<sup>324</sup> Hagentoft C-E. *Vandrande fukt, strålande värme – så fungerar hus.* (2002) s. 17.



används. Tak och väggar har de största ytorna i skalet och bör därför isoleras väl.<sup>325</sup> Erfarenheter har visat att energieffektiva åtgärder är mest lönsamma om de görs i samband med underhålls- och ombyggnadsåtgärder. Små- och flerbostadshus energieffektiviseras främst genom att förbättra klimatskal och ventilation samt genom att förändra brukarnas beteende. Lokaler energieffektiviseras däremot främst med hjälp av åtgärder som ger minskat värmeöverskott, det vill säga ökat solskydd, energieffektiv belysning, m.m.<sup>326</sup> Exempel på energieffektiva åtgärder för bostäder finns i bilaga J och åtgärder för lokaler finns i bilaga K. I kapitel 5.4.3 behandlas dagsljus och artificiell belysning ur energisynpunkt.

De punkter som är viktiga när det gäller att skapa en byggnad som är både energieffektiv och har bra inomhusmiljö, kan enligt Kellner J. *Bygg sunt och miljöanpassat!* (1997) sammanfattas i följande<sup>327</sup>:

- Isolera byggnaden väl, men med förnuft. Väggar som har överisolerats kan ge motsatt effekt med övertemperaturer i byggnaden.
- Studera köldbryggorna noga, de ger betydligt större värmeförluster än väntat.
- Utnyttja passiv solenergi på ett medvetet sätt, så att inomhustemperaturen blir acceptabel.
- Optimera värmebehov och elanvändning genom beräkningar, så att gratisvärmerna från belysning och apparater kan utnyttjas optimalt.
- Konstruera lufttäta byggnader, så att ventilationsflödet kan kontrolleras.
- Välj enkla, driftsäkra och lättskötta ventilations- och övriga installationssystem.
- Utrusta gärna de tekniska systemen med mätmöjligheter för att lättare säkerställa anläggningens underhåll och drift.
- Låt idrifttagningen pågå minst ett år med hjälp av kvalificerad personal.

#### 6.4.1 Lag om energideklaration för byggnader

Den första oktober 2006 infördes ”Lag om energideklaration för byggnader” (SFS 2006:985). Syftet med denna lag är att främja en effektiv energianvändning och en god inomhusmiljö i byggnader och lagen ska tillämpas på de byggnader där energi används för att påverka byggnadernas inomhusklimat.<sup>328</sup> Lagen bygger på ett EG-direktiv att energiprestandan i byggnader ska förbättras och alla EU-länder inför liknande lagar.<sup>329</sup> Enligt lagen är den som äger en byggnad skyldig att göra en energideklaration med hjälp av en oberoende expert. Deklarationen ska sedan skickas elektroniskt till Boverket, som för in resultatet i ett register. I vissa byggnader ska dessutom resultatet av energideklarationen anslås på en väl synlig plats i byggnaden.<sup>330</sup> Det gäller till exempel för en byggnad som upplåts med nyttjanderätt eller om byggnaden enligt taxeringsbeviset räknas som specialbyggnad och har en total användbar golvarea som är större än 1000 m<sup>2</sup>.<sup>331</sup> En energideklaration är giltig i tio år, men det är tillåtet att göra en ny deklaration innan denna period är slut. Det kan till exempel vara lämpligt efter energisparande åtgärder eller efter en ny funktionskontroll av ventilationen.<sup>332</sup>

Lagen om energideklaration för byggnader anger bland annat vilka byggnader och när byggnader ska energideklarerars. Tabell 6.2 redovisar de byggnader som berörs av energideklarationen. Från och med 1 januari 2009 ska specialbyggnader och byggnader med nyttjanderätt vara energideklarerade. Därefter ska dessa byggnader ha en energideklaration som inte är äldre än tio år. Befintliga byggnader utan nyttjanderätt, till exempel villor och radhus, behöver däremot inte ha en godkänd energideklaration förrän de säljs. Vid försäljningstidpunkten ska energideklarationen inte vara äldre än

<sup>325</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande.* (2004) s. 173.

<sup>326</sup> Chalmers EnergiCentrum, CEC. *Åtgärder för ökad energieffektivisering i bebyggelsen.* (2005) s. 37.

<sup>327</sup> Kellner J. *Bygg sunt och miljöanpassat!* (1997) s. 93f.

<sup>328</sup> Socialdepartementet. *Svensk författningssamling, SFS 2006:985 med ändringar t.o.m. SFS 2009:579.*

<sup>329</sup> Boverket. *Energideklarationen – första steget mot hälsosammare och energieffektiva hus.* (2006)

<sup>330</sup> Boverket. <http://www.boverket.se> (100503)

<sup>331</sup> Socialdepartementet. *Svensk författningssamling, SFS 2006:985 med ändringar t.o.m. SFS 2009:579.*

<sup>332</sup> Boverket. <http://www.boverket.se> (100503)

tio år. Nybyggda hus ska deklarerars inom två år efter slutbevis eller ibruktage.<sup>333</sup> För mer information om hur en energibesiktning och energideklaration kan genomföras, hänvisas till ”Energibesiktning av byggnader – flerbostadshus och lokaler”.<sup>334</sup>

**Tabell 6.2** De byggnader som berörs av energideklarationen enligt Lagen om energideklaration (SFS 2006:985). (Källa: Boverket. <http://www.boverket.se> (100503))

Typ av byggnad	Exempel
Specialbyggnad över 1000 m <sup>2</sup>	Simhallar, bibliotek, skolor, vårdbyggnader (framgår av taxeringsbeviset om byggnaden är en specialbyggnad)
Byggnader med nyttjanderätt	Hysesrätter, bostadsrätter, lokaler som hyrs ut, en- och tvåbostadshus som hyrs ut eller upplåts med bostadsrätt
Byggnader som säljs	
Nya byggnader <sup>A)</sup>	

<sup>A)</sup> Om bygganmälan har skett från och med den 1 januari 2009.

Det finns även vissa undantag från skyldigheten att energideklarerar byggnader. Dessa finns angivna i svensk författningssamling, SFS 2006:1592. De typer av byggnader som inte behöver energideklarerars är till exempel sådana som har förklarats som byggnadsminnen, inte får förvanskas eller i huvudsak används för andakt eller religiös verksamhet. Det gäller även industrianläggningar och verkstäder, fritidshus med högst två bostäder och fristående byggnader med en total användbar golvyta som är mindre än 50 m<sup>2</sup>.<sup>335</sup>

Även om det kostar pengar att låta en expert göra en energideklaration för byggnaden, ska det löna sig bland annat genom att de förslag som ges är speciellt framtagna för den aktuella byggnaden. En energideklaration gäller i tio år och några exempel på fördelar med en energideklaration är<sup>336</sup>:

- Den visar hur byggnaden mår.
- Den utgör underlag när ägaren vill genomföra och kanske söka bidrag/statligt stöd för insatserna.
- Den upplyser om andra viktiga undersökningar av exempelvis ventilation och radon.
- Den ger referensvärden så att byggnaden kan jämföras med andra liknande byggnader.
- Den ger förslag på kostnadseffektiva förbättringsåtgärder som både byggnad och brukare mår bra av.
- Den bidrar till ett hållbart samhälle genom att motverka växthuseffekten.

<sup>333</sup> Boverket. *Boverket informerar om energideklaration och om kampanj för energieffektivisering*, 2007:3. (2007)

<sup>334</sup> Adalberth K., Wahlström Å. *Energibesiktning av byggnader – flerbostadshus och lokaler*. (2008)

<sup>335</sup> Socialdepartementet. *Svensk författningssamling, SFS 2006:1592*.

<sup>336</sup> Boverket. *Energideklarationen – första steget mot hälsosammare och energieffektivare hus*. (2006)

## 6.4.2 Krav och bestämmelser

Boverket ställer i sina byggregler krav på att byggnader ska utformas så att energianvändningen begränsas genom låga värmeförluster, lågt kylbehov samt effektiv värme-, kyl- och elanvändning. Energihushållningen får däremot inte leda till sämre inomhusklimat eller inomhusmiljö. De specifika krav som ställs gäller byggnaders energianvändning, minsta godtagbara värmeisolering för byggnader, värme-, kyl- och luftbehandlingsinstallationer, effektiv elanvändning och på installation av mätsystem för uppföljning av byggnaders energianvändning. Kraven gäller för alla byggnader utom<sup>337</sup>:

- växthus eller liknande, som inte skulle kunna användas för sitt ändamål om dessa krav behövde uppfyllas,
- byggnader eller delar av byggnader som endast används under kortare perioder,
- byggnader där det under större delen av året inte finns något uppvärmnings- eller kylbehov.
- byggnader där inget utrymme avses värmas till mer än 10 °C och där behovet av energi för komfortbehov, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi är lågt.

**Tabell 6.3** Klimatzonsindelning enligt Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20.

Klimatzon	Län
I	Norrbottnen, Västerbotten, Jämtland
II	Västernorrland, Gävleborg, Dalarna, Värmland
III	Västra Götaland, Jönköping, Kronoberg, Kalmar, Östergötland, Södermanland, Örebro, Västmanland, Stockholm, Uppsala, Skåne, Halland, Blekinge, Gotland

I Boverkets byggregler delas Sverige in i tre klimatzoner, se tabell 6.3. Dessa tre zoner har olika krav på byggnaders specifika energianvändning och eleffekt, eftersom samma krav hade skapat orimliga skillnader i kraven på byggnader i norra respektive södra delen av landet. De krav som Boverket ställer på bostäder och lokaler, finns sammanställda i tabell L1 och tabell L2 i bilaga L. Kraven som berör elvärme gäller endast för byggnader med en area som överstiger 50 m<sup>2</sup>. För mindre byggnader används istället kraven för byggnader med annat uppvärmningssätt än elvärme. För bostäder ingår inte hushållsel i byggnadens specifika energianvändning, eftersom den främst används för hushållsändamål. På samma sätt ingår inte verksamhetsel i lokalers specifika energianvändning. Om byggnaden innehåller både bostäder och lokaler, viktas de olika kraven i proportion till golvarean.<sup>338</sup>

För mindre byggnader finns vissa alternativa krav på energianvändningen. Följande förutsättningar ska då uppfyllas:

- golvarean ska vara högst 100 m<sup>2</sup>,
- fönster- och dörrarean ska vara högst 0,20\*golvarean och
- det ska inte finnas något kylbehov.

De alternativa krav som Boverket har för dessa byggnader behandlar byggnadens värmeisolering, klimatskärmens täthet och värmeåtervinning av ventilationsluften. Värdena redovisas inte i denna rapport, för mer information hänvisas till Boverkets byggregler. Byggherren är inte tvingad att följa dessa alternativa krav, utan kan istället uppfylla de krav som ställs för bostäder respektive lokaler.<sup>339</sup>

Värme- och kylinstallationer ska utformas så att de ger god verkningsgrad under normal drift. De bör även utformas så att injustering, provning, kontroll, tillsyn, service och utbyte kan ske. Värme-, kyl- och luftbehandlingsinstallationer samt installationer för tappvarmvattenberedning bör utformas och isoleras för att begränsa energiförlusterna. Boverket ställer krav på att kylbehovet ska minimeras genom bygg- och installationstekniska åtgärder. Exempel på sådana åtgärder är val av storlek och

<sup>337</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20.*

<sup>338</sup> Ibid.

<sup>339</sup> Ibid.



placering av fönster, solavskärmning, solskyddande glas och eleffektiv belysning. Byggnadens värme-, kyl- och luftbehandlingsinstallationer ska även förses med automatisk reglerutrustning, så att värme- och kyltillförseln regleras efter effektbehov i förhållande till ute- och inneklimatet samt byggnadens avsedda användning.<sup>340</sup>

De installationer som kräver elenergi ska utformas så att effektbehovet begränsas och energin används effektivt. Detta krav berör exempelvis ventilation, fast installerad belysning, elvärmare, cirkulationspumpar och motorer. För de värden som anges i de allmänna råden hänvisas till Boverkets byggregler.<sup>341</sup>

### 6.4.3 Framtida mål

Av de nationella miljökvalitetsmål som riksdagen beslutade om år 2005, behandlar miljömål femton *God bebyggd miljö*. Inom detta mål anges att senast år 2010 ska fysisk planering och samhällsbyggande grundas på program och strategier för bland annat:

- *hur energianvändningen ska effektiviseras för att på sikt minskas, hur förnybara energiresurser ska tas tillvara och hur utbyggnad av produktionsanläggningar för fjärrvärme, solenergi, biobränsle och vindkraft ska främjas.*

År 2009 rapporteras att många kommuner fortfarande saknar program och strategier för delmålens olika aspekter och målet bedöms därför bli mycket svårt att nå i tid. Kommunernas möjlighet att söka bidrag till planeringsunderlag vid vindkraft har däremot haft stor effekt och över 170 kommuner arbetar med att ta fram sådana underlag.<sup>342</sup>

Även delmål sex tar upp energifrågan, då i form av energianvändning m.m. i byggnader. Enligt detta mål ska den totala energianvändningen per uppvärmd areaenhet i bostäder och lokaler minska med 20 % till år 2020 och 50 % till år 2050, jämfört med användningen 1995. Dessutom ska beroendet av fossila bränslen för energianvändningen i bebyggelsesektorn vara brutet till år 2020, samtidigt som andelen förnybar energi ökar kontinuerligt. Rapporten från år 2009 anger att det är osäkert om de angivna målnivåerna kan nås i tid utan ytterligare åtgärder. Däremot går utvecklingen åt rätt håll, eftersom uppvärmningen blir mer energieffektiv, andelen förnybar energi ökar och andelen fossila bränslen minskar.<sup>343</sup>

---

<sup>340</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20.*

<sup>341</sup> Ibid.

<sup>342</sup> Nilsson A., Hellberg H. *Miljömålen – i halvtid. Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål.* (2009)

<sup>343</sup> Ibid.



## 7 Tekniska system som har påverkan på inomhusmiljön

En byggnads inomhusmiljö beror till stor del på de tekniska system som ingår i byggnaden. Det är därför viktigt att dessa utformas och dimensioneras på ett korrekt sätt, för att minska risken för att brukarna upplever inomhusmiljöproblem. De krav och bestämmelser som myndigheterna ger ut ska följas och systemen ska underhållas och skötas på ett sådant sätt att de kan utföra sin uppgift. I kapitel 7.1–7.3 behandlas ventilations-, värme-, kyl- och vattensystem.

### 7.1 Ventilationssystem

I en byggnad är ventilationen det tekniska system, som påverkar inomhusklimatet mest.<sup>344</sup> Ventilationssystemets uppgift är att förse byggnaden med ny luft, samtidigt som det ska föra bort fukt, överskottsvärme och de föroreningar som bildas inomhus. Dessutom ska systemet förhindra att föroreningarna sprids i byggnaden.<sup>345</sup> Ventilationssystemet behandlas även i kapitel 5.1. För att luftkvaliteten ska bli tillfredsställande i en byggnad, är det viktigt att ventilationssystemet fungerar och att det är dimensionerat för den aktuella miljön. Om verksamheten i en lokal förändras kan till exempel luftflödet behöva ändras, för att systemet fortfarande ska klara av att föra bort de föroreningar som bildas. För bostäder och även i vissa fall laboratorier, är det föroreningshalten som dimensionerar luftflödet, medan det i kontor ofta är förmågan att föra bort överskottsvärme som är dimensionerande.<sup>346</sup> Det bör även vara möjligt att reglera ventilationen efter behov, eftersom det kan ge både en bättre inomhusmiljö och spara energi.<sup>347</sup> Exempel på faktorer som kan påverka ventilationsstyrkan är väder och personbelastning. Det behövs till exempel mer ventilation på sommaren när det är varmt än vad som behövs på vintern, medan det behövs mindre ventilation när ingen är hemma i bostaden. Regleringen kan göras både manuellt och automatiskt. Vid automatisk reglering kan ventilationen styras av temperatur, tryckfall, luftens relativa fuktighet eller föroreningsnivå.<sup>348</sup>

Det finns sex olika typer av ventilationssystem, som presenteras i kapitel 7.1.1. Indelningen beror på hur avancerat systemet är, men systemen är uppbyggda på ungefär samma sätt. Den nya luften består av uteluft, som vanligtvis tas in genom en ventil i fasaden. Det är därför viktigt att uteluftsventilen inte placeras i riktning mot garage, parkerings- eller lastplatser.<sup>349</sup> I de fall där byggnadens läge är känsligt för luftföroreningar, buller och kraftig vind, kan det vara lämpligt att istället ta in uteluften genom yttertak.<sup>350</sup> Uteluftsventilen bör även placeras på skuggsidan för att minska risken för övertemperaturer vid solsken.<sup>351</sup> Uteluften tempereras och filtreras i vissa fall i ett luftbehandlingsaggregat, innan den förs ut i byggnaden som tilluft. Tilluftsdonen placeras i de rum där brukarna vistas under längre tid, det vill säga i vardagsrum, sovrum och arbetsrum. Luften strömmar sedan genom de utrymmen som endast används korta stunder, som korridor och hall, för att till sist sugas ut som frånluft genom frånluftsdon. Dessa don placeras i vägg eller tak i de rum som är mest förorenade, nämligen kök, badrum och andra våtutrymmen. En förutsättning för att ventilationssystemet ska fungera på önskat sätt är att frånluftsdonet inte sitter för nära tilluftsdonet. Då kan det finnas risk för så kallad kortslutning, som innebär att tilluften går direkt ut som frånluft och därmed får det aktuella rummet en sämre luftomblandning.<sup>352</sup> Kortslutning kan även uppstå om tilluften har högre temperatur än luften i rummet, samtidigt som både tillufts- och frånluftsdon sitter

<sup>344</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande.* (2004) s. 105.

<sup>345</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V.* (2002) s. 7:10.

<sup>346</sup> Ekberg L. *R1 – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav.* (2006) kapitel 4.3.

<sup>347</sup> Sveriges Kommuner och Landsting. *Energisparguiden. Erfarenheter av energieffektivisering i offentliga lokaler.* (2006) s. 20.

<sup>348</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande.* (2004) s. 409f.

<sup>349</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V.* (2002) s. 7:10.

<sup>350</sup> Hjertén R., m.fl. *Som man bygger får man ventilera. Om arkitektur och inomhusklimat.* (1996) s. 45.

<sup>351</sup> Samuelsson I. *Kriterier för sunda byggnader och material.* (1998) s. 19.

<sup>352</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V.* (2002) s. 7:8.

vid taket.<sup>353</sup> I de mer avancerade ventilationssystemen leds ibland den varma frånluften slutligen genom luftbehandlingsaggregatet, där den med hjälp av en värmeväxlare kan användas för att höja temperaturen på tilluften eller tillföra värme till något annat installationssystem. När frånluften har passerat aggregatet kallas den avluft. Denna lämnar byggnaden genom speciella avluftshuvar, som placeras på yttertaket.<sup>354</sup> På grund av sin förmåga att både värma och kyla den tillförda luften efter behov, kan ventilationssystemet även användas som en del av det termiska klimatsystemet. Detta behandlas närmare i kapitel 7.2.

En vanlig orsak till att brukarna klagat på ventilationssystemet kan vara brist på underhåll och rengöring. Uteluften innehåller en mängd olika föroreningar, vilket innebär att både kanaler och filter lätt blir smutsiga. Det leder till att tilluften försämras, luftflödet kan minska och systemet hamnar i obalans. Även frånlufterkanaler kan bli igensatta och därigenom reducera flödet. Det är därför viktigt att ventilationssystemet är lätt att inspektera, rensa och rengöra. Ett korrekt utformat system ska inte heller ge störande bieffekter som buller, drag, mikrobiell tillväxt och hög energiförbrukning.<sup>355</sup>

För att garantera att ventilationssystemet fungerar och är utfört på rätt sätt, infördes 1991 den obligatoriska ventilationskontrollen, OVK.<sup>356</sup> OVK innehåller föreskrifter vad gäller ventilationssystemets funktion och behandlas närmare i kapitel 7.1.2. De övriga krav och rekommendationer som ges ut av olika myndigheter, presenteras i kapitel 7.1.3. och de framtida mål som har satts upp redovisas i kapitel 7.1.4.

### 7.1.1 Olika typer av ventilationssystem

Det finns sex olika typer av ventilationssystem: självdrag, fläktförstärkt självdrag, frånluftsventilation, frånluftsventilation med värmepump, till- och frånluftsventilation samt till- och frånluftsventilation med värmeväxling. Vilket system som bör väljas varierar från fall till fall, beroende på vilka krav som ställs på klimat och luftkvalitet. I bostäder är det främst kravet på luftväxling som avgör vilket system som är bäst, medan det i lokaler vanligtvis är temperaturkravet som avgör. De verksamheter som ingår i begreppet lokaler är exempelvis kontor, sjukhus, vårdanläggningar, varuhus och skolor. I dessa bildas mycket överskottsvärme genom de apparater som används, belysning samt det stora antal personer som vistas där.<sup>357</sup>

#### 7.1.1.1 Självdragssystem

Självdragssystemet är det enklaste systemet, på så sätt att det varken förekommer fläktar eller luftbehandlingsaggregat. Det innebär att uteluften når byggnaden utan att filtreras eller tempereras. Det faktum att tilluften är otempererad utnyttjas i systemet, eftersom varm luft är lättare än kall. Kall luft tas in i byggnaden genom uteluftsventiler, som placeras i vardags-, sov- och arbetsrum. De personer, aktiviteter och apparater som förekommer värmer sedan luften, som stiger uppåt och släpps ut via frånlufterkanaler på taket. Varje frånluftsdon har en egen kanal, vilket ger att självdragssystemet kräver stort utrymme. Kanalerna måste dessutom vara välisolerade, annars kan den varma frånluften kylas ner och vända tillbaka till rummet som den kom ifrån. Detta fenomen kan även uppstå vid en tillfällig vindstöt. Kall luft kan då pressas in i frånlufterkanalen och frånluftsdonet börjar fungera som tilluftsdon istället. På grund av att drivkraften för självdragssystemet är temperaturskillnaden mellan ute- och inomhusluften samt vinden, fungerar det dåligt eller inte alls på sommaren då skillnaden är väldigt liten. Detsamma gäller vid låga vindhastigheter. Dessutom kan det uppstå dragproblem, eftersom tilluften är otempererad och ljud utifrån kan tränga in i byggnaden genom uteluftsventilerna. Däremot ger ventilationen i sig inget buller och avsaknaden av fläkt innebär också att det inte blir

<sup>353</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 4. Ventilation*. (2000) s. 15.

<sup>354</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002) s. 7:8.

<sup>355</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande*. (2004) s. 107.

<sup>356</sup> Boverket. <http://www.boverket.se> (100503)

<sup>357</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002) s. 7:7.

någon elförbrukning.<sup>358</sup> Systemet är även praktiskt taget underhållsfritt, det är bara kanaler och don som behöver rensas.<sup>359</sup>

#### 7.1.1.2 Fläktförstärkt självdragssystem

Ett fläktförstärkt självdragssystem är uppbyggt som ett självdragssystem, med den skillnaden att det även innehåller en fläkt. Fläkten placeras ofta i den gemensamma takhuven och är endast i drift när självdragskrafterna inte är tillräckliga för att säkerställa en tillräcklig luftväxling i byggnaden, till exempel på sommaren.<sup>360</sup> Ventilationen kan regleras med hjälp av termostatstyrda tilluftsventiler och uteluftsventilerna placeras högt upp i rummen eller bakom radiatorn för att undvika drag. Det finns även en möjlighet att reglera fläktens varvtal individuellt, exempelvis med spjäll. På så sätt kan ventilationen ökas vid matlagning och minskas när ingen är hemma.<sup>361</sup> Det faktum att fläkten hjälper till att upprätthålla en riktad ventilation innebär bland annat att risken för att kall luft ska pressas in i frånluftskanalen vid en tillfällig vindstöt försvinner.<sup>362</sup>

#### 7.1.1.3 Frånluftssystem

Frånluftssystemet är en vidareutveckling av självdragssystemet, som ger full styrning av frånluften. En fläkt skapar ett ständigt undertryck i byggnaden, vilket medför att systemet kan ventileras med ett konstant luftflöde även under sommaren. Med hjälp av undertrycket hindras även den varma och fuktiga inomhusluften från att pressas ut i fasaden och där orsaka mögeltillväxt och fuktskador.<sup>363</sup> Däremot kan det skapade undertrycket leda till att förorenad luft från mark, grund och avlopp tar sig in i byggnaden, vilket kan vara en stor nackdel. Det faktum att tilluften tas in direkt utifrån, innebär att den varken är filtrerad eller uppvärmd. Det senare innebär i sin tur att risken för drag är stor, speciellt vid hög luftomsättning samt vid låg utomhustemperatur. En annan nackdel med frånluftssystemet är att buller, både från fläkten och utifrån, kan leda till obehag för brukarna.<sup>364</sup> Däremot är driftkostnaderna relativt låga och systemet är i stort sett underhållsfritt. Det som krävs är rengöring av frånluftskanaler och don samt regelbunden tillsyn av fläkten. Till skillnad från självdragssystemet kan flera kanaler slås ihop till en gemensam, vilket innebär att utrymmesbehovet blir mindre för ett frånluftssystem. Dessutom kan mindre dimensioner användas på kanalerna.<sup>365</sup>

---

<sup>358</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002) s. 7:3f.

<sup>359</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 4. Ventilation*. (2000) s. 22.

<sup>360</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002) s. 7:5.

<sup>361</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande*. (2004) s. 109.

<sup>362</sup> Hjertén R., m.fl. *Som man bygger får man ventileras. Om arkitektur och inomhusklimat*. (1996) s. 73.

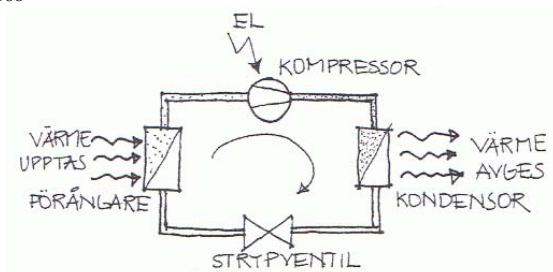
<sup>363</sup> *Ibid*, s. 76.

<sup>364</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002) s. 7:6.

<sup>365</sup> Hjertén R., m.fl. *Som man bygger får man ventileras. Om arkitektur och inomhusklimat*. (1996) s. 76.

#### 7.1.1.4 Frånluftssystem med värmepump

Ett frånluftssystem med värmepump är uppbyggt och fungerar som ett frånluftssystem, men återvinner värmen i frånluften med hjälp av en värmepump. Värmepumpen består i enkla termer av en förångare och en kondensator, se figur 7.1. Genom att placera förångaren i frånluftskanalen, tas värmen upp och transporteras till kondensorn, där värmen avges till tappvarmvattnet eller till det vattenburna värmesystemet.<sup>366</sup>



Figur 7.1 Värmepumpens principiella uppbyggnad. (Källa: Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V.* (2002))

#### 7.1.1.5 Till- och frånluftssystem

I de ventilationssystem som hittills nämnts är tilluften både ofiltrerad och uppvärmd. Detta kan leda till att drag uppstår samt att luftföroreningar i uteluften förs in i byggnaden. För att få full styrning över tilluften behövs ett till- och frånluftssystem. I detta system passerar uteluften ett luftbehandlingsaggregat, innan den sprids via tilluftsdon med hjälp av en fläkt. I aggregatet filtreras luften och värms eller kyls efter behov, vilket innebär att systemet passar bra i de verksamheter där det bildas mycket överskottsvärme. Exempel på sådana verksamheter är kontor, sjukhus, skolor och varuhus, där det vistas ett stort antal personer och många apparater används.<sup>367</sup> Till- och frånluftssystemet kan vara av tre olika typer, nämligen enkelt, kollektivt och individuellt. Det enkla systemet innebär att luftbehandlingsaggregatet ger ett konstant flöde och temperatur på tilluften och det går inte att reglera klimatet individuellt i de rum som är knutna till aggregatet. För ett kollektivt till- och frånluftssystem är byggnadens rum indelade i zoner, där antingen luftflödet eller tilluftstemperaturen kan varieras efter behov och då gäller i hela den aktuella zonen. Slutligen är det individuella systemet det mest fria, där både tilluftens flöde och temperatur kan regleras i varje rum. Detta görs med hjälp av en temperaturgivare som placeras i tilluftskanalen, rummet eller frånluftskanalen. Då temperaturgivaren sitter i tilluftskanalen blir tilluftstemperaturen konstant, medan en givare i rummet höjer eller sänker tilluftstemperaturen beroende på rummets värmebelastning. En temperaturgivare som placerats i frånluftskanalen fungerar ungefär som en rumsgivare, men den reagerar inte lika snabbt.<sup>368</sup>

För att till- och frånluftssystemet ska fungera på rätt sätt, krävs det att det är bra konstruerat, utfört och instyckat. Nackdelar med systemet är till exempel att eftersom det består av många olika delar, tar det stor plats och det krävs ett fläktrum för att det ska bli lättare att utföra service. Individuella till- och frånluftssystem behöver även större utrymme i undertak. Dessutom ökar driftkostnaderna på grund av elanvändningen för fläktarna samt filterbyten. Det är även viktigt med en kontinuerlig tillsyn av ventilationssystemets delar och att kanalerna hålls rena.<sup>369</sup>

<sup>366</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V.* (2002) s. 7:6.

<sup>367</sup> Ibid, s. 7:6.

<sup>368</sup> Hjertén R., m.fl. *Som man bygger får man ventilera. Om arkitektur och inomhusklimat.* (1996) s. 77.

<sup>369</sup> Ibid, s. 78.

### 7.1.1.6 Till- och frånluftssystem med värmeväxling

Genom att förstärka till- och frånluftssystemet med en värmeväxlare, kan systemet även användas för att värma tilluften med hjälp av frånluft. Principen är densamma som för värmepumpen i frånluftssystemet, se kapitel 7.1.1.4, där frånluftens värme återvinns genom att överförs till tilluften. Överföringen kan ske på tre olika sätt, nämligen med en roterande, batteri- eller plattvärmeväxlare. Precis som i ett vanligt till- och frånluftssystem är det viktigt med kontinuerlig tillsyn av systemet, men filterkontrollen är extra viktig. Om filtrena inte byts regelbundet sätts de igen och då kan det skapas ett övertryck i byggnaden. Övertrycket kan leda till att varm och fuktig inomhusluft pressas ut i fasaden och ger fuktskador och mögeltillväxt.<sup>370</sup>

### 7.1.2 Obligatorisk ventilationskontroll, OVK

När brukare upplever att byggnadens inomhusmiljö är dålig beror det i flera fall på brister i ventilationssystemets funktion. Enligt Boverket förekommer det ungefär sex fel i varje ventilationssystem, där två fel kan klassas som allvarliga.<sup>371</sup> Dessa fel är många gånger lätta att åtgärda, men de kan vara svåra att upptäcka. År 1991 beslutade därför Sveriges regering och riksdag om en obligatorisk ventilationskontroll, OVK, som innebär en regelbunden kontroll av ventilationssystemet. Det är byggnadens ägare som ansvarar för att kontrollen genomförs och den får endast utföras av en behörig besiktningsman, som är utbildad och certifierad för ändamålet. Behörigheten är tidsbegränsad och kan även gälla en viss typ av ventilationssystem, till exempel enkla eller komplicerade system. Resultatet från ventilationskontrollen antecknas i ett protokoll, som anger om systemet är godkänt eller inte. Om protokollet visar på allvarliga brister i ventilationssystemet, blir det underkänt och felen måste åtgärdas direkt. En kopia av protokollet skickas därför till kommunen, som ansvarar för att byggnadsägaren fullföljer detta.<sup>372</sup> Med stöd av 10 kap. Plan- och bygglagen kan kommunen bestämma att ägaren ska åtgärda de fel som har upptäckts och det kan vid behov även bli aktuellt med vite. Om felen orsakar ”olägenhet för människors hälsa” kan kommunen även ingripa med stöd av Miljöbalken.<sup>373</sup> När ventilationssystemet har blivit godkänt utfärdas ett intyg, som anger datum för kontrollen. Intyget ska sitta på en plats som är synlig i byggnaden, till exempel i trapphus eller entré.<sup>374</sup>

Ett ventilationssystem genomgår en OVK för första gången innan det tas i bruk. Beroende på typ av byggnad och ventilationssystem ska det sedan kontrolleras med vissa bestämda intervall, se tabell 7.1. Det är endast en- och tvåbostadshus som bara behöver genomgå den första kontrollen, eftersom småhusägarna bedöms kunna avgöra byggnadens skick själva. Vid den första besiktningen kontrolleras:

- att ventilationssystemets funktion och egenskaper uppfyller aktuella föreskrifter.
- att systemet inte innehåller föroreningar, som kan spridas i byggnaden.
- att det finns lättillgängliga drift- och underhållsinstruktioner för de som ska sköta ventilationen.
- att systemet i övrigt fungerar på avsett sätt.

Dessa punkter ingår även i de följande besiktningarna, med den skillnaden att ventilationssystemets funktion och egenskaper istället kontrolleras med avseende på de föreskrifter som gällde när systemet togs i bruk.<sup>375</sup>

<sup>370</sup> Hjertén R., m.fl. *Som man bygger får man ventilera. Om arkitektur och inomhusklimat.* (1996) s. 76.

<sup>371</sup> Boverket. <http://www.boverket.se> (100503)

<sup>372</sup> Boverket. *Undantag från obligatoriska ventilationskontroller. Slutrapport från ett regeringsuppdrag 2000-2005.* (2006)

<sup>373</sup> Boverket. *Krav på funktionskontroll av ventilationssystem.* (2001)

<sup>374</sup> Boverket. <http://www.boverket.se> (100503)

<sup>375</sup> Boverket. *Undantag från obligatoriska ventilationskontroller. Slutrapport från ett regeringsuppdrag 2000-2005.* (2006)

**Tabell 7.1** Besiktningintervall för obligatorisk ventilationskontroll. (Källa: Boverket. <http://www.boverket.se> (101211))

Byggnad	Intervall
Förskolor, skolor, vårdlokaler och liknande med självdrags-, frånlufts- eller frånluftssystem med värmeåtervinning	3 år
Förskolor, skolor, vårdlokaler och liknande med till- och frånluftssystem eller till- och frånluftssystem med värmväxling	3 år
Flerbostadshus, kontor och liknande med till- och frånluftssystem eller till- och frånluftssystem med värmväxling	3 år
Flerbostadshus, kontor och liknande med självdrags-, frånlufts- eller frånluftssystem med värmeåtervinning	6 år
En- och tvåbostadshus med frånluftssystem med värmeåtervinning, till- och frånluftssystem eller till- och frånluftssystem med värmväxling	endast kontroll för nybyggnad

Fördelen med obligatorisk ventilationskontroll är att regelbundna kontroller genomförs med avseende på ventilationssystemets funktion. Det innebär att fel och brister upptäcks och kan åtgärdas så fort som möjligt. Däremot visar kontrollen endast hur systemet fungerar vid den tid när det undersöks, vilket kanske inte stämmer överens med dess funktion mellan besiktningintervallen. Även om OVK ställer krav på lättillgängliga drift- och underhållsinstruktioner, anges inte hur dessa ska utformas.<sup>376</sup>

### 7.1.3 Krav och bestämmelser

När en byggnad ska förses med ett ventilationssystem är det viktigt att det dimensioneras för ett tillräckligt stort luftflöde. Vid stillasittande arbete behöver en person andas cirka 0,15 l/s för att få i sig tillräckligt med syre, samtidigt som den alstrade koldioxiden ska föras bort.<sup>377</sup> I en bostad är det främst kravet på luftväxling som är den avgörande faktorn, medan ventilationsbehovet i lokaler baseras på den värme som bildas på grund av maskiner, belysning och människor.<sup>378</sup> Det är Arbetsmiljöverket, Boverket och Socialstyrelsen som ger ut krav och råd angående luftkvalitet och ventilation. En sammanfattning av dessa minimi- och maximivärden redovisas i tabell 7.2 och de olika myndigheternas bestämmelser förklaras närmare i kapitel 7.1.3.1–7.1.3.3.

<sup>376</sup> Boverket. *Undantag från obligatoriska ventilationskontroller. Slutrapport från ett regeringsuppdrag 2000-2005.* (2006)

<sup>377</sup> Hjertén R., m.fl. *Som man bygger får man ventilerat. Om arkitektur och inomhusklimat.* (1996) s. 24.

<sup>378</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V.* (2002) s. 7:7.



Tabell 7.2 Sammanställning av de krav och rekommendationer som finns angående luftkvalitet och ventilation.

		Arbetsmiljöverket AFS 2009:2	Boverket BFS 1993:57	Socialstyrelsen SOSFS 1999:25
Minimivärde	Uteluftsflöde	7 l/s, person (stillasittande arbete) + 0,35 l/s,m <sup>2</sup> golvarea	0,35 l/s,m <sup>2</sup> golvarea (när rum används)	0,35 l/s,m <sup>2</sup> golvarea eller 4 l/s,person (bostäder)
			0,10 l/s,m <sup>2</sup> golvarea (när rum inte används)	7 l/s,person (skolor och lokaler för barnomsorg, stillasittande arbete) + 0,35 l/s,m <sup>2</sup> golvarea
	Frånluftsflöde	20 l/s,person (lokaler med tobaksrökning)		
		15 l/s,toalett (toalettutrymme)		
		15 l/s,dusch Saknas fönster bör forcerings- möjlighet finnas till 30 l/s (duschutrymme)		
		3 l/s,m <sup>2</sup> golvarea dock minst 15 l/s (städutrymme)		
Luftutbytes- effektivitet	40%	40%		
Luftomsättning	1-3 oms/h (personalutrymme i bodar)		0,5 oms/h (bostäder)	
Maximivärde	Lufthastighet (undvika drag)	0,15-0,2 m/s	0,15 m/s (vintertid) 0,25 m/s (sommartid)	0,15 m/s (vintertid)
	Koldioxid	1000 ppm		1000 ppm
	Skillnad i absolut fuktighet ute/inne vintertid			3 g/m <sup>3</sup>

### 7.1.3.1 Krav enligt Boverket

Boverkets byggregler anger som övergripande krav att en ny byggnads ventilationssystem både ska tillföra tillräckligt med uteluft och föra bort de föroreningar som bildas. Exempel på sådana föroreningar är fukt, lukt samt emissioner från personer, byggnadsmaterial och verksamheter i byggnaden. Detta generella krav specificerar Boverket genom att ställa krav på uteluftsflöde, luftutbyteseffektivitet och lufthastighet, se även tabell 7.2.

När byggnaden används ska ventilationssystemet dimensioneras för ett uteluftsflöde på minst 0,35 l/s per m<sup>2</sup> golvarea. Med detta flöde kan emissioner från byggnad och brukare föras bort, men beroende på byggnadens verksamhet kan det bli aktuellt med ett högre uteluftsflöde. Vid dimensionering av uteluftsflödet måste även hänsyn tas till att ventilationskanaler blir smutsiga och tryckfallet över filter ändras med tiden. Det kan i sin tur leda till att flödet blir mindre än vad som avsågs vid planeringen och kravet på uteluftsflöde uppfylls inte. Ur energisynpunkt kan det vara en fördel att kunna sänka uteluftsflödet, till exempel när ingen är hemma. Enligt Boverkets byggregler får behovsstyrning endast användas i de fall där ventilationen kan styras separat för vare bostad. Men även här anges ett lägsta

värde för uteluftsflödet i bostäder. När ingen vistas i bostaden ska flödet vara minst 0,10 l/s per m<sup>2</sup> golvarea och flödet måste höjas till minst 0,35 l/s per m<sup>2</sup> golvarea igen, då brukarna kommer hem. I de fall där byggnaden inte används till bostäder, får uteluftsflödet reduceras utan några särskilda restriktioner. Däremot bör luften i rummet bytas ut innan det används igen. Efter en period med sänkt uteluftsflöde, bör därför flödet höjas till det normala, under så pass lång tid att rumsluften hinner bytas ut innan människorna kommer in i rummet. För att säkerställa att hela vistelsezonen i ett rum ventileras, ställer Boverket även krav på att luftutbyteseffektiviteten ska vara minst 40 %. Slutligen får ventilationen inte orsaka drag i lokaler där människor befinner sig mer än tillfälligt. Kravet uppfylls om lufthastigheten inte överstiger 0,15 m/s i vistelsezonen under uppvärmningssäsongen och 0,25 m/s under resten av året.<sup>379</sup>

Övriga krav som Boverket ställer på ventilationssystemet gäller mikroorganismer, hur luften ska spridas i byggnaden och buller. För ventilationssystem är det främst då luften behöver kylas eller fuktas, som det kan uppstå problem med tillväxt av mikroorganismer. I gruppen mikroorganismer innefattas bland annat virus, svampar, bakterier och kvalster. Då dessa sprids till inomhusluften, kan människors hälsa påverkas negativt och det kan uppstå besvärande lukt. Därför är det viktigt att installationer för kylning och fuktning av ventilationsluften utformas och placeras, så att mängden mikroorganismer inte blir skadlig. Några specifika råd om hur detta ska uppnås ges däremot inte av Boverket, men de åtgärder som eventuellt görs mot tillväxt, får inte påverka hälsan negativt. Vad gäller krav på hur luften ska spridas i byggnaden, gäller att tilluft ska tas in i de rum där människor vistas mest. Dessa rum ställer högre krav på luftkvaliteten och det är exempelvis sovrum och vardagsrum. Därefter ska luften föras från rum med högre krav, till rum med samma eller lägre krav på luftkvalitet. De rum som normalt har lägre krav på luftkvaliteten är kök och badrum. I dessa rum placeras sedan frånluftsdon och när frånluftsflödena ska dimensioneras är det viktigt att ta hänsyn till fukt och matos. Frånluften lämnar till slut byggnaden genom avluftshuvar, som ska placeras så att förorenad luft inte förs tillbaka in i byggnaden genom exempelvis fönster, dörrar, balkonger och uteluftsventil. I vissa fall blandas en del av frånluften med den nya tilluften för att höja temperaturen och på så sätt spara energi. Detta kallas återluft och enligt Boverket får det endast ske inom en och samma bostad, för att undvika spridning av besvärande lukt och negativa effekter på hälsan. Slutligen anger Boverkets byggregler att ljud utifrån, från installationer och angränsande utrymmen inte ska störa människor i byggnaden och i byggnadens närhet. För krav på ljud från installationer anses byggnaden godkänd om ljudklass C uppfylls i standard SS 025267 och SS 025268.<sup>380</sup> Dessa standarder redovisas i kapitel 5.3.2.3.

### 7.1.3.2 Krav enligt Socialstyrelsen

Socialstyrelsen ställer inga krav på ventilationen i sina föreskrifter, utan anger istället allmänna råd och riktvärden för bostäder och allmänna lokaler. Enligt myndigheten bör dessa råd och riktvärden fungera som vägledning, vid bedömning av om luftkvaliteten innebär olägenhet för människors hälsa enligt Miljöbalken. I bostäder bör uteluftsflödet vara minst 0,35 l/s per m<sup>2</sup> golvarea eller 4 l/s per person och luftomsättningen bör inte understiga 0,5 oms/h. För skolor och lokaler för barnomsorg anges att flödet bör vara minst 7 l/s per person vid stillasittande arbete. För att ta hänsyn till de föroreningar som inte kommer från människan, bör detta flöde dessutom ökas med 0,35 l/s per m<sup>2</sup> golvarea. Socialstyrelsen använder bland annat koldioxidhalten vid bedömning av luftkvaliteten i ett rum. Då denna ofta överstiger 1000 ppm, klassas ventilationen som otillräcklig. Slutligen gäller att skillnaden mellan absolut luftfuktighet ute och inne, inte bör överstiga 3 g/m<sup>3</sup> under vintern. Detta värde avser både bostäder och allmänna lokaler.<sup>381</sup> Dessa värden finns även sammanfattade i tabell 7.2.

<sup>379</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20.*

<sup>380</sup> Ibid

<sup>381</sup> Socialstyrelsen. *Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 1999:25.*

### 7.1.3.3 Krav enligt Arbetsmiljöverket

För de ventilationssystem som finns på arbetsplatser, gäller både Boverkets och Arbetsmiljöverkets krav på luftkvalitet och ventilationssystem. Arbetsmiljöverket ställer vissa övergripande krav vad gäller ventilation, som kompletteras med råd om hur detta kan uppnås. De värden som anges i föreskrifterna finns redovisade på ett överskådligt sätt i tabell 7.2 och förklaras närmare i detta kapitel.

Vid stillasittande arbete bör uteluftsflödet vara minst 7 l/s och person, men beroende på verksamhet och aktivitet kan större flöde behövas. Vid dimensionering av uteluftsflödet bör hänsyn tas till föroreningsalstring, lokalutformning och ventilationsprincip. Flödet på 7 l/s och person behövs för de föroreningar som människan avger, men under till exempel process och hantering bildas även luftföroreningar och värme. För att ventilationssystemet ska klara av de övriga föroreningar som kan uppstå, bör därför grundflödet ökas med minst 0,35 l/s per m<sup>2</sup> golvarea. Arbetsmiljöverket anger även att uteluftsventilen bör placeras så att luften som förs in i byggnaden är så ren och kall som möjligt. Däremot kan tilluften behöva värmas under vinterhalvåret, för att undvika problem med drag. Det kan även vara lämpligt att lufthastigheten i vistelsezonen inte är för hög. Normalt bör hastigheten inte överstiga 0,15-0,20 m/s beroende på årstid m.m. Precis som Boverket ställer Arbetsmiljöverket krav på att överluft endast får tas från rum med högre krav på luftkvalitet, för att ges till rum med lägre krav. Det är med andra ord tillåtet att luft från ett kontor tas som överluft till toaletter och städutrymmen, men luften får inte gå åt andra hållet. För att undvika det senare fallet är det därför viktigt att överluftsförbindelsen stängs automatiskt vid funktionsfel. I byggnader som innehåller mycket emissioner från material eller där det finns risk för att föroreningar sprids inom byggnaden, bör ventilationssystemet vara i drift även när byggnaden är tom. Det gäller även i ny- och ombyggda lokaler, där Arbetsmiljöverket anger att systemet bör vara i kontinuerlig drift under det första året. Först därefter kan det bli aktuellt med ett reducerat luftflöde när lokalen inte används. I de fall där reduktion av luftflödet sker, bör ventilationssystemet vara i drift med normalt luftflöde så länge som krävs för att rumsvolymen ska bytas ut minst en gång, innan rummet används igen. Myndigheten ger även råd vad gäller frånluftsflödets storlek i vissa typer av lokaler. Innan frånluften kan användas som återluft i arbets- och personalrum, ställer Arbetsmiljöverket krav på att frånluften ska renas. Reningsanordningen ska dessutom ha en pålitlig avskiljarfunktion och återluftföringen ska kunna stängas av helt. Ventilationssystem som använder sig av återluft får endast installeras om systemet har blivit godkänt av en särskild utredning. Utredningen bör visa hur erforderlig luftkvalitet uppnås och hur systemets tillförlitlighet upprätthålls och resultatet bör förvaras i drift- och underhållsinstruktionerna.<sup>382</sup>

Då föroreningar från människan är den största orsaken till luftföroreningar i en lokal, kan koldioxidhalten vara en användbar indikator på om luftkvaliteten är tillräckligt bra. Enligt Arbetsmiljöverket ska en halt på mindre än 1000 ppm eftersträvas, för att brukarna ska uppleva luftkvaliteten som tillfredsställande. Koldioxidhalten gäller varken som ett medelvärde över dagen eller som ett värde som aldrig får överskridas, utan ger bara en indikation på hur bra ventilationssystemet lyckas föra bort föroreningarna. En annan förutsättning för att luftkvaliteten ska bli bra är att byggnaden ventileras på ett effektivt sätt. Luftutbyteseffektiviteten bör därför vara minst 40 %. I de fall där personalutrymmen är förlagda i bodar som har el, bör luftomsättningen vara 1-3 oms/h. I industrilokaler är det normalt inte föroreningar från människan som kan orsaka problem med luftkvaliteten, utan de föroreningar som bildas på grund av olika aktiviteter. För att det inte ska uppstå skadliga halter av dessa föroreningar är det viktigt att ventilationssystemet fungerar som det ska. Arbetsmiljöverket ställer därför krav på att processventilationen i sådana lokaler ska innehålla ett kontrollsystem, som snabbt meddelar om det uppstår fel i systemets funktion. Om arbetarna utsätts för luftföroreningar som kan orsaka allvarliga skador eller livsfara, ska kontrollsystemet dessutom bestå av ett larm. Larmet ska antingen vara akustiskt eller visuellt och i vissa fall kan det vara lämpligt att larmet har båda funktionerna.<sup>383</sup>

<sup>382</sup> Arbetsmiljöverket. *Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2009:02.*

<sup>383</sup> *Ibid*

Slutligen ställer myndigheten krav på att alla ventilationssystem ska ha skriftliga drift- och underhållsinstruktioner på svenska. Instruktionerna ska finnas tillgängliga för den ansvariga drifts- och underhållspersonalen, som ska ha tillräckligt med kunskap om det aktuella ventilationssystemet. De punkter som bör finnas med i drifts- och underhållsinstruktionerna är bland annat:

- Beskrivning av byggnad, verksamhet och ventilationssystem.
- Lättförståelig beskrivning av installationernas funktion och placering. Det kan vara en fördel om ett flödesschema skapas, som visar hur installationen ska förvaltas. Det är även bra med handlingar där det framgår var mät- och kontrollpunkter finns samt rensluckor m.m.
- Luftmängder, tekniska data etc.
- Driftstider.
- Gällande säkerhetsbestämmelser, till exempel arbetsbrytare och nödstopp.
- Vilka åtgärder som gäller vid driftavbrott.
- Relationsritningar
- Information om underhållsrutiner på de olika delar som ingår i ventilationssystemet. Det är till exempel vilka intervall som gäller för filterbyte och rensning av kanaler. Här bör även brandfunktionen ingå.
- Projekteringsdata, det vill säga de förutsättningar som gällde vid projekteringen. Exempel på sådana data är personbelastning, förorenings- och värmealstring samt dimensionerande yttre och inre klimat.
- Felsökningsschema.

En enklare version av drift- och underhållsinstruktionerna bör även finnas tillgänglig, för den del av personalen som inte ansvarar för drift och underhåll. Precis som Boverket ställer Arbetsmiljöverket krav på att ventilationssystem ska kontrolleras och underhållas regelbundet och resultatet ska dokumenteras. För att systemet ska kunna kontrolleras bör det därför utrustas med ett antal inspektionssluckor. Det är även viktigt att installationer har god tillgänglighet och att det finns tillräckligt med arbetsutrymme i höjd och bredd vid reparation, byte, m.m. I kapitel 7.1.2 presenteras de byggnader som ingår i Boverkets föreskrifter om obligatorisk ventilationskontroll. De intervall som gäller för arbetslokaler i dessa föreskrifter, uppfyller även de krav som Arbetsmiljöverket ställer. För övriga arbetslokaler, till exempel produktionslokaler, bör ventilationssystemen kontrolleras minst vart tredje år.<sup>384</sup> Arbetsmiljöverket ställer även särskilda krav för vissa typer av industrilokaler, se tabell 7.3.

**Tabell 7.3** Besiktningintervall för vissa typer av industrilokaler. (Källa: Arbetsmiljöverket. *Arbetsarkivstyrelsens författningssamling, AFS 2009:2.*)

Lokal	Intervall
Kvarts	2 ggr/år
Bly	2 ggr/år
Syntetiska oorganiska fibrer	2 ggr/år

#### 7.1.4 Framtida mål

De sexton nationella miljö kvalitetsmål som har beslutats av riksdagen, består bland annat av *God bebyggd miljö*. Detta miljömål är nummer femton och enligt detta ska inte människans hälsa påverkas negativt av byggnader och deras egenskaper år 2020. För att detta miljö kvalitetsmål ska uppfyllas finns ett antal delmål, där delmål sju behandlar *God inomhusmiljö*. För ventilation gäller att senast år 2015 ska alla byggnader där människor vistas ofta eller under längre tid, ha en dokumenterat fungerande ventilation. I Miljömålsrådets rapport för år 2009 anges att detta ventilationsmål blir svårt att nå, på grund av bristande kunskapsunderlag och dålig kontroll av ventilation.<sup>385</sup>

<sup>384</sup> Arbetsmiljöverket. *Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2009:02.*

<sup>385</sup> Nilsson A., Hellberg H. *Miljömålen – i halvtid. Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål.* (2009)

## 7.2 Termiskt klimatsystem

Det termiska klimatet i en byggnad beror på samspelet mellan till- och bortförd värme. Först och främst tillförs värme med hjälp av ett värmesystem, som under vintern behövs för att inomhustemperaturen ska bli acceptabel. Men vid alla typer av aktiviteter och verksamheter alstras även värme från både personer och de maskiner som används. Dessutom kan solinstrålning innebära en stor ökning av temperaturen. I vissa typer av lokaler kan detta bli ett problem, särskilt under årets varma månader. Därför är det viktigt att det finns ett väl fungerande ventilationssystem, som säkerställer att inomhustemperaturen inte blir för hög. I de lokaler där det bildas mycket överskottsvärme kan det även bli aktuellt med ett kylsystem. Exempel på sådana lokaler är kontor, sjukhus, samlings- och industrilokaler.<sup>386</sup> Men trots att det termiska klimatsystemet även innehåller ett kylsystem, kan det uppstå problem med inomhusklimatet. Det gäller bland annat i moderna byggnader med stora glasytor, där det kan vara nödvändigt att tillföra både värme och kyla samtidigt, för att klimatkraven ska uppfyllas.<sup>387</sup> Ventilationssystemet behandlas i kapitel 7.1, medan värme- och kylsystem presenteras närmare i kapitel 7.2.1 och 7.2.2.

### 7.2.1 Värmesystem

Under stora delar av året är den passiva värmen, som uppstår genom solinstrålning, aktiviteter och verksamheter, inte tillräcklig för att inomhustemperaturen ska bli behaglig. Byggnaden måste därför förstärkas med ett värmesystem, som tillför värme genom särskilda installationer. För att kraven på lägsta tillåten inomhustemperatur ska uppfyllas, dimensioneras värmesystemet efter den värme som krävs när det är som kallast utomhus.<sup>388</sup> Däremot kan den passiva värmen användas för att ersätta en del av den köpta värmeenergin. Byggnadens regelsystem minskar då värmestillskottet från den ordinarie värmekällan, när den passiva värmen ökar.<sup>389</sup>

Ett värmesystem består av tre huvuddelar, nämligen värmeproduktions-, distributions- och rumssystem. Värmeproduktionen kan antingen vara central eller lokal, beroende på hur byggnaden är belägen. Den centrala produktionen sker i fjärrvärmeverk och kan förse flera byggnader med vatten för uppvärmning av byggnad och tappvatten. Denna typ av värmeproduktion lämpar sig därför till försörjning av exempelvis tätorter. Enskilda radhus och villor bör däremot ha lokal värmeproduktion, som kan vara en värmepanna, värmepump, solfångare eller direktverkande elradiatorer. Det beror på att distributionsförlusterna kan bli stora i förhållande till den uttagna energin, vilket i sin tur kan leda till högre totalkostnad för energiförsörjningen. Distributionssystemet fungerar som en länk mellan värmekällan och byggnadens rumssystem, där värmebäraren består av vatten eller luft. Det vanligaste mediet är vatten. Det luftburna värmesystemet ingår som en del av ventilationssystemet, där luften värms innan den når byggnaden som tilluft. En del av frånluftens värme återanvänds också för att värma tilluften. På grund av att tilluftens temperatur inte får bli för hög, ökas istället flödet. Det sker genom att rumsluft sugas tillbaka till luftbehandlingsaggregatet och blandas med tilluften, innan den skickas ut i rummet igen. Mer information om värmning med hjälp av ventilationssystemet finns i kapitel 7.1. Slutligen är det rumssystemet som förser de olika lokalerna med värme, genom särskilda lokalvärmare. De värmare som finns kan vara vattenburna, luft- eller elanslutna, se tabell 7.4. Andra typer av lokalvärmare kan vara kakelugnar, öppna spisar, el-, fotogen- och oljekaminer. En lokalvärmare bör placeras vid ytterväggar och helst under fönster, eftersom rumsluften kyls vid kalla ytor, faller ner mot golvet och orsakar drag. Risken för kondens på fönsterytan minskar också på detta sätt.<sup>390</sup>

---

<sup>386</sup> Bygghälsorådet. *Innemiljö & människors hälsa 4. Ventilation*. (2000) s. 26.

<sup>387</sup> Cad & ritnytt, nr 3/2007. Nygren M. *Gärna glasfasad – men på rätt sätt*.

<sup>388</sup> Bygghälsorådet. *Innemiljö & människors hälsa 4. Ventilation*. (2000) s. 27.

<sup>389</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002) s. 6:2.

<sup>390</sup> *Ibid*, s. 6:22.

**Tabell 7.4 Olika typer av lokalvärmare. (Källa: Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V.* (2002))**

Vattenburna	Luftanslutna	Elanslutna
radiatorer	fönsterapparater	radiatorer
kamflänsrör	luftvärmesystem	konvektorer
släta rör		golvvärme
konvektorer		takvärme
golvvärme		
takvärme		

## 7.2.2 Kylsystem

I vissa typer av lokaler finns det förutom krav på en lägsta inomhustemperatur, även krav på en högsta temperatur. Det gäller till exempel i kontor, varuhus, sjukhus, samlings- och industrilokaler, där det alstras mycket överskottsvärme från bland annat personer, apparater, belysning och solinstrålning. Däremot finns det inga krav på en högsta tillåten temperatur i bostäder. Under de dagar då utomhustemperaturen är hög, uppstår normalt det största värmeöverskottet inomhus. Detta maximala värde används därför vid dimensionering av byggnadens kylsystem, som ska klara av att hålla inomhustemperaturen under en viss gräns.<sup>391</sup>

Ett kylsystem kan antingen sänka inomhustemperaturen med hjälp av luft eller via kalla ytor. I de fall där luft används för att föra bort värmeöverskottet, utnyttjas ventilationssystemets förmåga att kyla tilluften innan den når lokalen. Luft är en dålig värmebärare, vilket innebär att det krävs stora luftflöden för att föra bort värmen.<sup>392</sup> Om luften då dessutom är kall är det stor risk för drag och därför bör tilluftens temperatur inte vara mer än 8 °C kallare än temperaturen i rummet.<sup>393</sup> När kylsystemet använder kylda ytor för att sänka temperaturen i byggnaden, förs det mesta av värmen bort med hjälp av ett separat kallvattensystem. Kallvattensystemet är kopplat till särskilda installationer, som har i uppdrag att tillföra ett rum kyla. Exempel på sådana installationer är kyltak, som med strålningskyla sänker den operativa temperaturen i rummet och kylbafflar, som med konvektionskyla kyler den omgivande luften så att den faller ner i vistelsezonen.<sup>394</sup> När vatten används som kylsystem blir ventilationssystemet enklare, samtidigt som byggnaden innehåller ännu ett tekniskt system som måste underhållas, kräver utrymme och ökar byggnadens energiförbrukning.<sup>395</sup>

## 7.2.3 Krav och bestämmelser

En byggnads värmeinstallationer ska enligt Boverket utformas, för att kunna avge det värmeeffektbehov, som behövs för att brukarna ska uppleva termisk komfort. Vad gäller kylanordningar ska dessa utformas så att strålningsasymmetri, drag och kallras inte uppstår.<sup>396</sup> De krav och rekommendationer som olika myndigheter ställer på det termiska klimatet, finns redovisade i kapitel 5.2. I kapitel 7.1.3 finns även de krav som finns vad gäller ventilation.

<sup>391</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 4. Ventilation.* (2000) s. 26.

<sup>392</sup> *Ibid.*, s. 28.

<sup>393</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V.* (2002) s. 1:11.

<sup>394</sup> Hjertén R., m.fl. *Som man bygger får man ventilera. Om arkitektur och inomhusklimat.* (1996) s. 78.

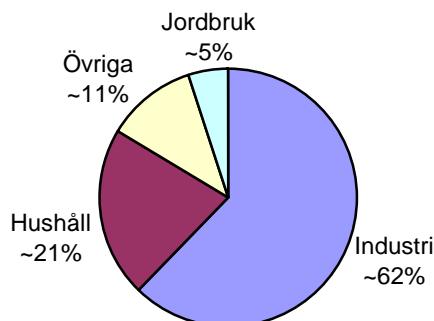
<sup>395</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 4. Ventilation.* (2000) s. 29.

<sup>396</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20.*

## 7.3 Vattensystem

Vatten är en viktig beståndsdel i en människas liv och tillgången är många gånger skillnaden mellan liv och död. Ett flertal av världens länder har brist på vatten, men för hushållen är det främst brist på rent vatten som är det stora problemet. Vattnet kan till exempel innehålla bakterier, virus och parasiter som sprider sjukdomar, men även metaller och kemikalier som ger hälsoproblem vid långtidsexponering.<sup>397</sup> Enligt Världshälsoorganisationen, WHO, är cirka 6 % av alla sjukdomar i världen vattenrelaterade. I länder med vattenbrist och dåliga sanitära förhållanden kan bland annat kolera och hepatit A spridas via vattnet, medan blågröna alger kan förekomma överallt i världen där vattnet är lugnt och näringsrikt. I vissa länder kan arsenik och fluor förekomma i dricksvattnet och i gamla byggnader kan även bly från vattenledningar spridas till vattnet.<sup>398</sup> En typ av bakterier som finns naturligt i sötvatten är legionellabakterier, som kan orsaka legionärssjuka. Denna sjukdom beskrivs i kapitel 3.4.

Vart femte år sammanställer Statistiska centralbyrån uppgifter om Sveriges vattenuttag och vattenanvändning. Vattenanvändningen år 2005 var enligt figur 7.2, där det framgår att industrin är den sektor som använder mest vatten. Därefter kommer hushållen, som står för cirka 21 % av den totala vattenförbrukningen. Varje dag beräknas de svenska hushållen använda omkring 189 liter per person.<sup>399</sup> Detta vatten går bland annat till WC, bad, dusch, disk, tvätt, mat och dryck.<sup>400</sup> Vattenkvaliteten kan variera stort beroende på varifrån det kommer, vilket påverkar de ledningar och maskiner som är kopplade till systemet. Om vattnet kommer från områden med kalkhaltig berggrund blir vattnet hårt, vilket efter en tid resulterar i kalkutfällningar i varmvattenberedare, disk- och tvättmaskiner samt varmvattensystem. Detta kan förhindras med hjälp av en avhärdningsanordning, som byter ut kalciumjonerna i vattnet mot natriumjoner.<sup>401</sup> Det vatten som ska användas i en vatteninstallation måste dessutom uppfylla vissa krav som ställs på bland annat antal mikroorganismer, mängd kemikalier, bekämpningsmedel, lukt, pH-värde och radon. För vatten som kommer från större vattenverk gäller Livsmedelsverkets föreskrifter, medan Socialstyrelsen anger regler för mindre vattenverk. Detta behandlas närmare i kapitel 7.3.2.



**Figur 7.2** Vattenanvändningen i Sverige år 2005. (Källa: Statistiska centralbyrån. Pressmeddelande från SCB Nr 2007:240.)

### 7.3.1 Vattensystemets funktion

Vattensystemet i en byggnad har som uppgift att fördela vattnet till olika tappställen samt att föra ut det spillvatten som uppstår. En så kallad servisledning förbinder det allmänna VA-nätet med den aktuella byggnaden och förser denna med kallt vatten. En del av det tillförda vattnet värms sedan i en varmvattenberedare innan det används som tappvatten. I större byggnader, där avståndet mellan varmvattenberedare och tappställe är stort, bör dessutom en varmvattencirkulationsledning installeras. Denna ledning cirkulerar varmvattnet med hjälp av en pump, vilket minskar tiden det tar att få varmt

<sup>397</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande.* (2004) s. 220.

<sup>398</sup> World Health Organization, WHO. <http://www.who.int> (100503)

<sup>399</sup> Statistiska centralbyrån. <http://www.scb.se> (100503)

<sup>400</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande.* (2004) s. 220.

<sup>401</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V.* (2002) s. 3:1.

vatten i kranen under exempelvis natten.<sup>402</sup> Då vattenflödet är 0,2 l/s bör väntetiden i ett flerbostadshus vara högst 10 sekunder.<sup>403</sup> Alla vattenledningar bör dessutom isoleras. Kallvattenledningar ska isoleras för att undvika kondens på ytan och varmvattenledningar ska isoleras för att undvika att värme avges till de utrymmen som de passerar.<sup>404</sup> Däremot bör varmvattenledningar inte ha för stora dimensioner, eftersom det då uppstår avsvalningsförluster och långa väntetider vid tappstället.<sup>405</sup> Slutligen lämnar det förorenade vattnet byggnaden som spillvatten. Detta ska ske så att olägenheter som hälsofara, lukt, översvämning, m.m. inte uppstår och vattnet måste ledas till ett reningsverk innan det släpps ut i naturen.<sup>406</sup>

### 7.3.2 Krav och bestämmelser

Krav på dricksvattnets kvalitet ges ut av både Livsmedelsverket och Socialstyrelsen. Livsmedelsverkets föreskrifter gäller för vattenverk som försörjer mer än 50 personer eller levererar mer än 10 m<sup>3</sup> vatten per dygn. Däremot gäller föreskrifterna även i mindre anläggningar om vattnet används i offentlig eller kommersiell verksamhet. De kvalitetskrav som ställs av Livsmedelsverket omfattar bland annat antal mikroorganismer, mängd kemikalier, bekämpningsmedel, lukt, pH-värde och radon.<sup>407</sup> För exakta gränsvärden där dricksvattnet ska bedömas som otjänligt, hänvisas till Livsmedelsverkets föreskrift SLVFS 2001:30. För vattenverk som försörjer mindre än 50 personer eller levererar mindre än 10 m<sup>3</sup> vatten per dygn, gäller Socialstyrelsens riktvärden. Dessa finns redovisade i SOSFS 2003:17 och även här behandlas bland annat antal mikroorganismer, mängd kemiska ämnen, pH-värde, radon samt egenskaper som smak, lukt och färg.<sup>408</sup> De krav som Livsmedelsverket och Socialstyrelsen ställer på radonhalt i dricksvatten finns sammanställda i kapitel 6.3.2.

I Boverkets byggregler anges de krav som finns vad gäller temperatur på tappvatten. För att brukarna ska kunna sköta den personliga hygien och olika hushållssysslor ska temperaturen på tappvarmvattnet inte understiga 50 °C efter tappstället. På grund av skällningsrisken anges även en övre gräns på 60 °C efter tappstället. Då det till exempel förekommer fasta duschar, som inte kan regleras utanför duschen, får temperaturen inte vara högre än 38 °C. Det gäller även för duschar som är avsedda för personer som inte förväntas kunna reglera temperaturen själva. Boverket anger även temperaturkrav för att begränsa den mikrobiella tillväxten i vattenledningar. Exempel på mikroorganismer, som kan reduceras om vattentemperaturen är tillräckligt hög, är legionellabakterier. I varmvattencirkulationsledningar ska därför temperaturen på det cirkulerande varmvattnet inte understiga 50 °C i någon del av installationen. I installationer där det förekommer stillastående vatten, till exempel i varmvattenberedare eller ackumulatörer, bör dessutom tappvarmvattnet inte vara kallare än 60 °C. För mer information om legionellabakterier, se kapitel 3.4. Boverket ställer även krav på buller från byggnadens installationer. Byggnaden anses som godkänd om ljudklass C uppfylls i standard SS 025267 och SS 025268.<sup>409</sup> Dessa standarder redovisas i kapitel 5.3.2.3.

### 7.3.3 Framtida mål

Sveriges riksdag beslutade år 2005 om sexton nationella miljökvalitetsmål, där miljömål nio behandlar *Grundvatten av god kvalitet*. För att detta mål ska uppfyllas är det även indelat i olika delmål, där delmål tre redogör för vad som gäller för *Rent vatten för dricksvattenförsörjning*. Enligt detta delmål ska dricksvatten från vattenverk, som levererar mer än 10 m<sup>3</sup> per dygn eller försörjer mer än 50 personer, senast år 2010 uppfylla de svenska normer som finns för dricksvatten av god kvalitet.

<sup>402</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002) s. 3:4.

<sup>403</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20*.

<sup>404</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002) s. 3:4.

<sup>405</sup> Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande*. (2004) s. 226.

<sup>406</sup> Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V*. (2002) s. 4:1.

<sup>407</sup> Livsmedelsverket. *Livsmedelsverkets föreskrifter, SLVFS 2001:30 med ändringar t.o.m. LIVSFS 2005:10*.

<sup>408</sup> Socialstyrelsen. *Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 2003:17 inklusive kungörelsen SOSFS 2005:20*.

<sup>409</sup> Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20*.



Normerna ska uppfyllas med avseende på de föroreningar som uppstår på grund av mänsklig verksamhet.<sup>410</sup> I Livsmedelsverkets föreskrift SLVFS 2001:30 anges vid vilka gränsvärden som dricksvatten ska bedömas som otjänligt eller otjänligt med anmärkning.<sup>411</sup> Enligt Miljömålsrådets rapport från år 2009 bedöms detta delmål vara omöjligt att nå till år 2010.<sup>412</sup>

---

<sup>410</sup> Nilsson A., Hellberg H. *Miljömålen – i halvtid. Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål.* (2009)

<sup>411</sup> Livsmedelverket. *Livsmedelsverkets föreskrifter, SLVFS 2001:30 med ändringar t.o.m. LIVSFS 2005:10.*

<sup>412</sup> Nilsson A., Hellberg H. *Miljömålen – i halvtid. Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål.* (2009)

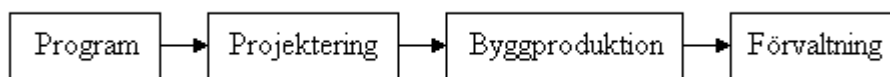


## 8 Organisatoriska faktorer som har påverkan på innemiljön

Då en byggnad drabbas av innemiljöproblem, blir effekterna oftast inte synliga förrän i förvaltningsfasen. Men problemen kan uppkomma under alla delar av byggprocessen, vilket medför att de inblandade aktörerna redan från början bör planera för ett sunt hus.<sup>413</sup> Möjligheten att påverka kvaliteten är dessutom störst tidigt i processen, då eventuella förändringar är lätta att genomföra och kostnaderna är små. I förvaltningsfasen är förändringar svårare att göra och kan därför innebära mycket stora kostnader.<sup>414</sup> Ett förbättrat samarbete över gränserna under projektering, byggproduktion och förvaltning, skulle dessutom resultera i att byggprocessen ses mer som en helhet och risken för framtida innemiljöproblem minskar.<sup>415</sup> I kapitel 9 ges exempel på hjälpmedel för att uppnå en bra innemiljö, både vid projektering och vid drift.

### 8.1 Byggprocessen

Byggprocessen består av fyra faser, se figur 8.1. Dessa faser förklaras överskådligt nedan, för att ge en djupare förståelse för de organisatoriska kriterier som tas upp i kapitlet. Vid ny- och ombyggnad är det byggherren som ansvarar för att de aktuella lagarna och föreskrifterna uppfylls. Byggherren kan vara en privatperson, ett företag eller en organisation, som har behov av och låter uppföra en byggnad eller anläggning. Byggherren har även som uppgift att fatta beslut om byggnadens utseende, standard, kvalitet, miljökrav, byggstart, inflyttningsdatum, projektets ekonomi, m.m.<sup>416</sup>



Figur 8.1 Byggprocessens olika faser. (Källa: Nordstrand U. *Byggprocessen*. (2000))

Den första fasen i byggprocessen är **programskedet**, som innebär att byggherrens krav och önskemål fastställs, byggprojektets förutsättningar utreds och de ekonomiska konsekvenserna bedöms. Resultatet från aktuella undersökningar och analyser sammanställs i ett byggnadsprogram, som till exempel kan innehålla projekt- och verksamhetsbeskrivning, geoteknisk undersökning, skisser och förslagsritningar på byggnaden samt tidplan. Byggnadsprogrammet ligger sedan till grund för den fortsatta planeringen i **projekteringsskedet**, där byggnaden stegvis utformas på en mer detaljerad nivå. Arbetet resulterar i bygghandlingar, som består av beskrivningar och ritningar av hur byggnaden ska utformas. Själva uppförandet av byggnaden sker under **byggproduktionsskedet**, som bland annat innehåller markarbete, grundläggning, stombyggnad, inre och yttre stomkomplettering, installationsarbete och inredning. När byggnaden är färdig överlämnas den till byggherren och **förvaltningsskedet** påbörjas. Detta skede medför både drift och underhåll av byggnaden, för att garantera att den kan användas till planerad verksamhet.<sup>417</sup>

<sup>413</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 7. Byggnadsförvaltning*. (2000) s. 3.

<sup>414</sup> Hjertén R., m.fl. . *Som man bygger får man ventilerat. Om arkitektur och inomhusklimat*. (1996) s. 101.

<sup>415</sup> Livsmedelsverket. *Livsmedelsverkets föreskrifter, SLVFS 2001:30 med ändringar t.o.m. LIVSFS 2005:10*.

<sup>416</sup> Nordstrand U. *Byggprocessen*. (2000) s. 54.

<sup>417</sup> Ibid

## 8.2 Exempel på faktorer som är viktiga i program-, projekterings- och byggproduktionsskedet

Under program- och projekteringsskedet läggs grunden för det aktuella byggprojektet, vilket ställer stora krav på de inblandade aktörerna. Det är därför viktigt att kunskap och kompetens är tillräcklig hos byggherre och beställare, men även hos entreprenörer och framtida förvaltare.<sup>418</sup> Alla byggprojekt medför en stor ekonomisk investering, men genom en noggrann projektering, genomtänkta val av material och tekniska lösningar, kan sunda byggnader skapas utan att priset överstiger en normal nyproduktionskostnad.<sup>419</sup> De tekniska lösningar som väljs vid projekteringen, ska baseras på ställda inomhusmiljökrav, byggnadens utformning och framtida belastningar. Målet ska dessutom vara att byggnadens energianvändning blir så låg som möjligt.<sup>420</sup>

Genom att från början planera och ställa krav på en bra inomhusmiljö, ökar med andra ord förutsättningarna för en sund byggnad. Men även byggnadens framtida förvaltning, drift och underhåll påverkar inomhusmiljön. Därför bör hänsyn tas till dessa verksamheter redan i programskedet.<sup>421</sup> Det är till exempel viktigt att i planeringen medvetet välja material och tekniska system utifrån deras underhålls- och städegenskaper. Dessutom bör drift- och underhållspersonal få möjlighet att granska och diskutera bygghandlingarna.<sup>422</sup>

Alla de byggnadsmaterial som ingår i byggnaden ska byggvarudeklarerars, där bland annat ingående beståndsdelar, tillsatsämnen och fabrikat redovisas. Detta beskrivs mer ingående i kapitel 6.2.1.1. Dessutom får föreskrivna material inte bytas ut utan att projektledningen har godkänt det.<sup>423</sup> Material- och komponentbyten kan annars få stora konsekvenser i förvaltningsskedet, eftersom det ändrar förutsättningarna för projektet.<sup>424</sup> För att undvika fuktproblem bör materialen på byggarbetsplatsen vara väl övertäckta och förvaras torrt. Innan montering ska materialen vara vädrade och uttorkade och efter montering ska de skyddas från regn. Byggnadens uttorkningstid ska planeras från början och måste respekteras, för att säkerställa att byggnaden är tillräckligt torr när den tas i drift.<sup>425</sup>

Fukt är en vanlig orsak till sjuka hus och därför är det viktigt att byggherren kräver en väldokumenterad fuktdimensionering i projekteringsskedet. Den extra kostnad som en dimensionering innebär är obetydlig, jämfört med de kostnader som framtida fuktproblem i byggnaden skulle medföra.<sup>426</sup> Varje år kostar det miljardbelopp att åtgärda fuktproblem, medan en förebyggande fuktdimensionering av exempelvis en betongplatta kan kosta 6500 kronor.<sup>427</sup> Fuktdimensionering behandlas även i kapitel 6.1.3. I de byggprojekt där fuktsäkerhetsfrågorna har haft en framträdande roll har följande positiva effekter konstaterats:

- Rutiner för fuktsäkerhetsprojektering har utvecklats under projektets gång.
- Kompetensutveckling/diskussion om fuktkritiska lösningar har behandlats återkommande vid särskilda ”fuktmöten” alternativt i projekterings- och byggmöten.
- Bättre lösningar har i några fall diskuterats fram i tidiga skeden.
- Entreprenörer har införskaffat mätutrustning och vidareutvecklat sina egenkontroller.
- Specialister har i flera fall anlåtts av aktörerna för att utföra vissa moment i fuktsäkerhetsprojekteringen och uppföljande fuktmetningar.

<sup>418</sup> Kellner J. *Bygg sunt och miljöanpassat!* (1997) s. 21.

<sup>419</sup> Neovius P. *Bygg friskt! Undvik radon, elektromagnetiska fält och skadliga kemiska emissioner.* (1999) s. 71.

<sup>420</sup> Ekberg L. *RI – Riktlinjer för specifikation av inneklimatekrav.* (2006) kapitel 3.

<sup>421</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 7. Byggnadsförvaltning.* (2000) s. 6.

<sup>422</sup> Ekberg L. *RI – Riktlinjer för specifikation av inneklimatekrav.* (2006) kapitel 3.

<sup>423</sup> Kellner J. *Bygg sunt och miljöanpassat!* (1997) s. 53.

<sup>424</sup> Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 7. Byggnadsförvaltning.* (2000) s. 5.

<sup>425</sup> Kellner J. *Bygg sunt och miljöanpassat!* (1997) s. 53.

<sup>426</sup> Sandin K. *Fuktdimensionering ger fuktsäkrare byggnader.* (1998) s. 4.

<sup>427</sup> FD – Fuktdimensionering AB. <http://www.fuktdimensionering.se> (100503)

För att fuktsäkerheten ska bli tillfredsställande behövs även fler hjälpmedel och mer utbildning för projektörer, samt förändrade attityder inom hela byggsektorn.<sup>428</sup>

### 8.3 Exempel på faktorer som är viktiga i förvaltningsskedet

Under förvaltningsskedet är det viktigt att byggnaden sköts och drivs på ett sådant sätt att hälso- och komfortproblem inte uppstår. För att klara detta krävs att driftpersonal och brukare har tillräckligt med kunskap om byggnaden och dess tekniska system. Det är dock vanligt att förvaltningens och brukarnas ställning är låg i byggprocessen, vilket bland annat resulterar i att följande drift- och underhållsfrågor ofta försummas<sup>429</sup>:

- Storlek och utformning på driftutrymmen, t.ex. fläktrum, städutrymmen, undercentraler och pannrum.
- Installationernas åtkomlighet och rensbarhet.
- Den installationstekniska nivån, det vill säga hur komplicerad utrustning som bör väljas.
- Formerna för idrifttagning, det vill säga provning och injustering av installationerna samt utbildning av driftpersonalen.
- Dokumentation som drift- och underhållsinstruktioner och rondscheman för det löpande underhållet m.m.
- Brukarinstruktioner om möjligheterna att påverka inomhusklimatet och brukarnas medansvar för skötsel och underhåll.
- Materialval (till exempel golv) som tar tillräcklig hänsyn till slitage och städbarhet.
- Genomtänkta och fullständiga städinstruktioner.

Många av de inneklimatproblem som uppstår har visat sig bero på att fel och brister i byggnaden inte har upptäckts vid slutbesiktningen. Med hjälp av en mer noggrann och kunnig kontroll hade dessa brister kunnat upptäckas och åtgärdas i tid. Ökad kunskapsöverföring mellan entreprenör och driftpersonal kan också bidra till att brister och fel undviks. Det bör därför finnas ett program för hur idrifttagningen av byggnaden ska gå till, som formuleras redan i projekteringsskedet. Detta program beskriver provnings- och kontrollförfarandet, vem som ansvarar för genomförandet, när detta ska ske och vilka som ska närvara. I programmet beskrivs även den utbildning som ska ges till drift- och förvaltningspersonalen. Vissa delsystem måste dessutom provas och kontrolleras under en längre period, för att olika driftfall ska kunna studeras och erfarenheter byggas upp. Denna period är ofta ett år och under denna tid måste även samarbetet mellan driftpersonal och entreprenör fortsätta.<sup>430</sup>

En väl genomförd idrifttagning innebär att antalet fel och brister i byggnaden minimeras och för att funktionen ska fortsätta vara bra krävs goda rutiner för drift, kontroll och underhåll samt kompetent personal. Driftpersonalen måste förutom att ha allmän kunskap även känna till vad som gäller för den aktuella byggnaden och dess system. Drift- och underhållsinstruktioner bör sammanställas av den konsult som projekterar byggnaden senast tre månader efter slutbesiktningen, när alla korrigeringar är utförda. Men även driftpersonalen bör medverka för att anpassa instruktionerna till det speciella objektet.<sup>431</sup>

Varje lokal och lägenhet bör dessutom ha en brukarinstruktion, som beskriver de olika installationernas funktion, skötsel, reglering och inställning. Instruktionerna bör även innehålla skötselanvisningar för badrum, duschrum och golv samt råd om målning, tapetsering och uppsättning av tavlor etc. Brukarna har i regel inte samma kunskap som driftpersonalen, vilket medför att det är viktigt att informera om varför utrustningen finns, vad den åstadkommer och vad som händer vid funktionsstörningar. Anvisningar om exempelvis demontering, montering och rengöring bör vara illustrerade och gälla den utrustning som verkligen finns i byggnaden. Brukarinstruktionerna bör utformas som separata faktablad, som går igenom med brukarna i samband med inflyttning.

<sup>428</sup> V-byggaren, nr 5/2006. Sikander E. *Byggherren har makten över fuktsäkerheten*.

<sup>429</sup> Bygghälsorådet. *Innemiljö & människors hälsa 7. Byggnadsförvaltning*. (2000) s. 5.

<sup>430</sup> *Ibid*

<sup>431</sup> *Ibid*, s. 20.

Faktabladerna bör behandla följande:

- Uppvärmningssystem
- Ventilationssystem
- Vatten och avlopp
- Bad- och duschrum
- Vitvaror
- Golv
- Data-, tele-, TV- och radioinstallationer.

Vid renovering och utbyte är det viktigt att brukarinstruktionerna uppdateras.<sup>432</sup>

Cirka 20 miljarder kronor går varje år till städning av byggnader, vilket är en stor del av driftkostnaderna. Trots detta har städnivån sjunkit under de senaste decennierna i både bostäder och lokaler. Dessutom är omkring 70 % av alla golv som byts ut sönderstädade på grund av felaktiga städmetoder och rengöringsmedel. De städinstruktioner som ingår i brukarinstruktioner bör därför bygga på materialtillverkarnas rekommendationer om skötsel och informera om:

- Vilka ytor som avses och hur ofta de ska städas.
- Vilka städmetoder som ska användas.
- Vilka typer av rengöringsmedel som får och inte får användas.
- Vilken eventuell skyddsbehandling som behövs.
- Skyddsföreskrifter.

Valet av städmetod för olika ytor påverkar i hög grad inomhusmiljön. Till exempel kan alltför våta städmetoder medföra mikrobiell tillväxt, sopning och dammsugning med äldre typer av dammsugare sprider inandningsbart damm i luften och rengöringsmedel kan ge hudallergier och vara starkt frätande.<sup>433</sup>

## 8.4 P-märkning

En ny- eller ombyggnad kan bli P-märkt om den uppfyller de krav som ställs i lagar, normer och regler. P-märket är Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP) eget certifieringsmärke för produkter och ser ut enligt figur 8.2. Märket ställer krav på att en kvalitetssäkring sker från projekteringsskede till färdig byggnad, där kvalitetssäkringen omfattar projekteringsskede, byggskede, funktionskontroller samt drift- och skötselinstruktioner.<sup>434</sup> Syftet är att P-märkningen ska ge konsumenterna en ökad trygghet och bidra till en god miljö vid användning av produkterna. Exempel på P-märkta produkter och system inom byggbranschen är fönster, trätakstolar, cement, luftfilter och innemiljö. I driftsskedet kan förvaltningen kvalitetssäkras genom P-märket, där tyngdpunkten ligger på innemiljöfrågor men även frågor om energieffektivitet och miljöbelastning. Det finns även P-märkta produkter inom energiområdet, till exempel fabrikstillverkade småhus, solfångare, glas- och metallfasader.<sup>435</sup>



**Figur 8.2** Sveriges Provnings- och Forskningsinstituts (SP) eget certifieringsmärke, P-märket. (Källa: SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut. <http://www.sp.se> (100503))

<sup>432</sup> Bygghälsorådet. *Innemiljö & människors hälsa 7. Byggnadsförvaltning*. (2000) s. 34.

<sup>433</sup> *Ibid*, s. 21.

<sup>434</sup> Nilsson S. *Det sunda kontoret*. (1999) s. 40.

<sup>435</sup> SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut. <http://www.sp.se> (100503)

## 8.5 Miljöklassning av byggnader

Det finns många olika miljöklassningssystem för byggnader, men det finns inget gemensamt standardssystem. Däremot har de ett gemensamt mål, nämligen att skapa byggnader med mindre miljöpåverkan, bland annat vad gäller innemiljö, materialanvändning och energi. De mest kända miljöklassningssystemen är USA:s LEED och Storbritanniens BREEAM. Nackdelen med att använda internationella system på svenska byggnader är att de inte är anpassade efter svenska byggregler och byggmetoder. En del av de miljöaspekter som behandlas i LEED och BREEAM är dessutom irrelevanta eller har låg kravnivå med svenska mått mätt, eftersom byggsätt och livsstil skiljer sig åt mellan länderna. Den ibland låga kravnivån kan däremot innebära en fördel för svenska byggnader, eftersom de har relativt lätt för att bli godkända och få ett bra betyg.<sup>436</sup>

I Sverige har miljöklassningssystemet Miljöklassad Byggnad tagits fram inom ByggaBo-dialogen, där märket ser ut enligt figur 8.3. Systemets mål är att främja låg energianvändning med liten miljöbelastning, god innemiljö samt bra materialval och kunskap om vad som är inbyggt i byggnaden. En miljöklassad byggnad visar hur bra den är ur miljösynpunkt, samtidigt som de punkter som kan åtgärdas för att skapa en ännu bättre byggnad avslöjas.<sup>437</sup> Till skillnad från miljöklassningssystemen LEED och BREEAM, som kan användas både under projekterings- och driftsskede, kan Miljöklassad Byggnad endast användas i driftsskedet.<sup>438</sup> Det är möjligt att göra en preliminärklassning under projekteringsskedet med hjälp av det svenska systemet, men verifiering krävs senast två år efter inflyttning för att få en slutlig klassning på byggnaden. När en klassning har blivit godkänd utfärdas ett klassningsbevis och byggnaden får en plakett att montera vid entrén eller liknande. De betyg som förekommer är klassad, brons, silver och guld, där klassad är sämst och guld är bäst. Betyget brons betyder att byggnaden uppfyller grundkrav enligt aktuella bestämmelser.<sup>439</sup>



**Figur 8.3** Miljöklassad Byggnads märke. (Källa: Boverket. <http://www.byggabodialogen.se> (100503))

<sup>436</sup> Samhällsbyggaren, nr 1/2009. Öhrling P. *Miljöklassning av byggnader*.

<sup>437</sup> Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd. *Miljöklassad byggnad – Manual för befintlig byggnad*. (2010)

<sup>438</sup> Samhällsbyggaren, nr 1/2009. Öhrling P. *Miljöklassning av byggnader*.

<sup>439</sup> Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd. *Miljöklassad byggnad – Manual för ny/projekterad byggnad*. (2010)





## 9 Exempel på konkreta hjälpmedel vid projektering och vid drift

En byggnads inomhusmiljö är känslig för förändringar och kan lätt gå från att vara sund till att påverka brukarnas hälsa negativt. En förutsättning för att antalet sunda hus ska öka i samhället, är att befintlig kunskap och erfarenhet tas till vara. För att uppnå detta har ett antal metoder sammanställts, som ger de inblandade en gemensam grund att stå på vid planering och problemlösning. I denna rapport redovisas en metod vid projektering och en metod vid drift. Vid ny- och ombyggnad har Statens folkhälsoinstitut skapat 21-punktsprogrammet, som fungerar som ett hjälpmedel vid förebyggande planering. Detta program behandlas i kapitel 9.1. På samma sätt har Nordiska ventilationsgruppen skapat en strategi för diagnos och problemlösning, då byggnader i drift har inneklimateproblem. Denna strategi redovisas i kapitel 9.2.

### 9.1 Statens folkhälsoinstituts 21-punktsprogram

Statens folkhälsoinstitut skapade 21-punktsprogrammet för att det skulle fungera som ett hjälpmedel under projekteringen och har sedan år 2000 använts i Sveriges kommuner. På grund av en omorganisering hanterar Statens folkhälsoinstitut inte längre allergifrågor.<sup>440</sup> Däremot används fortfarande 21-punktsprogrammet för att skapa sund inomhusmiljö i byggnader.<sup>441</sup> Programmet baseras på praktisk erfarenhet och befintlig kunskap och bidrar på så sätt till att uppnå en sund inomhusmiljö vid ny- och ombyggnad. Dessutom uppdateras programmet efterhand som ny kunskap framkommer, vilket kan resultera i att vissa punkter ersätts eller förändras. Precis som namnet antyder består programmet av tjugoen punkter, som redovisas nedan<sup>442</sup>:

1. *Valet av arkitekt och konsulter är viktigt. Referenser och ett tentamensprov genomförs, alt. checklista går igenom.*  
Med hjälp av provet visas befintliga kunskaper inom de aktuella områdena. Frågor som ställs kan bland annat handla om fukt, ventilationsanläggning, luftkvalitet, termiskt klimat och ljud. Dessutom undersöks kunskaper om vissa rekommenderade nyckeltal och hur personen i fråga skulle gå tillväga vid exempelvis en energianalys eller en fuktdimensionering.<sup>443</sup> Tentamensprov med tillhörande svar kan hämtas på Statens folkhälsoinstituts hemsida, [www.fhi.se](http://www.fhi.se).
2. *Projekteringsgruppen skall vara tvärfacklig. Förutom de ordinarie konsulterna skall till gruppen adjungeras skyddsombud, driftansvarig, allergikonsulent och hälsovårdsinspektör.*
3. *Gruppen redovisar referenslitteratur inom ämnet "sjuka och sunda hus". Personer med kunskaper i frågan kontaktas.*
4. *Gruppen granskar goda exempel på sunda hus inom landet.*
5. *Fuktdimensionering av byggnaden planeras. Eva Harderups skrift "Fuktsäkerhet i byggnader", BFR-rapport R 32:93, rekommenderas.<sup>444</sup>*
6. *Markförhållanden, dränering, kapillärbrytande skikt etc. diskuteras i syfte att undvika fuktproblem.*
7. *Väderskydd för byggmaterial och byggnaden utformas så att en väderoberoende produktionsmiljö skapas.*
8. *Byggnadsmaterial väljs bland beprövade och lågemitterande material.*

<sup>440</sup> Stegmayr H, utredare Statens folkhälsoinstitut. (E-mail 100504)

<sup>441</sup> Andersson S, Astma- och allergiförbundet. (Telefon 100512)

<sup>442</sup> Andersson S. *Folkhälsoinstitutets 21-punktsprogram för sund inomhusmiljö vid ny- och ombyggnad.* (2000)

<sup>443</sup> Folkhälsoinstitutet. *Tentamensprov för arkitekter och konstruktörer vid ny- och ombyggnad av offentliga byggnader.* (2005)

<sup>444</sup> Harderup E. *Fuktsäkerhet i byggnader – Generell metod för fuktdimensionering av byggnader, BFR R32:1993.* (1993)

9. *Inredningsmaterial, färg, mattor etc. skall väljas på basis av fabrikanternas specifika emissionsfaktor.*
10. *Astma- och Allergiförbundets rekommenderade produkter bör användas där detta är möjligt..*
11. *Energiberäkningen utförs enligt Energimyndighetens nyckeltal för effektivare energi-användning.*
12. *Energieffektiv upphandling av entreprenaderna skall ske enligt anvisningar i ENEU KOMMUNAL, varvid livscykelkostnaderna redovisas.*

Energieffektiv upphandling (ENEU<sup>®</sup>) skapades år 1994 och innehöll detaljerade anvisningar för upphandling av energikrävande utrustning inom industrin. Under år 1995 kom en version för upphandling inom kommuner, landsting och privata fastighetsbolag. Namnet för denna skrift blev ENEU<sup>®</sup> 94K, där K står för Kommunal. Idag har ENEU<sup>®</sup> 94 ersatts med ”Kalkylera med LCC<sub>energi</sub>. Ekonomisk hållbar upphandling av energikrävande utrustning baserat på ENEU<sup>®</sup>-konceptet”.<sup>445</sup> Denna version finns att köpa på [www.industrilitteratur.se](http://www.industrilitteratur.se).
13. *Ventilationsanläggningen skall vara behovsanpassad med optimerad luftbyteseffektivitet.*
14. *Byggnaden projekteras med solskydd för att minimera värmeöverskott i lokalerna. Svenska Solskyddsförbundets beräkningsmodeller rekommenderas.*
15. *Dagkontrollanten, som är kvalitetsansvarig, skall föra dagbok och utföra rutinmässiga mätningar enligt särskild checklista.*
16. *Kvalitetsstyrning av värme- och ventilationsanläggning enligt särskilt program skall utföras i god tid innan slutbesiktningen.*
17. *Luftkvaliteten och det termiska klimatet skall kontrolleras enligt föreskrivna nyckeltal.*
18. *Avklingningsperioden för kemiska emissioner skall redovisas för speciellt känsliga och allergiska personer innan inflyttning sker.*
19. *”Läsbara” drift- och skötselinstruktioner samt instruktivt bildmaterial tas fram. Ventilationsritningar färgläggs, blått för uteluft, rött för tilluft, gult för frånluft och brunt för avluft.*
20. *Driftspersonalen utbildas för att kunna sköta anläggningen varvid även ingår kvalitetsstyrning av byggnaden.*
21. *Enkätundersökning enligt Örebro- eller Stockholmsmodellen utgör det slutgiltiga beviset på att byggnaden uppfyller kravet på ett sunt hus. Arkitekten, beställaren och entreprenören, som följt hela byggprocessen, kan när kraven är uppfyllda skriva ut ett intyg på ett sunt hus.*

---

<sup>445</sup> Nilsson A. *Kalkylera med LCC<sub>energi</sub>*. (2002)

## 9.2 Nordiska ventilationsgruppens strategi för diagnos och problemlösning

Då inomhusmiljöproblem uppstår under byggnadens drift, är det viktigt att dessa åtgärdas så fort som möjligt. Det kan då vara en fördel om det finns ett gemensamt tillvägagångssätt, som garanterar att alla drabbade byggnader behandlas på samma sätt. För detta ändamål har Nordiska ventilationsgruppen sammanställt en strategi för diagnos och problemlösning. Strategin består av nio steg, som ska leda fram till en slutsats om vilka åtgärder som behövs i det aktuella fallet.<sup>446</sup> De olika stegen förklaras nedan, tillsammans med information om vad som gäller för åtgärderna.

### Steg 0. Tillsätt en utredningsgrupp

Det första steget i strategin är att bilda en utredningsgrupp, som bör bestå av representanter från fastighetsförvaltning och brukare, samt medicinsk och teknisk expertis. Gruppens uppgift är att besluta om vad som behöver undersökas och åtgärdas. Dessutom ansvarar gruppen för att brukarna får rätt information under hela processen.

### Steg 1. Driftkontroll

Vid en driftkontroll kontrolleras om driftförhållandena, det vill säga ventilation, byggnadens användning, städning m.m., är de planerade. Detta vet normalt byggnadens driftsansvariga. Luftflödesfördelning och inställningsvärden för temperatur och luftflöden undersöks. Utredningsgruppen bör se till så att de personer som har klagat, är medvetna om möjligheten att själva anpassa klimatförhållandena. Det gäller till exempel individuell reglering av värme och vädring. Innan analysen går vidare till nästa steg, åtgärdas eventuella störningar som har upptäckts vid driftkontrollen. De personer som har klagat ska informeras om de åtgärder som genomförs.

### Steg 2. Enkätundersökning eller intervju

Om det inte förekommer några specifika avvikelser vid driftkontrollen, som kan ha ett samband med de framförda klagomålen, utförs en enkät bland brukarna. Alternativt kan en systematisk intervju ersätta enkäten, om antalet personer är litet. Enkätfrågorna bör omfatta alla typer av symptom och besvär som kan orsakas av inneklimatet, men frågorna får inte vara ledande. Svaren används för att avgöra vilken sorts problem, som förekommer i den aktuella byggnaden och vilket omfång problemet har. Om problemen berör en större grupp människor, bör en utförlig undersökning utföras av hela byggnaden eller de områden där problemen förekommer. Om det däremot är en mindre grupp eller enskilda individer som upplever problem, kan det vara aktuellt att undersöka förhållandena direkt på plats enligt steg 4 och 5. Dessutom kan det vara bra att undersöka om det förekommer allergier eller annan överkänslighet inom gruppen.

### Steg 3. Tekniska beskrivning

Med hjälp av information från arbetsmiljöansvariga, driftpersonal och de projekterande arkitekterna och ingenjörerna, utformas en teknisk beskrivning av den aktuella byggnaden och dess installationer. Beskrivningen medför att eventuella riskfaktorer, som är inbyggda i byggnaden eller i dess drift och användning, upptäcks. Den tekniska beskrivningen ska innehålla information om material, installationer och deras drifttillstånd, städförhållanden och diverse belastningar på grund av användningen av byggnaden eller rummet.

### Steg 4 och 5. Besiktning och mätning

Med den tekniska beskrivningen som grund, genomför arbetsmiljöansvarig en besiktning av hur utrymmena används i förhållande till planerad användning. Dessutom kontrolleras om följande källor förekommer, vilka kan medföra problem:

- Användning: rökning, pappershantering, växter.
- Ventilation: luftintagsplacering, yttre emissioner, återluft, buller.
- Ljus: bländning, reflexer, bildskärmar, individuell reglering.
- Städning: dammförekomst,städbarhet, smutsiga don.

---

<sup>446</sup> Bygghälsorådet. *Innemiljö & människors hälsa 7. Byggnadsförvaltning*. (2000) s. 35.

- Ljud: yttre och inre bullerkällor.
- Temperatur: stickprovsmätning.
- Luftrörelser: rökspårning.
- Lukt
- Fukt: skador, mögel.

### **Steg 6. Mätning av ventilation**

Nästa steg i arbetsstrategin är att undersöka ventilationens funktion:

- Byggnadens installationer besiktigas med hänsyn till mekaniska fel, försmutsning i filter, värmeytor, värmeväxlare, befuktare, inställning av spjäll m.m.
- Tillufts- och frånluftsflöden och deras temperatur mäts för att behovet av injustering ska kunna bedömas.
- Om luftflödesmätningarna inte ger en bra bild av förhållandena, mäts även luftomsättningen i rummen. I rum där det är risk för kortslutning mäts luftutbyteseffektiviteten.
- Luftströmning i rum och mellan rum undersöks stickprovsvis med hjälp av rök.
- Andelen återluft bestäms.
- Styr- och reglerfunktion för värme och ventilation kontrolleras.
- Drift- och underhållsprocedurer undersöks.

På grund av att inneklimatemätningar ofta är både dyra och tidkrävande, är det viktigt att noga planera vilka mätningar som ska utföras. Mätningarna ska resultera i nya upplysningar, som ska kunna värderas och användas till att visa på orsaker till och kanske även lösningar till problemen. Vid planeringen är det även viktigt att tänka på att exponeringarna i inneklimatet varierar från rum till rum i en byggnad, från plats till plats i rummen och beroende på tidpunkten för mätningen.

### **Steg 7. Exponeringar i inneklimatet och deras källor**

I detta steg kan följande mätningar göras:

- Vid misstanke om förekomst av irriterande ämnen eller ”lukter” som inte kan härledas till en specifik källa, mäts och identifieras misstänkta flyktiga organiska ämnen och eventuellt formaldehyd.
- Vid invändig isolering med mineralull som är oskyddad och skadad kan luftens innehåll av mineralfiber mätas, men normalt rekommenderas utbyte och grundlig rengöring.
- Vid misstanke om bristande rengöring kan ytors dammbelastning mätas. Det gäller främst den mikrobiella och organiska delen av dammet.
- Om det förekommer klagomål undersöks ljud- och ljusförhållanden.
- Vid klagomål på statisk elektricitet kan personuppladdningen mätas på ett antal personer som går på golvbeläggningar eller som sitter vid sin plats.
- Om tidigare utförda undersökningar eller byggnadsförhållanden ger misstankar om specifik termisk belastning, utförs kompletterande mätningar av strålningsasymmetri, värmestrålning från tak, lufthastighet m.m.

Dessutom bedöms om:

- det är tillräcklig uteluftstillförsel till rummen och att uteluften vid luftintaget har en tillfredsställande kvalitet.
- luftströmningen mellan rum fungerar korrekt, det vill säga att luften går från renare till mindre rena rum.
- ventilationseffektiviteten är tillfredsställande, det vill säga att det inte är kortslutning.

### **Steg 8. Specifika undersökningar av personer och exponeringar**

Om det är ytterligare problem med lokalen, genomförs en medicinsk undersökning av brukarna. Undersökningarna ska utföras av personer med erfarenhet från liknande undersökningar. Utifrån resultatet från dessa undersökningar, utförs sedan kompletterande arbetshygieniska undersökningar. Det krävs medicinsk, psykologisk, hygienisk och teknisk expertis för att värdera resultatet och komma fram till ett orsakssamband.

### **Åtgärder**

Slutligen åtgärdas de brister som har avslöjats i analysen. Enkla åtgärder bör genomföras så snabbt som möjligt, medan andra åtgärder får ett åtgärdsprogram och en tidplan. Under hela arbetet är det viktigt att brukarna får nödvändig information om vad som pågår. De genomförda åtgärderna bör sedan kontrolleras genom en ny enkätundersökning efter lämplig tid, för stora förändringar är det lämpligt med sex månader. Då kontrolleras att åtgärderna har varit tillfredsställande.



## 10 Nyckeltal och kravspecifikationer

I detta kapitel sammanfattas de nyckeltal och kravspecifikationer, som har framkommit i samband med rapportens litteraturstudie. Först och främst redovisas myndigheternas krav och råd, men även vissa tips, råd och rekommendationer från andra referenser anges. För mer ingående information om de olika krav och råd som finns i detta kapitel, hänvisas till respektive delkapitel.

Dessutom presenteras i bilaga B, de fall då litteraturstudiens resultat skiljer sig från de faktorer som redovisas i *Upphandling av sunnda hus*.<sup>447</sup> Det kan till exempel bero på att vissa krav har uppdaterats, tagits bort eller att faktorer i *Upphandling av sunnda hus* inte har studerats i denna rapport.

---

<sup>447</sup> Andersson S. *Upphandling av sunnda hus. Redovisning av erfarenheter från Malmö stad samt ett 50-tal kommuner och landsting*. (1994)

## 10.1 Innemiljöfaktorer

De nyckeltal och kravspecifikationer som presenteras i detta kapitel, finns i sin helhet i kapitel 5.

### 10.1.1 Luftkvalitet

*Boverkets byggregler, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20*

- Boverket anger som allmänt krav att luftkvaliteten i vistelsezonen ska vara god. Kravet gäller för rum eller delar av rum där personer vistas mer än tillfälligt. Dessutom ska kvalitetskraven ställas utifrån rummets verksamhet.

*Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 1999:25, Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken – Ventilation och Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2009:02, Arbetsplatsens utformning*

- Socialstyrelsen och Arbetsmiljöverket anger att i lokaler med stor personbelastning, ska koldioxidhalten inte överstiga 1000 ppm för att luftkvaliteten ska klassas som god.
- En god luftkvalitet ställer krav på tillräcklig luftomsättning i rummet. Enligt Socialstyrelsen bör den vara 0,5 oms/h i bostäder och Arbetsmiljöverket anger 1–3 oms/h i personalutrymmen i bodar.

*Svensk författningssamling, SFS 1993:581 med ändringar t.o.m. 2010:1317, Tobakslag*

- Det är rökförbud i gemensamma lokaler i samband med bostäder, lokaler och områden omkring där barn och ungdomar vistas samt lokaler för hälso- och sjukvård, restauranger inomhus och övriga lokaler vid offentlig tillställning. Det är arbetsgivaren som ansvarar för att personalen på en arbetsplats inte utsätts för tobaksrök mot sin vilja.
- Det finns inga krav angående rökning inomhus i bostäder.

*Övriga råd och rekommendationer*

- Ventilationssystemets drifttid, graden av återluftföring, kvaliteten på uteluften, luftströmningen inom byggnaden samt nedsmutsade tilluftssystem påverkar luftkvaliteten i byggnaden. Kvaliteten beror även på emissioner från material, inredning och aktiviteter.
- Ventilationssystemet ska vara korrekt dimensionerat. Om föroreningsbelastningen i byggnaden har ökat på grund av att verksamheten har ändrats, behöver detta kontrolleras.
- För att förbättra luftkvaliteten inomhus bör det finnas en noggrann städrutin, som bidrar till att hålla dammhalten på ett minimum. Undersökningar har visat att ju mer svårstädade utrymmen är, desto större är förekomsten av "sjuka hus"-symptom.
- Rengöringsprodukter som används bör inte innehålla allergiframkallande ämnen som konserveringsmedel, parfymer och färgämnen.
- Ventilationssystemet bör vara i drift kontinuerligt de första månaderna, eftersom mängden emissioner från byggnads- och inredningsmaterial är störst när de är nytillverkade. Det tar cirka 6–12 månader för emissionerna att stabiliseras till en godtagbar nivå.
- Försiktighetsprincipen bör tillämpas vid val av material, för att minska mängden kemiska ämnen i rumsluften.
- Ett väl fungerande ventilationssystem ska förse byggnaden med ett tillräckligt stort luftflöde för att luftkvaliteten ska bli bra.
- Allergiker behöver ofta större luftflöden än vanligt och särskilda luftfilter av högre klass används för att minska luftföroreningarna utifrån.



### 10.1.2 Termiskt klimat

*Boverkets byggregler, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20*

- Boverket anger att termisk komfort ska uppnås i rum eller delar av rum där människor vistas mer än tillfälligt. Komfortkraven ska anpassas till olika användningsområden.
- Boverket ställer krav på att följande punkter ska uppfyllas vid dimensionerande utetemperatur vintertid:

<b>Boverket</b>	Krav	Kommentar
Riktad operativ temperatur	> 18 °C	Bostads- och arbetsrum
	> 20 °C	Hygienrum, vårdlokaler och rum för barn och äldre
Skillnad i riktad operativ temperatur mellan olika punkter i vistelsezonen	< 5 °C	
Golvtemperatur	16–26 °C	Bostads- och arbetsrum
	> 18 °C	Hygienrum
	> 20 °C	Rum för barn
Lufthastighet	< 0,15 m/s	Vintertid
	< 0,25 m/s	Under resten av året

*Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 2005:15, Socialstyrelsens allmänna råd om temperatur inomhus*

- Socialstyrelsen rekommenderar följande värden för att uppnå termisk komfort:

<b>Socialstyrelsen</b>	Krav	Kommentar
Operativ temperatur	20–23 °C	
	22–24 °C	För äldre, sjuka och funktionshindrade personer
Skillnad i operativ temperatur, vertikalt 0,1 och 1,1 m över golv	< 3 °C	
Strålningstemperaturskillnad - mellan fönster och motsatt vägg	< 10 °C	
	< 5 °C	
Golvtemperatur	20–26 °C	
Lufthastighet, vintertid	< 0,15 m/s	Högre hastighet kan accepteras under resten av året

*Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2009:02, Arbetsplatsens utformning*

- Arbetsmiljöverket ger följande allmänna råd:

<b>Arbetsmiljöverket</b>	Krav	Kommentar
Lufttemperatur, vid lätt och stillasittande arbete	20-24 °C	Vintertid
	20-26 °C	Sommartid
Om arbetet utförs utomhus ska det finnas skydd för vind		

- För godtagbara temperaturskillnader hänvisar Arbetsmiljöverket till SS-EN ISO 7730:2005, se nedan.

Svensk standard, SS-EN ISO 7730:2005, Ergonomi för den termiska miljön – Analytisk bestämning och bedömning av termisk komfort med hjälp av indexen PMV och PPD samt kriterier för lokal termisk komfort

- Svensk standard anger följande rekommendationer för de olika klimatklasserna:

ISO 7730		Klimatklass		
		A	B	C
Operativ temperatur <sup>A)</sup>	sommartid	24,5 ± 1,0 °C	24,5 ± 1,5 °C	24,5 ± 2,5 °C
	vintertid	22,0 ± 1,0 °C	22,0 ± 2,0 °C	22,0 ± 3,0 °C
Vertikal lufttemperaturskillnad	0,1 m över golv	< 2 °C	< 3 °C	< 4 °C
	1,1 m över golv			
Golvtemperatur		19–29 °C	19–29 °C	17–31 °C

<sup>A)</sup> Värdena gäller vid en aktivitet som motsvarar stillasittande arbete eller motsvarande. Vid högre aktivitet kan temperaturen vara lägre.

Övriga råd och rekommendationer

- Lufttemperaturen bör aldrig vara högre än 30 °C, på grund av att människor med hjärtbesvär kan må dåligt vid höga temperaturer.

### 10.1.3 Ljud

Boverkets byggregler, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20

- Boverket ställer krav på ljud i bostäder och i lokaler för vård, förskola, fritidshem och undervisning. Dessutom omfattar kraven rum i arbetslokaler avsedda för kontorsarbete, samtal och liknande.
- Nedan sammanfattas de viktigaste ljudkraven som Boverket och Socialstyrelsen ställer. (B – bostäder, K – kontor, U – undervisningslokaler, D – dag- och fritidshem)

	Beteckning	Lokal	Typ av utrymme	Myndighet	
				Boverket	Soc.styrelsen
Luftljuds-isolering	R' <sub>w</sub> [dB]	B	Mellan lägenhet och utrymmen utanför lägenhet	52	-
			Mellan loftgång och lägenhet, mellan trapphus/korridor och hall innanför tamburdörr	39	-
		K	Kontorsrum (mellan rum/mot korridor)	35/30	-
		U	Undervisningsrum (mellan rum/mot korridor)	44/40	-
		D	Lekrum, matrum, dagrum, vilrum, undervisningsrum (mellan rum/mot korridor)	44 <sup>A</sup> /35	-
Stegljuds-isolering	L' <sub>n,w</sub> [dB]	B	I bostadsrum från utrymme utanför lägenhet	58	-
			I bostadsrum från trapphus, korridor eller loftgång	64	-
		K	I kontorsrum, samtalsrum, konferensrum	65	-
		U	Undervisningsrum	60	-
		D	Lekrum, dagrum, vilrum, undervisningsrum	65	-
Installationer	L <sub>pA</sub> /L <sub>pC</sub> L <sub>pAFmax</sub> [dB]	B	Bostadsrum utom kök (L <sub>pA</sub> /L <sub>pC</sub> )	30/50 <sup>B</sup> )	30/-
			Bostadsrum utom kök (L <sub>pAFmax</sub> )	<b>35</b>	<b>45</b>
			Kök (L <sub>pA</sub> /L <sub>pC</sub> )	35 <sup>C</sup> )/-	<b>30/-</b>
		K	Kontorsrum, mindre konferensrum, samtalsrum (L <sub>pA</sub> /L <sub>pC</sub> )	35/-	-
			Kontorslandskap (L <sub>pA</sub> /L <sub>pC</sub> )	40/-	-
		U	Undervisningsrum (L <sub>pA</sub> /L <sub>pC</sub> )	30/45	30/-
			Maximal ljudnivå (L <sub>pAFmax</sub> )	-	45
			D	Undervisningsrum, vilrum (L <sub>pA</sub> /L <sub>pC</sub> )	30/45
		Lekrum (L <sub>pA</sub> /L <sub>pC</sub> )		35/55	<b>30/-</b>
		Maximal ljudnivå (L <sub>pAFmax</sub> )		-	45
Trafik	L <sub>pA</sub> /L <sub>pAFmax</sub> [dB]	B	Bostadsrum	30/45	30/45
			Kök	35/-	<b>30/45</b>
			Maximal ljudnivå (L <sub>pAFmax</sub> )	-	45
		K	Kontorsrum, mindre konferensrum, samtalsrum	40/55	-
		U	Undervisningsrum	30/45	30/45
			Maximal ljudnivå (L <sub>pAFmax</sub> )	-	45
		D	Undervisningsrum, vilrum	30/45	30/45
			Lekrum	35/50	<b>30/45</b>
			Maximal ljudnivå (L <sub>pAFmax</sub> )	-	45
		Efterklangstid	T [s]	B	Trapphus
Korridorer	1,0				-
K	Kontorslandskap			0,4	-
	Kontorsrum, mindre konferensrum			0,8	-
U	Undervisningsrum, grupprum, uppehållsrum			0,6	-
D	Rum som barn vistas i			0,5	-

*Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 2005:6, Socialstyrelsens allmänna råd om buller inomhus*

- Socialstyrelsen ger allmänna råd om inomhusbuller, som berör permanenta bostäder, fritidshus samt lokaler för undervisning, vård och sovrum i tillfälligt boende.
- Socialstyrelsen anger även att ljud med hörbara tonkomponenter samt ljud från musikanläggningar, bör ha en ekvivalent ljudnivå på högst 25 dB(A).
- Socialstyrelsen anger riktvärden för lågfrekvent buller enligt följande:

Lågfrekvent buller	
Tersband [Hz]	Ljudtrycksnivå [dB]
31,5	56
40	49
50	43
63	41,5
80	40
100	38
125	36
160	34
200	32

*Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2005:16, Buller*

- Arbetsmiljöverket ställer krav på att under en åtta timmars arbetsdag får exponeringsnivån inte överstiga 85 dB(A). Exponeringsnivån omfattar allt ljud på arbetsplatsen, inklusive impulsbuller. Dessutom får den maximala ljudnivån vara högst 115 dB(A) och impulstoppvärdet högst 135 dB(C). Om dessa gränsvärden överstigs kräver Arbetsmiljöverket att hörselskydd används, som är anpassade för ändamålet.
- Arbetsmiljöverket anger att arbeten ska planeras, bedrivs och följas upp för att minska bullerexponeringen. Exponeringen ska sänkas till lägsta möjliga nivå, alternativt ska källan elimineras.
- Om Arbetsmiljöverkets krav överstigs, ska arbetsgivaren erbjuda arbetstagarna en hörselundersökning. I vissa fall där personalen har drabbats av hörselskada kan omplacering vara ett alternativ.

*Världshälsoorganisationen*

- Enligt Världshälsoorganisationens riktvärden för inomhusbuller, bör den ekvivalenta ljudnivån under en period på 16 timmar understiga 35 dB(A) i bostäder. I sovrum bör nivån ligga under 30 dB(A) under en period på 8 timmar och den maximala ljudnivån får inte överstiga 45 dB(A).
- Världshälsoorganisationen rekommenderar att för utomhusbuller ska den ekvivalenta ljudnivån understiga 50 dB(A). Värdet gäller för kontinuerligt buller dagtid på balkonger, terrasser och i bostadens närmiljö, under en period av 16 timmar. Nattetid bör den ekvivalenta ljudnivån inte överstiga 45 dB(A) vid utsidan av bostadsfasaden.

*Statens Offentliga Utredningar, SOU 2005:55, Bättre inomhusmiljö*

- Riksdagen anger följande riktvärden, vid nybyggnad av bostäder och trafikinfrastruktur:

	[dB]
Ekvivalentnivå inomhus med stängda fönster	30
Maximalnivå inomhus nattetid med stängda fönster	45
Ekvivalentnivå utomhus vid fasad	55
Maximalnivå vid uteplats i anslutning till bostad	70

## 10.1.4 Ljus

*Boverkets byggregler, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20*

- Boverket anger att byggnader ska utformas så att tillräcklig ljusstyrka och rätt luminans uppnås, samt att ingen störande bländning eller störande reflexer förekommer.
- Enligt Boverket ska något rum eller del av rum där människor befinner sig mer än tillfälligt, ha tillgång till direkt solljus.
- Vid belysningsplanering av arbetsplatser inomhus hänvisar Boverket till europastandard EN 12464-1.

*Europastandard, EN 12464-1:2002, Ljus och belysning – Belysning av arbetsplatser – Del 1:Arbetsplatser inomhus*

- En kravspecifikation för belysningsanläggningen ska upprättas vid planeringen och utformas enligt gällande version av EN 12464-1 och SS-EN 12665. Specifikationen ska bland annat innehålla de värden som krävs för att skapa en bra arbetsmiljö i den aktuella lokalen, underhållsprogram och energikonsumtion för belysningsanläggningen.
- Energifrågan får inte överskugga belysningsanläggningens synaspekter.
- En välbalanserad luminansfördelning är en förutsättning för att skapa en bra visuell arbetsmiljö. Belysningen bör inte vara för riktad och diffus.
- Följande reflektansområden anges för de viktigaste inre ytorna i ett rum:

Yta	Reflektansområde
Tak	0,6 – 0,9
Väggar	0,3 – 0,8
Arbetsytor	0,2 – 0,6
Golv	0,1 – 0,5

- Vid bildskärmsarbete anges följande luminansgränser för lampor med nedåtriktat flöde:

Skärmklass	I	II	III
Skärmkvalitet	god	medel	dålig
Medelluminans	$\leq 1000 \text{ cd/m}^2$		$\leq 200 \text{ cd/m}^2$

- Följande värden anges på lämplig jämnhet och relation mellan belysningsstyrka på arbetsyta och ytor i den omedelbara omgivningen:

Belysningsstyrka på arbetsyta [lux]	Belysningsstyrka på ytor i den omedelbara omgivningen [lux]
$\geq 750$	500
500	300
300	200
$\leq 200$	Belysningsstyrka för arbetsuppgiften
Jämnhet: $\geq 0,7$	Jämnhet: $\geq 0,5$

- Bländning vid arbetsplatser kan begränsas genom lämplig avskärmning av ljuskällor och med hjälp av gardiner vid fönstrena. Bländning på grund av reflexer i speglade ytor kan förhindras eller åtminstone minskas genom val av matta ytor samt ljusa tak och väggar. Ljuskällor bör väljas och placeras så att det passar arbetsplatsen, källornas luminans bör begränsas och den lysande ytan hos ljuskällorna bör ökas.
- Den minsta avskärmningsvinkeln vid specifierad luminans hos ljuskällan ska vara:

Ljuskälleluminans [kcd/m <sup>2</sup> ]	Minsta avskärmningsvinkel
20 till < 50	15°
50 till < 500	20°
$\geq 500$	30°

- I lokaler där människor arbetar eller befinner sig under en längre tid, bör det inte finnas ett färgåtergivningsindex,  $R_a$ , lägre än 80.

*Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2009:02, Arbetsplatsens utformning*

- Arbetsmiljöverkets föreskrifter anger att belysningen ska planeras, utföras, underhållas, undersökas och bedömas för att förebygga ohälsa och olycksfall. Belysningen ska utformas så att flimmer inte uppstår och kunna anpassas efter olika sorters arbeten samt efter de arbetandes olika förutsättningar. Även angränsande utrymmen, som trapphus, gångar och vägar, kräver tillfredsställande belysning.
- I rum där människor tillbringar mycket tid är det viktigt att det finns tillgång till dagsljus och möjlighet till utblick. I de fall det inte går att skapa en direkt utblick mot det fria med hjälp av fönster, kan ett intilliggande dagsljusbelyst rum upplevas som värdefullt.
- Det är viktigt att belysningen kan regleras individuellt, bland annat på grund av att ljusbehovet ökar med åldern.

*Övriga råd och rekommendationer*

- För att uppnå en god visuell komfort i en arbetslokal rekommenderar Fagerhults Belysnings Sverige AB följande värden:

Luminans		Kommentar
Medelvärde	Maximalt värde	
> 30 cd/m <sup>2</sup>	1000 cd/m <sup>2</sup>	Maximalt värde gäller vid fondljus på väggar
< 500 cd/m <sup>2</sup>	1500 cd/m <sup>2</sup>	Maximalt värde accepteras inom begränsade områden

- Belysningssystem bör utformas så att flimmer undviks. En lösning kan vara att lysrör drivs vid högre frekvenser.
- Den artificiella belysningen ska utformas på ett energieffektivt sätt. Detta kan åstadkommas genom att ersätta traditionella ljuskällor med energieffektiva alternativ och minska antalet ljuskällor. Närvarostyrd och reglerad belysning kan ytterligare minska energibehovet.

## 10.2 Tekniska faktorer

De nyckeltal och kravspecifikationer som presenteras i detta kapitel, finns i sin helhet i kapitel 6.

### 10.2.1 Fukt

*Boverkets byggregler, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. 2008:20*

- Boverket rekommenderar att byggnaden fuktdimensioneras i projekteringsstadiet och att material skyddas mot fukt och smuts i byggprocessen. Det uppmätta fukttillståndet ska alltid vara lägre än det högsta tillåtna fukttillståndet för det aktuella materialet, vilket ska kontrolleras genom besiktningar, mätningar eller analyser.
- Om ett materials kritiska fukttillstånd inte är känt ska en relativ fuktighet på 75 % användas enligt Boverket.
- Boverket har inga gränsvärden för lufttäthet i byggnadens klimatskal, men lufttätheten bör alltid vara så bra som möjligt för att minska risken för fuktskador.
- Marken runt byggnaden ska luta för att inte dagvatten ska kunna tränga in i byggnaden, som råd ges att lutningen bör vara 1:20 från byggnaden inom tre meters avstånd. Alternativt ska marken förses med anordningar för uppsamling och avledning av dagvattnet. Om inte något av detta går att åstadkomma bör ett avskärande dike finnas.
- Boverket anger att de dränerande skikten bör vara så genomsläppliga att tillförda vattenmängder kan samlas upp och avledas till dräneringsledningar och liknande.
- Boverket har allmänna råd vad gäller grundkonstruktion och bjälklag, väggar, fönster och dörrar samt yttertak och vindsutrymmen. Det finns med andra ord inga krav på dessa delar utan råden ska gynna utvecklingen av nya lösningar och metoder samt ge upplysningar om de konstruktioner som kan vara speciellt känsliga för fukt.
- Kryp- och vindsutrymmen ska kunna inspekteras i sin helhet.
- Ett vattentätt skikt ska finnas på de golv och väggar som utsätts för vattenspolning, vattenspill eller utläckande vatten. Det vattentäta skiktet ska vara beständigt mot alkalitet, vatten, temperaturvariationer, rörelser i underlaget samt tåla vibrationer från normal utrustning i utrymmet. Fogar, anslutningar, infästningar och genomföringar i vattentäta skikt ska vara vattentäta. Skiktets ånggenomgångsmotstånd ska vara tillräckligt stort, enligt de Boverkets allmänna råd ska motståndet vara större än  $1 \cdot 10^6$  s/m om inte fuktdimensioneringen har visat något annat.
- Ett vattenavvisande skikt ska finnas på de golv, väggar och tak, som kan utsättas för vattenstänk, våtrengöring, kondensvatten eller hög luftfuktighet.
- Underlag för vattentäta skikt ska enligt Boverkets byggregler vara lämpliga för denna användning.
- Dolda ytor där det finns risk för utläckande vatten eller kondens ska ha utlopp så att vattnet snabbt blir synligt. I de utrymmen där golvavlopp finns ska både golvet och dess vattentäta skikt ha fall mot avloppet, i de delar av utrymmet som normalt utsätts för vatten. Vid golvbrunnen bör golvlutningen i duschdelen vara minst 1:150 för att garantera avrinning och högst 1:50 för att minska risken för olycksfall. Där golvet regelbundet utsätts för vatten får endast genomföringar för avloppsenheter utföras och i våtutrymmen ska fogar, anslutningar och genomföringar anordnas så att de är lätta att rengöra.
- För mer information om Boverkets krav vad gäller vattentäta eller vattenavvisande skikt, hänvisas till Boverkets byggregler.

*Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 1999:21, Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken – Fukt och mikroorganismer*

- De allmänna råd som Socialstyrelsen ger angående fukt, riktar sig till den kommunala nämnd som utövar den operativa tillsynen över miljö- och hälsoskyddet i kommunen.
- Den kommunala nämnden kan kräva att en byggnad ska undersökas med avseende på fukt om den har synliga fuktskador och fuktfläckar, missfärgningar eller bubblor i mattor och tapeter, omfattande kondens på fönstrens insida vid en utetemperatur av cirka  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  eller lägre, ett fuktillskott inomhus som under vintern regelmässigt överstiger  $3\text{ g/m}^3$  luft samt vid ett medelvärde på luftfuktigheten som överstiger  $7\text{ g vatten/kg torr luft}$  under en längre period under eldningssäsongen (motsvarar cirka 45 % relativ luftfuktighet vid  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).
- Det som enligt Socialstyrelsen ska beaktas när en byggnad undersöks är bland annat om det förekommer synlig mikrobiell växt och/eller mikrobiell lukt i bostadsrum eller lokaler för allmänna ändamål, mikroorganismer eller mikrobiell lukt befaras spridas från byggnadskonstruktionen till bostadsrum, fuktskador inte åtgärdas och detta innebär en risk för att mikroorganismer kan växa till samt om fuktskador har åtgärdats bristfälligt.

*Övriga råd och rekommendationer*

- För att minska risken för att markfukt ska ta sig in i en byggnad, är det viktigt att dräneringen utförs på ett korrekt och effektivt sätt.
- Ett tillräckligt stort ventilationsflöde minskar risken för att fuktig inomhusluft tränger in i klimatskalets lufttätheter och ger i fukt i konstruktionen.
- Material ska skyddas mot nederbörd under lagring och förvaring.
- Byggfukt ska torkas ut under tillräckligt lång tid, så att byggnadsmaterial och byggnadsdelar kommer i fuktjämvikt med omgivningen.
- Byggnadens installationer, ledningar och rör ska underhållas och inspekteras ordentligt, så att eventuellt läckage upptäcks tidigt.
- Luftfuktigheten bör ligga mellan 40 och 60 % för att undvika så många problem som möjligt. Gäller till exempel för mögel, kvalster, astma och allergi.
- Genom att fuktdimensionera varje byggnadsdel kan riskerna för fuktskador minskas och fuktsäkerheten bli högre.
- De orsaker som ofta ligger bakom fuktproblem i byggnader är till exempel brist på kunskap, kostnads- och tidspress, slarv och fusk, dålig kvalitetskontroll och ändrade boende- eller brukarvanor.

### **10.2.2 Emissioner från material och aktiviteter**

*Boverkets byggregler, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20*

- Material och byggprodukter ska väljas så att de inte påverkar inomhusmiljön och byggnadens närmiljö på ett negativt sätt.

*Övriga råd och rekommendationer*

- Ventilationssystemet bör vara i drift kontinuerligt under en byggnads första månader, eftersom luftens föroreningar då kan föras bort och emissionskoncentrationen hållas på en låg nivå. Om ventilationen stängs av då byggnaden är tom, bör fläktarna startas någon eller några timmar innan byggnaden ska användas igen.
- Material som är lämpliga ur emissionssynpunkt bör väljas på ett tidigt stadium. Det gäller främst material som ska byggas in eller som ska användas i den fasta inredningen.
- Vid val av material bör försiktighetsprincipen tillämpas.
- Material som klassas som allergiframkallande ska undvikas och det valda materialet ska vara väl anpassat till den miljö det ska användas i.
- Råd angående underhåll och skötsel av material ska följas.
- Alla material och produkter som används i en byggnad bör vara byggvarudeklarerade. Detta ska beaktas vid både projektering och inköp.



### 10.2.3 Radon

- Följande gräns- och riktvärden gäller för radongas i byggnader:

		Bq/m <sup>3</sup>	Bq/l	Gräns- värde	Rikt- värde	Myndighet	Anmärkning
Luft	Nya byggnader	200		X		Boverket	
	Befintliga byggnader	200			X	Socialstyrelsen	
	Arbetsplatser	400		X		Arbetsmiljöverket	Gäller för de flesta arbetsplatser.
		1500		X		Arbetsmiljöverket	Gäller vid ca 1600 h arbete under jord per år.
Vatten	Vattenverk > 10m <sup>3</sup> per dygn eller > 50 personer		100	X		Livsmedelsverket	Gräns för tjänligt med anmärkning.
			1000	X		Livsmedelsverket	Gräns för otjänligt.
	Vattenverk < 10m <sup>3</sup> per dygn eller < 50 personer		1000		X	Socialstyrelsen	Risk för hälsoeffekter. Mätning av radonhalten i inomhusluften bör göras.
			>1000		X	Socialstyrelsen	Risk för hälsoeffekter. Bör ej användas till dryck eller livsmedelshantering. Åtgärder bör tas för att sänka radonhalten.

- De gräns- och riktvärden som finns för radon i vatten gäller enbart för byggnader med permanent boende, med andra ord gäller de inte för fritidshus.
- Vid minsta misstanke om att huset kan innehålla radon bör en noggrann mätning utföras före köp.
- Radonhalten bör mätas vid ny-, om- och tillbyggnad av småhus samt vid förändring av ventilation och uppvärmningssystem.
- Boverket och Socialstyrelsen ställer även krav på gammastrålningsnivån, som inte får överstiga 0,3 µSv/h i rum där människor vistas mer än tillfälligt.

### 10.2.4 Energieffektivisering

*Boverkets byggregler, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. 2008:20*

- Boverket ställer krav på att byggnader ska utformas så att energianvändningen begränsas genom låga värmeförluster, lågt kylbehov samt effektiv värme-, kyl- och elanvändning.
- Energihushållningen får inte leda till sämre inomhusklimat eller inomhusmiljö.
- De specifika krav som ställs gäller byggnaders energianvändning, minsta godtagbara värmeisolering för byggnader, värme-, kyl- och luftbehandlingsinstallationer, effektiv elanvändning och installation av mätsystem för uppföljning av byggnaders energianvändning.
- Kraven gäller alla byggnader utom växthus eller liknande, byggnader eller delar av byggnader som endast används under kortare perioder, byggnader där det under större delen av året inte finns något uppvärmnings- eller kylbehov samt byggnader där inget utrymme avses värmas till mer än 10 °C och där behovet av energi för komfortbehov, tappvarmvatten och byggnadens fastighetsenergi är lågt.
- De energikrav som Boverket ställer på bostäder och lokaler finns sammanställda i bilaga L. Kraven som berör elvärme gäller endast för byggnader med en area som överstiger 50 m<sup>2</sup>. För mindre byggnader används istället kraven för byggnader med annat uppvärmningssätt än elvärme. För bostäder ingår inte hushållsel i byggnadens specifika energianvändning och för lokaler ingår inte verksamhetsel. Om byggnaden innehåller både bostäder och lokaler, viktas de olika kraven i proportion till golvarean.
- En byggnad klassas som mindre om golvarean är högst 100 m<sup>2</sup>, fönster- och dörrarean är högst 0,20\*golvarean och det inte finns något kylbehov.

- För mindre byggnader finns alternativa krav på energianvändningen. För dessa krav hänvisas till Boverkets byggregler. Byggherren är inte tvingad att följa dessa alternativa krav, utan kan istället uppfylla de krav som ställs för bostäder respektive lokaler.
- Värme- och kylinstallationer ska utformas så att de ger god verkningsgrad under normal drift. De bör utformas så att injustering, provning, kontroll, tillsyn, service och utbyte kan ske.
- Värme-, kyl- och luftbehandlingsinstallationer samt installationer för tappvarmvattenberedning bör utformas och isoleras för att begränsa energiförlusterna.
- Kylbehovet i en byggnad ska minimeras genom bygg- och installationstekniska åtgärder. Exempel på sådana åtgärder är val av storlek och placering av fönster, solavskärmning, solskyddande glas och eleffektiv belysning.
- Byggnadens värme-, kyl- och luftbehandlingsinstallationer ska förses med automatisk reglerutrustning.
- De installationer som kräver elenergi ska utformas så att effektbehovet begränsas och energin används effektivt. För de värden som anges i de allmänna råden hänvisas till Boverkets byggregler.

*Svensk författningssamling, SFS 2006:985, Lag om energideklaration för byggnader*

- Den som äger en byggnad är skyldig att göra en energideklaration med hjälp av en oberoende expert.
- En energideklaration gäller i tio år.
- I vissa byggnader ska resultatet av energideklarationen anslås på en väl synlig plats i byggnaden. Det gäller till exempel för en byggnad som upplåts med nyttjanderätt eller om byggnaden enligt taxeringsbeviset räknas som specialbyggnad och har en total användbar golvyta som är större än 1000 m<sup>2</sup>.
- De byggnader som berörs av energideklarationen är följande:

Typ av byggnad	Exempel
Specialbyggnad över 1000 m <sup>2</sup>	Simhallar, bibliotek, skolor, vårdbyggnader (framgår av taxeringsbeviset om byggnaden är en specialbyggnad)
Byggnader med nyttjanderätt	Hysesrätter, bostadsrätter, lokaler som hyrs ut, en- och tvåbostadshus som hyrs ut eller upplåts med bostadsrätt
Byggnader som säljs	
Nya byggnader <sup>A)</sup>	

<sup>A)</sup>Om bygganmälan har skett från och med den 1 januari 2009.

*Svensk författningssamling, SFS 2006:1592, Förordning om energideklaration för byggnader*

- De typer som inte behöver energideklaras är till exempel sådana som har förklarats som byggnadsminnen, inte får förvanskas, i huvudsak används för andakt eller religiös verksamhet, industrianläggningar och verkstäder, fritidshus med högst två bostäder och fristående byggnader med en total användbar golvyta som är mindre än 50 m<sup>2</sup>.

*Övriga råd och rekommendationer*

- Även om en energideklaration är giltig i tio år, är det tillåtet att göra en ny deklaras innan denna period är slut. Det kan till exempel vara lämpligt efter energisparande åtgärder eller efter en ny funktionskontroll av ventilationen.
- Erfarenheter har visat att energieffektiva åtgärder är mest lönsamma om de görs i samband med underhålls- och ombyggnadsåtgärder.
- Små- och flerbostadshus energieffektiviseras främst genom att förbättra klimatskal och ventilation samt genom att förändra brukarnas beteende.
- Lokaler energieffektiviseras främst med hjälp av åtgärder som ger minskat värmeöverskott, det vill säga ökat solskydd, energieffektiv belysning, m.m.

## 10.3 Tekniska system

De nyckeltal och kravspecifikationer som presenteras i detta kapitel, finns i sin helhet i kapitel 7.

### 10.3.1 Ventilationssystem

- Nedan visas en sammanställning av de krav och rekommendationer som Arbetsmiljöverket, Boverket och Socialstyrelsen har vad gäller luftkvalitet och ventilation:

		Arbetsmiljöverket	Boverket	Socialstyrelsen
Minimivärde	Uteluftsflöde	7 l/s, person ( <i>stillasittande arbete</i> ) + 0,35 l/s,m <sup>2</sup> golvarea	0,35 l/s,m <sup>2</sup> golvarea ( <i>när rum används</i> )	0,35 l/s,m <sup>2</sup> golvarea eller 4 l/s, person ( <i>bostäder</i> )
			0,10 l/s,m <sup>2</sup> golvarea ( <i>när rum inte används</i> )	7 l/s, person ( <i>skolor och lokaler för barnomsorg, stillasittande arbete</i> ) + 0,35 l/s,m <sup>2</sup> golvarea
	Frånluftsflöde	20 l/s, person ( <i>lokaler med tobaksrökning</i> )		
		15 l/s, toalett ( <i>toalettutrymme</i> )		
		15 l/s, dusch Saknas fönster bör forcerings- möjlighet finnas till 30 l/s ( <i>duschutrymme</i> )		
		3 l/s,m <sup>2</sup> golvarea dock minst 15 l/s ( <i>städutrymme</i> )		
	Luftutbytes- effektivitet	40%	40%	
Luftomsättning	1-3 oms/h ( <i>personalutrymmen i bodar</i> )		0,5 oms/h ( <i>bostäder</i> )	
Maximivärde	Lufthastighet (undvika drag)	0,15-0,2 m/s	0,15-0,25 m/s	0,15 m/s ( <i>vintertid</i> )
	Koldioxid	1000 ppm		1000 ppm
	Skillnad i absolut fuktighet ute/inne vintertid			3 g/m <sup>3</sup>

*Boverkets byggregler, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20*

- Boverket anger som övergripande krav att en byggnads ventilationssystem både ska tillföra tillräckligt med uteluft och föra bort de föroreningar som bildas.
- Vid dimensionering av uteluftsflödet måste hänsyn tas till att ventilationskanaler blir smutsiga och tryckfallet över filter ändras med tiden.
- Behovsstyrd ventilation får endast användas i de fall där ventilationen kan styras separat för varje bostad.
- Vid en sänkning till minst 0,10 l/s per m<sup>2</sup> golvarea måste flödet höjas till minst 0,35 l/s per m<sup>2</sup> golvarea igen, då brukarna kommer hem.
- I de fall där byggnaden inte används till bostäder, får uteluftsflödet reduceras utan några särskilda restriktioner. Efter en period med sänkt uteluftsflöde, bör däremot flödet höjas till det normala under så pass lång tid att rumsluften hinner bytas ut.
- Ventilationen får inte orsaka drag i lokaler där människor befinner sig mer än tillfälligt.

- Installationer för kylning och fuktning av ventilationsluften ska utformas och placeras, så att mängden mikroorganismer inte blir skadlig. Boverket ger inga specifika råd om hur detta ska uppnås, men de åtgärder som eventuellt görs mot tillväxt får inte påverka brukarnas hälsa negativt.
- Tilluft ska tas in i de rum där människor vistas mest.
- Luften ska föras från rum med högre krav, till rum med samma eller lägre krav på luftkvalitet.
- Frånluftsdon ska placeras i rum med lägre krav på luftkvalitet.
- När frånluftsflödena ska dimensioneras måste hänsyn tas till fukt och matos.
- Avluftshuvar ska placeras så att förorenad luft inte förs tillbaka in i byggnaden genom exempelvis fönster, dörrar, balkonger och uteluftsventil.
- Återluft får endast ske inom en och samma bostad.
- Ljud utifrån, från installationer och angränsande utrymmen ska inte störa människor i byggnaden och i byggnadens närhet.
- De krav som Boverket ställer på ljud från installationer finns i kapitel 10.1.3. Byggnaden anses som godkänd om ljudklass C uppfylls i standard SS 025267 och SS 025268.
- Ett ventilationssystem ska genomgå en OVK för första gången innan det tas i bruk. Därefter ska systemet kontrolleras med bestämda intervall enligt följande:

Byggnad	Intervall
Förskolor, skolor, vårdlokaler och liknande med självdrags-, frånlufts- eller frånluftssystem med vämeåtervinning	3 år
Förskolor, skolor, vårdlokaler och liknande med till- och frånluftssystem eller till- och frånluftssystem med värmeväxling	3 år
Flerbostadshus, kontor och liknande med till- och frånluftssystem eller till- och frånluftssystem med värmeväxling	3 år
Flerbostadshus, kontor och liknande med självdrags-, frånlufts- eller frånluftssystem med vämeåtervinning	6 år
En- och tvåbostadshus med frånluftssystem med vämeåtervinning, till- och frånluftssystem eller till- och frånluftssystem med värmeväxling	endast kontroll för nybyggnad

- En- och tvåbostadshus behöver bara genomgå den första kontrollen, eftersom småhusägarna bedöms kunna avgöra byggnadens skick själva.
- Byggnadsägaren ansvarar för att en OVK genomförs.
- OVK, får endast utföras av en behörig besiktningsman, som är utbildad och certifierad för ändamålet.
- Resultatet från OVK antecknas i ett protokoll, där en kopia skickas till kommunen. Kommunen ansvarar för att eventuella fel åtgärdas.
- Ett godkänt ventilationssystem får ett intyg, som anger datum för kontrollen. Intyget ska sitta på en synlig plats i byggnaden, till exempel i trapphus eller entré.

*Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 1999:25, Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken – Ventilation*

- Socialstyrelsen anger allmänna råd och riktvärden för bostäder och allmänna lokaler, som ska fungera som vägledning, vid bedömning av om luftkvaliteten innebär olägenhet för människors hälsa enligt Miljöbalken.

*Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2009:02, Arbetsplatsens utformning*

- Uteluftsventilen bör placeras så att luften som förs in i byggnaden är så ren och kall som möjligt. Däremot kan tilluften behöva värmas under vinterhalvåret, för att undvika problem med drag.
- Överluft får endast tas från rum med högre krav på luftkvalitet, för att ges till rum med lägre krav. För att undvika att luften går åt fel håll är det viktigt att överluftsförbindelsen stängs automatiskt vid funktionsfel.

- I byggnader som innehåller mycket emissioner från material eller där det finns risk för att föroreningar sprids inom byggnaden, bör ventilationssystemet vara i drift även när byggnaden är tom.
- I ny- och ombyggda lokaler bör ventilationssystemet vara i kontinuerlig drift under det första året. Först därefter kan det bli aktuellt med ett reducerat luftflöde när lokalen inte används.
- I de fall där reduktion av luftflödet sker, bör ventilationssystemet vara i drift med normalt luftflöde så länge som krävs för att rumsvolymen ska bytas ut minst en gång, innan rummet används igen.
- Innan frånluft kan användas som återluft i arbets- och personalrum måste frånluften renas. Reningsanordningen ska ha en pålitlig avskiljarfunktion och återluftföringen ska kunna stängas av helt.
- Ventilationssystem som använder sig av återluft får endast installeras om systemet har blivit godkänt av en särskild utredning.
- När luften lämnar byggnaden som avluft ställs inga krav på att den måste renas först.
- Processventilationen i industrilokaler ska innehålla ett kontrollsystem, som snabbt meddelar om det uppstår fel i systemets funktion. Kontrollsystemet ska även bestå av ett larm, som varnar om arbetarna utsätts för luftföroreningar som kan orsaka allvarliga skador eller livsfara. Larmet ska antingen vara akustiskt eller visuellt och i vissa fall kan det vara lämpligt att larmet har båda funktionerna.
- Alla ventilationssystem ska ha skriftliga drift- och underhållsinstruktioner på svenska. Instruktionerna ska finnas tillgängliga för den ansvariga drifts- och underhållspersonalen, som ska ha tillräckligt med kunskap om det aktuella ventilationssystemet.
- Drifts- och underhållsinstruktionerna bör bland annat innehålla en beskrivning av byggnad, verksamhet och ventilationssystem, lättförståelig beskrivning av installationernas funktion och placering, luftmängder, driftstider, gällande säkerhetsbestämmelser, åtgärder vid driftavbrott, underhållsrutiner och felsökningsschema.
- En enklare version av drift- och underhållsinstruktionerna bör finnas tillgänglig, för den del av personalen som inte ansvarar för drift och underhåll.
- Ventilationssystemet ska kontrolleras och underhållas regelbundet och resultatet ska dokumenteras.
- Ventilationssystemet bör utrustas med ett antal inspektionssluckor, för att det ska kunna kontrolleras.
- De intervall som gäller för arbetslokaler i Boverkets föreskrifter om OVK, uppfyller även de krav som Arbetsmiljöverket ställer. För övriga arbetslokaler, till exempel produktionslokaler, bör ventilationssystemen kontrolleras minst vart tredje år.
- Arbetsmiljöverket anger följande besiktningintervall för ventilationssystem för vissa typer av industrilokaler:

Lokal	Intervall
Kvarts	2 ggr/år
Bly	2 ggr/år
Syntetiska oorganiska fibrer	2 ggr/år

#### Övriga råd och rekommendationer

- Om verksamheten i en lokal förändras måste kanske ventilationssystemets luftflöde ändras.
- För bostäder och även i vissa fall laboratorier är det föroreningshalten som dimensionerar luftflödet.
- För kontor är det oftast förmågan att föra bort överskottsvärme som dimensionerar luftflödet.
- Det bör vara möjligt att reglera ventilationen efter behov. Det kan ge både en bättre inomhusmiljö och spara energi.
- Uteluftsventilen ska inte placeras i riktning mot garage, parkerings- eller lastplatser.
- I de fall där byggnadens läge är känsligt för luftföroreningar, buller och kraftig vind, kan det vara lämpligt att ta in uteluften genom yttertaket istället för genom en ventil i fasaden.

- Uteluftsventilen bör placeras på skuggsidan för att minska risken för övertemperaturer vid solsken.
- Frånluftsdonet får inte placeras för nära tilluftsdonet. Om de två donen sitter för nära kan risken stor att det uppstår kortslutning och rummet får en sämre luftomblandning.
- Om tilluften har högre temperatur än rumsluften, samtidigt som både tillufts- och frånluftsdon sitter vid taket, kan kortslutnings uppstå.
- I ett självdragssystem ska kanalerna vara välisolerade, för att inte den varma frånluften ska kylas ner och vända tillbaka till rummet som den kom ifrån.

### 10.3.2 Termiskt klimatsystem

*Boverkets byggregler, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20*

- En byggnads värmeinstallationer ska utformas för att kunna avge det värmeeffektbehov, som behövs för att brukarna ska uppleva termisk komfort.
- En byggnads kylanordningar ska utformas så att strålningsasymmetri, drag och kallras inte uppstår.

*Övriga råd och rekommendationer*

- För de krav och rekommendationer som finns vad gäller det termiska klimatet, se kapitel 10.1.2 och kapitel 10.3.1.

### 10.3.3 Vattensystem

*Boverkets byggregler, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20*

- Då vattenflödet är 0,2 l/s bör väntetiden för att få varmt vatten i kraven vara högst 10 sekunder.
- Temperaturen på tappvarmvattnet ska inte understiga 50 °C efter tappstället.
- Temperaturen på tappvarmvattnet ska inte överstiga 60°C efter tappstället, på grund av skållningsrisken.
- Då det till exempel förekommer fasta duschar, som inte kan regleras utanför duschen, får vattentemperaturen inte vara högre än 38 °C. Det gäller även för duschar som är avsedda för personer som inte förväntas kunna reglera temperaturen själva.
- För att begränsa den mikrobiella tillväxten i vattenledningar ska temperaturen på det cirkulerande varmvattnet inte understiga 50 °C i någon del av installationen.
- I installationer där det förekommer stillastående vatten, till exempel i varmvattenberedare eller ackumulatörer, bör tappvarmvattnet inte vara kallare än 60°C.
- Boverket ställer krav på buller från byggnadens installationer, se kapitel 10.1.3. Byggnaden anses som godkänd om ljudklass C uppfylls i standard SS 025267 och SS 025268.

*Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 2003:17 inklusive kungörelsen SOSFS 2005:20, Socialstyrelsens allmänna råd om försiktighetsmått för dricksvatten*

- För vattenverk som försörjer mindre än 50 personer eller levererar mindre än 10 m<sup>3</sup> vatten per dygn, gäller Socialstyrelsens riktvärden. Dessa behandlar bland annat antal mikroorganismer, mängd kemiska ämnen, pH-värde, radon samt egenskaper som smak, lukt och färg. För Socialstyrelsens riktvärden hänvisas till Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 2003:17.
- De krav som Socialstyrelsen ställer på radonhalt i dricksvatten finns i kapitel 10.2.3.

*Livsmedelsverkets föreskrifter, SLVFS 2001:30 med ändringar t.o.m. LIVSFS 2005:10, Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten*

- Livsmedelsverkets föreskrifter gäller för vattenverk som försörjer mer än 50 personer eller levererar mer än 10 m<sup>3</sup> vatten per dygn. Föreskrifterna gäller även i mindre anläggningar om vattnet används i offentlig eller kommersiell verksamhet.

- De kvalitetskrav som ställs av Livsmedelsverket omfattar bland annat antal mikroorganismer, mängd kemikalier, bekämpningsmedel, lukt, pH-värde och radon.
- För exakta gränsvärde där dricksvattnet ska bedömas som otjänligt, hänvisas till Livsmedelsverkets föreskrift SLVFS 2001:30.
- De krav som Livsmedelsverket ställer på radonhalt i dricksvatten finns i kapitel 10.2.3.

*Övriga råd och rekommendationer*

- Alla vattenledningar bör isoleras. Kallvattenledningar ska isoleras för att undvika kondens på ytan och varmvattenledningar ska isoleras för att undvika att värme avges till de utrymmen som de passerar.
- Varmvattenledningar bör inte ha för stora dimensioner, då det kan uppstå avsvälningsförluster och långa väntetider vid tappstället.

## 10.4 Organisatoriska faktorer

De råd och rekommendationer som presenteras i detta kapitel, finns i sin helhet i kapitel 8.

### 10.4.1 Program- och projekteringsskede

- Samarbete över gränserna under projektering, byggproduktion och förvaltning, resulterar i att byggprocessen ses mer som en helhet, vilket minskar risken för framtida inomhusmiljöproblem.
- Krav på en bra inomhusmiljö ska ställas redan vid planeringen, där även byggnadens framtida förvaltning, drift och underhåll ska beaktas.
- De olika faktorer som tillsammans skapar inomhusmiljön måste ses ur ett helhetsperspektiv.
- De tekniska lösningar som väljs ska baseras på aktuella förutsättningar, till exempel ställda inomhusmiljökrav, byggnadens utformning och framtida belastningar.
- Befintlig kunskap och erfarenhet ska tas tillvara och användas vid nyproduktion.
- Nya material, konstruktioner och lösningar måste testas tillräckligt innan användning.
- Byggnadens energianvändning ska vara så låg som möjligt.
- Ekonomiska aspekter får inte påverka inomhusmiljön på ett negativt sätt.
- I planeringen är det viktigt att medvetet välja material och tekniska system utifrån deras underhålls- och städegenskaper.
- Drift- och underhållspersonal bör få möjlighet att granska och diskutera bygghandlingarna under planeringen.
- I projekteringsskedet är det viktigt att byggherren kräver en väldokumenterad fuktdimensionering.
- Det bör finnas ett program för hur idrifttagningen av byggnaden ska gå till, som formuleras redan i projekteringsskedet. Programmet beskriver provnings- och kontrollförfarandet, vem som ansvarar för genomförandet, när detta ska ske och vilka som ska närvara. I programmet beskrivs även den utbildning som ska ges till drift- och förvaltningspersonal.
- Alla byggnadsmaterial som ingår i byggnaden ska byggvarudeklarerars.
- Föreskrivna material får inte bytas ut utan projektledningens godkännande.

### 10.4.2 Byggproduktionsskede

- På byggarbetsplatsen bör materialen vara väl övertäckta och förvaras torrt. Innan montering ska materialen vara vädrade och uttorkade och efter montering ska de skyddas från regn.
- Byggnadens uttorkningstid ska planeras från början och måste respekteras.
- En noggrann och kunnig kontroll av byggnaden i samband med slutbesiktningen kan upptäcka fel och brister i byggnaden.

### 10.4.3 Förvaltningsskede

- Ökad kunskapsöverföring mellan entreprenör och driftpersonal bidrar till att brister och fel undviks i förvaltningsskedet.
- Vissa delsystem måste provas och kontrolleras under en längre period, ofta ett år, för att olika driftfall ska kunna studeras och erfarenheter byggas upp. Under denna tid måste samarbetet mellan driftpersonal och entreprenör fortsätta.
- Drift- och underhållsinstruktioner bör sammanställas av den konsult som projekterar byggnaden senast tre månader efter slutbesiktningen, när alla korrigeringar är utförda. Driftpersonalen bör medverka för att anpassa instruktionerna till den aktuella byggnaden och dess system.
- Varje lokal och lägenhet bör ha en brukarinstruktion, som beskriver de olika installationernas funktion, skötsel, reglering och inställning. Instruktionerna bör även innehålla skötselanvisningar för badrum, duschrum och golv samt råd om målning, tapetsering, uppsättning av tavlor etc.
- Brukarinstruktionen bör utformas som separata faktablad, som går igenom med brukarna i samband med inflyttning.
- Vid renovering och utbyte ska brukarinstruktionerna uppdateras.



- De städinstruktioner som ingår i brukarinstruktioner bör bygga på materialtillverkarnas rekommendation om skötsel.



## 11 Diskussion

Resultatet från litteraturstudien i denna rapport visar hur viktigt det är att göra rätt från början. Genom att ställa relevanta krav och betrakta byggnaden ur ett livscykelperspektiv, ökar chanserna för att skapa en sund byggnad. För att lyckas med detta måste information och kunskap spridas bland de inblandade aktörerna, så att exempelvis beställare kan ställa rätt krav vid uppförande av en ny byggnad. Även brukare och driftpersonal måste informeras så att byggnaden sköts på rätt sätt under förvaltningskedet. Några av de faktorer som har avgörande betydelse för byggnadens påverkan på omgivningen, kan anses vara självklara och bygga på sunt förnuft, till exempel att täcka byggnadsmaterial under byggtiden. Trots det kan det förekomma slarv på byggarbetsplatser, vilket resulterar i att fuktiga material byggs in i konstruktionen och ökar risken för framtida fuktproblem. Det faktum att kunskap finns för att skapa sunda hus men att den inte används i tillräcklig utsträckning, är skrämmande. Erfarenheter måste tas tillvara för att utvecklingen ska gå framåt och felaktigheter försvinna.

Många gånger är det ekonomin som får styra byggprojekt, eftersom beställarna vill komma billigt undan för att snabbt kunna tjäna pengar. Men om det sätts in i sitt rätta sammanhang framgår det tydligt att det lönar sig att satsa mer pengar i början av ett projekt, med tanke på de kostnader som framtida problem kan resultera i. Det är därför viktigt att inte låta ekonomin styra i alla lägen, utan att ägna noga eftertanke och väga för- och nackdelar mot varandra vid val av olika lösningar. Även underhåll av lokaler och tekniska system m.m. måste få kosta pengar. Det är inte acceptabelt att spara in på exempelvis städning i skolor och kontor eller byte av filter i ventilationssystem.

De sexton miljö kvalitetsmål som Sveriges riksdag har beslutat att det svenska miljöarbetet ska baseras på, ska vara uppfyllda senast år 2020. De miljö kvalitetsmål som behandlas i denna rapport berör på olika sätt ljud, materialval, radon, energieffektivisering, ventilations- och vattensystem. Det var förvånande att upptäcka att alla dessa delmål antingen bedöms vara omöjliga eller mycket svåra att nå i tid. Miljömålsrådet anser bland annat att utvecklingen inom många områden går åt rätt håll, men att tempot är för långsamt.<sup>448</sup> Frågan är vad som skulle krävas av olika instanser för att kvalitetsmålen skulle uppfyllas senast år 2020 och om kanske fler insatser kunde planeras. Målet för radon i bostäder kan till exempel inte uppfyllas i tid på grund av bristande intresse hos enskilda fastighetsägare. Varför är intresset inte större? Kan allmänhetens medvetande om problemet öka på något sätt?

Sunda hus med en hälsosam inomhusmiljö är ett intressant ämnesområde, som berör alla människor på något sätt. Även de brukare som normalt mår bra i sin byggnad och inte har någon anledning att tänka på hur situationen är runt omkring, kan plötsligt hamna i en lokal som ger dem luftvägsbesvär, huvudvärk eller klåda. Med så många tydliga bevis på att rökning hänger samman med olika problem, är det dessutom ett under att någon röker idag. Till och med rökarna kan ju reagera på andras cigarettök. Varför utsätta sig själv eller andra i omgivningen för något som kan orsaka SBS, allergi, astma och lungcancer? Passiv rökning ligger till exempel bakom 25 % av astmafallen hos barn under 4 år och risken ökar med 50 % om någon av föräldrarna röker. Inställningen måste förändras, det är ju barnen som är framtiden och det är de som ska ha användning för dagens forskning och kunskap. Varje skede i byggprocessen har sina egna avgörande moment, som avgör om byggnaden ska bli hälsosam eller inte. Alla inblandade aktörer måste ta sitt ansvar och inte bara förvänta sig att någon annan ska sköta jobbet åt dem. Med hjälp av en ökad medvetenhet för vad som krävs för att skapa sunda hus, kan förhoppningsvis de sjuka och ohälsosamma byggnaderna försvinna.

---

<sup>448</sup> Nilsson A., Hellberg H. *Miljömålen – i halvtid. Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål.* (2009)



## Referenser

### Tryckta källor

Adalberth K., Wahlström Å. *Energibesiktning av byggnader – flerbostadshus och lokaler*. (2008) SIS Förlag AB, Stockholm.

Anderlind G. *Fuktboken. En bok om fuktproblem i byggnader*. (1991) Gullfiber, Pelle Thorsén AB, Helsingborg.

Andersson J. *Akustik & buller – en praktisk handbok*. (1998) Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Andersson S. *Upphandling av sunda hus. Redovisning av erfarenheter från Malmö stad samt ett 50-tal kommuner och landsting*. (1994) Svenska Kommunförbundet, Stockholm.

Arbetsmiljöverket. *Arbetskyddsstyrelsens författningssamling, AFS 1987:02, Högfrekventa elektromagnetiska fält*. Arbetsmiljöverket, Stockholm.

Arbetsmiljöverket. *Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2005:16, Buller*. Arbetsmiljöverket, Stockholm.

Arbetsmiljöverket. *Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2005:17, Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar*. Arbetsmiljöverket, Stockholm.

Arbetsmiljöverket. *Arbetsmiljöverkets författningssamling, AFS 2009:02, Arbetsplatsens utformning*. Arbetsmiljöverket, Stockholm.

Arfvidsson J., Hagentoft C.-E., Samuelson I. *Få bukt med fukt*. (2007) Forskningsrådet Formas, Stockholm.

Backvik B., Orestål U. *Ventilation. En handbok i anslutning till Boverkets byggregler*. (1996) Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Berglund B., Lindvall T., Nilsson M.E. *Inventering av kunskapsläget för störningsstudier av trafikbuller*. (2002) Institutet för miljömedicin, Karolinska institutet, Stockholm.

Björk F., Eriksson C-A. *Sjuk av att vara inne? En bok om betong, fukt, golv och emissioner*. (2000) Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Bokalders V., Block M. *Byggekologi. Kunskaper för ett hållbart byggande*. (2004) Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Boverket. *Boverket informerar om energideklaration och om kampanj för energieffektivisering, 2007:3*. (2007) Boverket, Karlskrona.

Boverket. *Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20*. Boverket, Karlskrona.

Boverket. *Energideklarationen – första steget mot hälsosammare och energieffektivare hus*. (2006) Boverket, Karlskrona.

Boverket. *Krav på funktionskontroll av ventilationssystem*. (2001) Boverket, Karlskrona.

Boverket. *Undantag från obligatoriska ventilationskontroller. Slutrapport från ett regeringsuppdrag 2000-2005.* (2006) Boverket, Karlskrona.

Boverket. *Åtgärder mot radon i bostäder.* (2009) Boverket, Karlskrona.

Boverket, Smittskyddsinstitutet, VVS-installatörerna. *Legionella i vatteninstallationer – Tekniska faktorer med risk för samhällsförvärvad legionellainfektion.* (2006) Boverket, Karlskrona.

Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 1. Människors hälsa och innemiljön.* (2000) Byggeforskningsrådet, Stockholm.

Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 2. Fukt.* (2000) Byggeforskningsrådet, Stockholm.

Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 3. Byggnadsmaterial.* (2000) Byggeforskningsrådet, Stockholm.

Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 4. Ventilation.* (2000) Byggeforskningsrådet, Stockholm.

Byggeforskningsrådet. *Innemiljö & människors hälsa 7. Byggnadsförvaltning.* (2000) Byggeforskningsrådet, Stockholm.

Cad & ritnytt, nr 3/2007. Nygren M. *Gärna glasfasad – men på rätt sätt.*

Chalmers EnergiCentrum, CEC. *Åtgärder för ökad energieffektivisering i bebyggelsen.* (2005) Chalmers, Göteborg.

Clavensjö B., Åkerblom G. *Radonboken. Åtgärder mot radon i befintliga byggnader.* (2007) Forskningsrådet Formas, Stockholm.

Ekberg L. *R1 – Riktlinjer för specifikation av inneklimatekrav.* (2006) Förlags AB VVS, Stockholm.

*Europastandard, EN 12464-1:2002 Sv, Ljus och belysning – Belysning av arbetsplatser – Del 1:Arbetsplatser inomhus.* (2002) SIS Förlag AB, Stockholm.

Folkhälsoinstitutet, Socialstyrelsen. *Inneboken – en bok för alla som bryr sig om en hälsosam innemiljö.* (1998) AB Svensk Byggtjänst, Stockholm.

Hagetoft C-E. *Vandrande fukt, strålande värme – så fungerar hus.* (2002) Studentlitteratur AB, Lund.

Harderup E. *Fuktsäkerhet i byggnader – Generell metod för fuktdimensionering av byggnader, BFR R32:1993.* (1993) Byggeforskningsrådet, Stockholm.

Hansen H.E., Kjerulf-Jensen P., Stampe O.B. *Varme- og klimateknik, Grundbog, 2. udgave.* (1997) Danvak, Danmark.

Hjertén R., Mattsson I., Westholm H. *Som man bygger får man ventilera. Om arkitektur och inomhusklimat.* (1996) ARKUS, Stockholm.

Hult M. *Skapa sund innemiljö. Utredningsmetodik vid hälsoproblem i lokaler.* (2004) Svenska U.F.O.S, Kommunförbundet, Stockholm.

Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd. *Miljöklassad byggnad – Manual för befintlig byggnad.* (2010) Boverket, Bygga-bo-dialogen, Karlskrona.

- Intresseföreningen Miljöklassad Byggnads Tekniska råd. *Miljöklassad byggnad – Manual för ny/projekterad byggnad.* (2010) Boverket, Bygga-bo-dialogen, Karlskrona.
- Johansson B. *Buller och bullerbekämpning.* (2002) Arbetsmiljöverket, Stockholm.
- Kellner J. *Bygg sunt och miljöanpassat!* (1997) Byggeforskningsrådet, Stockholm.
- Livsmedelverket. *Livsmedelsverkets föreskrifter, SLVFS 2001:30 med ändringar t.o.m. LIVSFS 2005:10, Livsmedelsverkets föreskrifter om dricksvatten.* Livsmedelsverket, Uppsala.
- Magnusson L., Qvist L. *Inomhusklimat för människan.* (1989) Liber, Stockholm.
- Neovius P. *Bygg friskt! Undvik radon, elektromagnetiska fält och skadliga kemiska emissioner.* (1999) Svensk Byggtjänst, Stockholm.
- Nevander L.-E., Elmarsson B. *Fukthandbok. Praktik och teori.* (1994) Svensk Byggtjänst, Stockholm.
- Nilsson A. *Kalkylera med LCC<sub>energi</sub>. Ekonomisk hållbar upphandling av energikrävande utrustning baserat på ENEU<sup>®</sup>-konceptet.* (2002) Industrilitteratur, Stockholm.
- Nilsson A., Hellberg H. *Miljömålen – i halvtid. Miljömålsrådets uppföljning av Sveriges miljömål.* (2009) Naturvårdsverket, Stockholm.
- Nilsson E., Johansson A.-C., Brunskog J., Sjökvist L.-G. Holmberg D. *Grundläggande akustik.* (2005) Lunds tekniska högskola, Lund.
- Nilsson L.-O. *Kompendium i Byggnadsmaterialvetenskap.* (2006) Lunds Tekniska Högskola, Lund.
- Nilsson S. *Det sunda kontoret.* (1999) Svensk Byggtjänst, Stockholm.
- Nordstrand U. *Byggprocessen.* (2000) Liber AB, Stockholm.
- Samhällsbyggaren, nr 1/2009. Öhring P. *Miljöklassning av byggnader.*
- Samuelsson I. *Kriterier för sunda byggnader och material.* (1998) Boverket, Karlskrona.
- Sandin K. *Fuktdimensionering ger fuktsäkrare byggnader.* (1998) Byggeforskningsrådet, Stockholm.
- Schmitz-Günther T. *Ekologiskt byggande och boende. Idéer, förslag, exempel.* (2000) Könnemann, Köln.
- Sikander E. *Byggherrens arbete för fuktsäker byggnad. Krav, uppföljning, hjälpmedel och erfarenheter. SP RAPPORT 2005:13.* (2005) SP Energiteknik, Borås.
- Socialdepartementet. *Svensk författningssamling, SFS 1993:581 med ändringar t.o.m. 2010:1317, Tobakslag.* Socialdepartementet, Stockholm.
- Socialdepartementet. *Svensk författningssamling, SFS 2006:985 med ändringar t.o.m. SFS 2009:579, Lag om energideklaration för byggnader.* Socialdepartementet, Stockholm.
- Socialdepartementet. *Svensk författningssamling, SFS 2006:1592, Förordning om energideklaration för byggnader.* Socialdepartementet, Stockholm.
- Socialstyrelsen. *Detta är Socialstyrelsen.* (2006) Socialstyrelsen, Stockholm.

- Socialstyrelsen. *Miljöhälsorapport 2009*. (2009) Socialstyrelsen, Karolinska Institutet, Stockholm.
- Socialstyrelsen. *Radon i inomhusluft*. (2005) Socialstyrelsen, Stockholm.
- Socialstyrelsen. *Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 1999:21, Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken – Fukt och mikroorganismer*. Socialstyrelsen, Stockholm.
- Socialstyrelsen. *Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 1999:22 med ändringar t.o.m. SOSFS 2004:6, Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken – radon i inomhusluft*. Socialstyrelsen, Stockholm.
- Socialstyrelsen. *Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 1999:25, Socialstyrelsens allmänna råd om tillsyn enligt miljöbalken – Ventilation*. Socialstyrelsen, Stockholm.
- Socialstyrelsen. *Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 2003:17 inklusive kungörelsen SOSFS 2005:20, Socialstyrelsens allmänna råd om försiktighetsmått för dricksvatten*. Socialstyrelsen, Stockholm.
- Socialstyrelsen. *Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 2005:6, Socialstyrelsens allmänna råd om buller inomhus*. Socialstyrelsen, Stockholm.
- Socialstyrelsen. *Socialstyrelsens författningssamling, SOSFS 2005:15, Socialstyrelsens allmänna råd om temperatur inomhus*. Socialstyrelsen, Stockholm.
- Socialstyrelsen. *Temperatur inomhus*. (2005) Socialstyrelsen, Stockholm.
- Statens folkhälsoinstitut. *Vår roll – Statens folkhälsoinstitut*. (2004) Statens folkhälsoinstitut, Stockholm.
- Statens Offentliga Utredningar. *Radon, Fakta och lägesrapport om radon, Betänkande av Radonutredningen 2000 – Del 2, SOU 2001:7*. Fritzes offentliga publikationer, Stockholm.
- Statens Offentliga Utredningar. *Bättre inomhusmiljö. Slutbetänkande av Byggnadsmiljöutredningen, SOU 2005:55*. Fritzes Offentliga Publikationer, Stockholm.
- Statens strålskyddsinstitut. *Radon i vatten*. (2005) Statens strålskyddsinstitut, Stockholm.
- Statens strålskyddsinstitut. *Vägen till ett radonfritt boende. Hur du upptäcker och åtgärdar radonproblem – en av de vanligaste orsakerna till ett ohälsosamt boende*. (2005) Statens strålskyddsinstitut, Stockholm.
- Strålsäkerhetsmyndigheten. *Strålsäkerhetsmyndighetens författningssamling, SSMFS 2008:18, Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd om begränsning av allmänhetens exponering för elektromagnetiska fält*. Strålsäkerhetsmyndigheten, Stockholm.
- Stålbom G., Johansson B. *Människan inomhus. Perspektiv på vår tids inneliv*. (2003) Forskningsrådet Formas, Stockholm.
- Sundell J., Kjellman M. *Luften vi andas inomhus. Inomhusmiljöns betydelse för allergi och annan överkänslighet, vetenskaplig kunskapsmanställning*. (1995) Folkhälsoinstitutet, Stockholm.
- Sundell J., Kukkonen E., Skåret E., Valbjörn O. *Problem med inomhusklimatet. Utredningar, mätningar, åtgärder. BFR A8:1997*. (1997) Byggeforskningsrådet, Stockholm.



Svensk standard, SS 025267, Byggakustik – Ljudklassning av utrymmen i byggnader - Bostäder. (1998) SIS Förlag AB, Stockholm.

Svensk standard, SS 025268, Byggakustik – Ljudklassning av utrymmen i byggnader – Vårdlokaler, undervisningslokaler, dag- och fritidshem, kontor och hotell. (2001) SIS Förlag AB, Stockholm.

Svensk standard, SS-EN 12665:2002 E, Ljus och belysning – Grundläggande termer och kriterier vid specificering av belysningskrav. (2002) SIS Förlag AB, Stockholm.

Svensk standard, SS-EN ISO 7730:2005, Ergonomi för den termiska miljön – Analytisk bestämning och bedömning av termisk komfort med hjälp av indexen PMV och PPD samt kriterier för lokal termisk komfort. (2006) SIS Förlag AB, Stockholm.

Sveriges Kommuner och Landsting. *Energisparguiden. Erfarenheter av energieffektivisering i offentliga lokaler.* (2006) U.F.O.S., Sveriges Kommuner och Landsting, Stockholm.

STF Ingenjörsutbildning AB. *Elektromagnetiska fält. Nr 2770:12.* (2002) STF, Stockholm.

V-byggaren, nr 5/2006. Harrysson C. *Byggbranschens behov av förnyelse – en väg till småhus med lägre livscykelkostnader.*

V-byggaren, nr 5/2006. Sikander E. *Byggherren har makten över fuktsäkerheten.*

V-byggaren, nr 5/2006. Åkerlöf L. *Ljudkvalitetspoäng – en ny bedömnings- och planeringsmetod.*

V-byggaren, nr 2/2007. Åkerlöf L. *Stockholms bullerskyddsarbete.*

Vår bostad, nr 3/2005. Fasth E. *OVK kan försämra luften.*

Warfvinge C. *Installationsteknik AK för V.* (2002) Lunds tekniska högskola, Lund.

Wolkoff P., Nielsen G.D. *Organic compounds in indoor air – their relevance for perceived indoor air quality?* (2001) Atmospheric Environment 35 4407-4417.

Örnhall H. *Bostadsbestämmelser. Byggbestämmelser för bostäder och bostadsmiljö, nybyggnad och ombyggnad.* (2003) Svensk Byggtjänst, Stockholm.

### **Internetkällor**

Andersson S. *Folkhälsoinstitutets 21-punktsprogram för sund inomhusmiljö vid ny- och ombyggnad.* (2000) Folkhälsoinstitutet, Östersund.

<http://www.fhi.se> (061021)

Arbetsmiljöverket. <http://www.av.se>

Astma- och allergiförbundet. <http://www.astmaoallergiforbundet.se>

AstraZeneca Sverige AB. <http://www.astma.com>

Boverket. <http://www.boverket.se>

Boverket. <http://www.byggabodialogen.se>

Boverket. <http://www.radonguiden.se>

Fagerhults Belysnings Sverige AB. <http://www.fagerhult.se>

FD – Fuktdimensionering AB. <http://www.fuktdimensionering.se>

Kemikalieinspektionen. <http://www.kemi.se>

Kretsloppsrådet. *Byggvarudeklarationer – Kretsloppsrådets riktlinjer, BVD 3.* (2007) Kretsloppsrådet, Stockholm.

<http://www.kretsloppsradet.se> (090520)

Livsmedelsverket. [www.slv.se](http://www.slv.se)

Miljömärkning Sverige AB. <http://www.svanen.nu>

MSD Merck Sharp & Dohme (Sweden) AB. <http://www.astmainfo.nu>

Naturskyddsföreningen. <http://www.snf.se>

Naturvårdsverket. <http://www.naturvardsverket.se>

Smittskyddsinstitutet. <http://www.smittskyddsinstitutet.se>

SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut. <http://www.sp.se>

Statens folkhälsoinstitut. <http://www.fhi.se>

Statistiska centralbyrån. <http://www.scb.se>

Statistiska centralbyrån. *Pressmeddelande från SCB Nr 2007:240.*

<http://www.scb.se> (080110)

Strålsäkerhetsmyndigheten. <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se>

World Health Organization, WHO. <http://www.who.int>

### **Muntliga källor**

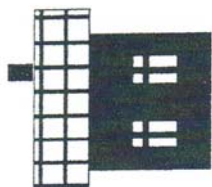
Andersson S, Astma- och allergiförbundet. (Telefon 100512)

Nordqvist B. *Föreläsning i kursen Byggnadsteknik vid nybyggnad, VBF 050: Inneklimat.* Tekn. Dr., avdelningen för Installationsteknik, Lunds tekniska högskola. (051026)

Stegmayr H, utredare Statens folkhälsoinstitut. (E-mail 100504)

## 12 Bilagor

Bilaga A	Upphandling av sunda hus
Bilaga B	Upphandling av sunda hus - skillnader
Bilaga C	Luftljudsisolering i lokaler
Bilaga D	Stegljudsisolering i lokaler
Bilaga E	Ljudnivå från installation i lokaler
Bilaga F	Ljudnivå från trafik i lokaler
Bilaga G	Krav på efterklangstid i lokaler
Bilaga H	Checklista för fuktdimensionering
Bilaga J	Energieffektivisering i bostadshus
Bilaga K	Energieffektivisering i lokaler
Bilaga L	Energikrav för bostäder och lokaler



Ytterligare exemplar av  
UPPHANDLING AV SUNDA HUS  
kan beställas hos:  
Kommentus Förlag AB  
125 88 Älvsjö  
08-749 47 00  
Beställningsnr 7099-356-4

# UPPHANDLING AV SUNDA HUS

Redovisning av erfarenheter  
från Malmö stad  
samt ett 50-tal kommuner  
och landsting

# **UPPHANDLING AV SUNDA HUS**

Redovisning av erfarenheter från Malmö stad  
samt ett 50-tal kommuner och landsting

## FÖRORD

Syftet med denna publikation är att sprida kännedom och idéer om vad man bör tänka på för att en upphandling ska resultera i en sund byggnad.

Sjuka hus är ett välkänt och alltför vanligt problem. Som en följd härav blir inomhusmiljön dålig med åtföljande besvär och olägenheter för dem som vistas i sådana byggnader. Många utredningar och undersökningar har genom åren genomförts för att klarlägga orsakerna och komma till rätta med felet. Numera har man goda kunskaper i ämnet men trots detta byggs fortfarande hus som inte uppfyller anspråken på en godtagbar inomhusmiljö.

Malmö Stads fastighetskontor har arbetet mycket med problemen kring sjuka hus och har utarbetat ett 16-punktsprogram för hur man bygger det sunda huset. Programmet används även av ett 50-tal kommuner och landsting vilket gör att det tillämpas vid många byggprojekt runtom i landet. Erfarenheterna visar att det inte blir dyrare att bygga sunda hus under förutsättning att man utnyttjar den kunskap som finns i ämnet.

Beställaren har ett mycket stort ansvar vid upphandling av det sunda huset. Detta gäller vid såväl nybyggnad som renovering och ombyggnad av befintligt byggnadsbestånd. Det ankommer på beställaren att specificera byggmaterial, ventilation och klimat samt inte minst genom kontroller och mätningar förvissa sig om att den färdiga byggnaden uppfyller de krav som ställts vid upphandlingen.

I denna upplaga har gjorts uppdateringar med anledning av Boverkets nya byggregler som gäller från 1 januari 1994. Dessutom har nya avsnitt som behandlar fukt, radon och ventilation genom självdrag liksom en del smärre ändringar och tillägg tillkommit i texten.

För revideringen svarar före detta byråchefen vid Malmö stads fastighetskontor, numera konsulten Sven Andersson och Per Fahlin, Kommunförbundet.

Frågor och synpunkter på innehållet kan ställas till Per Fahlin, plan- och miljösektionen, tfn 08-772 41 93.

Stockholm i februari 1994

SVENSKA KOMMUNFÖRBUNDET  
Sanhållsbyggnad och miljöpolitik  
Plan- och miljösektionen

## INNEHÅLL

Upphandling av sunda hus	6
Faktorer som påverkar inomhusmiljön	7
Luftkvalitet och termisk komfort	8
Boverkets byggregler BBR 94 – sammanfattning om ventilation	9
Grundkrav för fuktskydd	11
Radon	12
Ventilation genom självdrag eller förstärkt självdrag	13
Materialval	14
Det "sunda huset" - nyckeltal och kravspecifikationer	15
Malmö stads 16-punktsprogram	17
Definitioner och begrepp	18
Referenslitteratur	21
<b>Bilaga</b>	
Kommentar till värdena på luftkvalitet och termisk kvalitet	23





## UPPHANDLING AV SUNDA HUS

Var fjärde svensk har i dag någon form av allergi eller annan överkänslighet. I skolor och barnstugor är cirka en tredjedel av barnen drabbade av allergier. Det är således viktigt, att våra bostäder och lokaler är hälsosamma och har ett inomhusklimat och en luftkvalitet, som är anpassad till de människor som vistas där. Kostnaderna för att bygga sunda hus behöver inte bli högre än för konventionella byggnader under förutsättning att man utnyttjar den kunskap som finns i ämnet.

På sid 17-18 finns angivet 16 punkter som anger inriktningen hur projektering och byggprocess kan planläggas.



## FAKTORER SOM PÅVERKAR INOMHUSMILJÖN

- Felaktig energihushållning med exempelvis minskade till- och frånluftsflöden och tätning av klimatskalet, som kan ge upphov till fukt och mögelskador i byggnaderna.
- Kortslutna ventilationsanläggningar, vilket innebär att tilluften inte ventilerar vistelsezonen. Tilluften suges till större delen ut via frånluftsdonen utan att nå fram till vistelsezonen. Denna typ av ventilationsanläggningar är mycket vanlig och beror på konstruktionsfel, för hög tilluftstemperatur, för låg impuls vid tilluftsdonet och felaktigt val och placering av don.
- Kemiska emissioner, som avgasar från byggnads- och ytmaterial i byggnaden och som består av flyktiga organiska ämnen. Vid mätning och analys kan antalet flyktiga organiska ämnen uppgå till mellan 200 och 300 st i t ex en barnstuga. Totalhalten av dessa ämnen kan uppgå till 600-1 000 µg/m<sup>3</sup>. Synergieffekten och de enskilda ämnenas påverkan ur allergisympunkt är svårbedömbara men receptet måste vara att minimera totalhalten.
- Drift och underhåll av ventilationsanläggningar är ofta mycket bristfälligt, vilket innebär förödande konsekvenser för lokalernas termiska komfort och luftkvalitet. Utbildning av driftpersonal och pedagogiska instruktioner för skötsel av anläggningarna kan avsevärt förbättra inomhusmiljön.
- Höga fukthalter i byggnadskonstruktionen som kan ge upphov till mögelskador, elak lukt och kemiska emissioner i huset.





## LUFTKVALITET OCH TERMISK KOMFORT

De faktorer som påverkar luftkvaliteten och den termiska komforten, kan sammanfattas enligt följande.

- Uteluftens halt av föroreningar
- Uteluftsfödet
- Återluft
- Filterkvalitet
- Rumsvolym
- Tilluftens luftutbyteseffektivitet
- Smuts, mikroorganismer och svampodlingar i ventilationskanaler
- Kemiska emissioner som emitterar från byggnads- och ytmaterial
- Invändig ljud- och kondensisoleri i ventilationskanaler, som avspjälkar fibrer och partiklar
- Elektrostatisk personuppladdning
- Luftfuktighet
- Luftföroreningar i vistelsezonen
- Lufttemperatur
- Ytemperaturen på omgivande ytor
- Den ekvivalenta temperaturen, som är en sammanvägning av luft- och ytemperaturen samt luftförorelsen
- Funktionskontroll och underhåll av ventilationsanläggning
- Föroreningar från människor och verksamheter
- Radon från mark och byggnadsmaterial
- Magnetfält från elektriska installationer

## BOVERKETS BYGGREGLER BBR 94 – SAMMANFATTNING OM VENTILATION

### Allmänt

Byggnaders ventilationssystem skall utformas så att erforderlig mängd uteluft tillförs byggnaden och så att föroreningar från verksamheter liksom luftburna utsöndringsprodukter från personer och byggnadsmaterial samt fukt, elak lukt och hälsofarliga ämnen bortförs. Ventilationseffektiviteten skall vara god.

Råd: Föreskriftens krav på god ventilation är normalt uppfyllt om luftutbyteseffektiviteten är minst 40%.

Grundregeln är att rum skall ha kontinuerlig luftväxling då de används. Uteluftflödet skall vara lägst 0,35 l/s per m<sup>2</sup> golvarea.

*Råd avseende frånluftflöde vid mekanisk ventilation och olika rumstyper:*

- |  |   |
|--|---|
| <b>Bostäder, vårdlokaler, hotell o d</b>   | <b>Samlingslokaler, butikslokaler o d</b>                       |
| • Kök, 10 l/s, forcering med minst 75% uppfångningsförmåga för luftföroreningar  | • Rum avsett för rökning, 20 l/s per person                     |
| • Pentry, kokvrå, 15 l/s   | • Hygienrum för allmänheten, 20 l/s per toalettstol             |
| • Bad- eller duschrum med öppningsbart fönster, 10 l/s <sup>1)</sup>   | <b>Serviceutrymmen</b>  |
| • Bad- eller duschrum utan öppningsbart fönster, 10 l/s <sup>1)</sup> med forcering till 30 l/s eller 15 l/s <sup>1)</sup> | • Städtrum 3 l/s per m <sup>2</sup> golvarea, dock minst 15 l/s |
| • Toaletterum, 10 l/s  | • Tvättstuga, torkrum, 10 l/s <sup>1)</sup>                     |
| • Fritidslokal, 10 l/s <sup>1)</sup>   | • Avfallsrum, 5 l/s per m <sup>2</sup> golvarea                 |



- Avfallsrum enbart för torra sopor, 0,35 l/s per m<sup>2</sup> golvareal
  - Sopnedkast, 50 l/s
  - Hisschakt, 8 l/s per m<sup>2</sup> schaktareal<sup>2</sup>
  - Garage (antal parkeringar/plats ≤ 1 per 8 tim) 0,9 l/s per m<sup>2</sup> golvareal
  - Garage (antal parkeringar/plats > 1 per 8 tim) 1,8 l per m<sup>2</sup> golvareal
- Uteluftflöde**
- Sovrum, 4 l/s per sovplats
  - Samlingslokaler, butikslokaler o d, 7 l/s per person
  - Skolor, klassrum, 7 l/s per person

Uteluftens halt av koldioxid och kolmonoxid bör enligt Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter för arbetsplatser inte överstiga 1/10 av gällande nivågränsvärde. För övriga ämnen med fastställt hygieniskt gränsvärde bör halten i tilluften inte överstiga 1/20 av gällande nivågränsvärde.



## GRUNDKRAV FÖR FUKTSKYDD

Orsaken till de flesta byggnadsskador är fukt. I sjuka hus återkommer ständigt fukt som en av huvudledningarna till olägenheterna. Husbyggen utsätts för stora påfrestningar under byggtiden. Det är svårt att skydda bygget mot regn, blåst och fukt. I stor utsträckning slarvas det med skyddstäckning av byggmaterial såsom isolering o d. På grund av tidsbrist tillåts inte alltid gjutningar och byggelement att torka ut ordentligt innan ytbeklädnad sker. Detta medför många gånger att en ny byggnad kan vara ett sjukt hus redan vid färdigställandet.

I ingressen till fuktkapitlet i Boverkets byggregler BBR 94 står följande att läsa: "Byggnader skall utformas så att skador, mikrobiell tillväxt, elak lukt eller andra hygieniska olägenheter till följd av byggfukt eller inträngande fukt inte uppkommer. I våtutrymmen skall ytskikt samt fogar, anslutningar och genomföringar i dessa utformas så att de lätt kan hållas rena och så att de inte medverkar till att mögel uppkommer."

En av byggnadsnämndens viktigaste arbetsuppgifter är att kontrollera fuktskyddet i samband med att bygglovhandlingarna redovisas. Härvid bör följande särskilt beaktas

- Markens lämplighet för husbyggnad
- Inspektionsmöjlighet av vindstrymmen
- Marklutning från byggnad
- Krav på golvlutning mot golvbrunn och inga golvbrunnar medförhöjningsring
- Dräneringsledningarnas utförande
- Mätställen i byggnadskonstruktionen för kontroll av fuktkvot eller relativ fuktighet
- Kryppgrunders utförande med krav på inspektionsmöjlighet från utsidan
- Skydd mot vattenskador genom sektionering av rörinstallationer i byggnaden
- Skyddstäckning mot nederbörd och blåst av byggmaterial m m under byggtiden





## RADON

Radon är en radioaktiv ädelgas som spontant sönderdelas i radioaktiva radondöttrar. Gaserna följer med inandningsluften in i lungan. Alla typer av strålning från radioaktiva ämnen kan medföra risk för kroppsskada. Risken för skada är kopplad till stråldosens storlek.

Källor till radon i byggnader är radon från mark (berg, jord), byggmaterial och grundvatten. I en byggnad råder normalt ett lägre tryck än i omgivande mark. Om det finns otätheter i grundkonstruktionen kan ordluften – som normalt har en radongashalt mellan 40 000 och 80 000 Bq/m<sup>3</sup> – aktivt sugas in i byggnaden och orsaka förhöjda värden. Av byggmaterial är det framför allt blå lättbetong (blåbetong) som tillverkas fram till 1975 som kan vara anledningen att gränsvärdena överskrids. Allt grundvatten innehåller radon och alla större kommunala grundvattenverk är därför kontrollerade vad gäller radonhalten i dricksvattnet.

Nya gränsvärden för radon i bostäder och arbetslokaler gäller från 1 januari 1994. De nya gränsvärdena innebär endast marginella förändringar i nivå, trots att värdena är ungefär dubbelt så stora som de tidigare gränsvärdena. Detta beror på att gränsvärdena nu anges som radongashalt i stället för radondotterhalt. Boverkets byggregler BBR 94 anger att radongashaltens årsmedelvärde i nyuppförda byggnader inte får överstiga 200 Bq/m<sup>3</sup> och att gammastrålningsnivån inte får överstiga 0,5 µSv/h i rum där personer vistas mer än tillfälligt. För äldre bostadsbestånd och lokaler gäller att radongashalten inte får överstiga 400 Bq/m<sup>3</sup>. Boverket, Socialstyrelsen och Strålskyddsinsitutet rekommenderar att radongashalter som ligger mellan 200 och 400 Bq/m<sup>3</sup> på sikt bör ånkas till under 200 Bq/m<sup>3</sup>.

Radonfrågan måste alltid beaktas vid ny- och ombyggnad. Trots att mycket information om radon och dess risk för hälsoskador spridits genom årens lopp förekommer fortfarande att nya byggnader uppförs som inte klarar gränsvärdet. Radonmätning bör alltid göras före slutgodkännande av byggnaden.

*Anm.* Tidigare angavs gränsvärdena uttryckta i halt av radondöttrar. För nya byggnader var gränsvärdet för radondotterhalt 70 Bq/m<sup>3</sup> och för äldre byggnadsbestånd 200 Bq/m<sup>3</sup>.



## VENTILATION GENOM SJÄLVDRAG ELLER FÖRSTÄRKT SJÄLVDRAG

Förr i tiden byggde ventilationen i byggnader alltid på självdrag. På 1930-talet infördes mekanisk ventilation genom fläktsystem. Mekanisk ventilation har sedan dess varit det förhärskande ventilationssystemet. På senare år har intresset för självdragsventilation och förstärkt självdragsventilation fått förnyad aktualitet. Ett mindre antal nya byggnader har uppförts sunt utformade och byggda i sunda material med ventilation genom självdrag. Slutlig redovisning av inneklimat och luftkvalitet föreligger dock inte för samtliga fall årsskiftet 1993/94.

Ett av de mer kända exemplen är Säveskolan i Visby där en ny paviljong invigdes 1992. Hela ventilationen i paviljongen bygger på självdrag. Enkät enligt Örebromodellen visar att elever och personal är mycket nöjda med inomhusluften och klimatet och allergikerna har fått mindre problem. Mer information om bygget kan inhämtas från fastighetskontoret i Gotlands kommun.

Ventilation genom självdrag förutsätter att byggnaden redan från början är projekterad, dimensionerad och utformad för detta slag av ventilation. Som en komplettering till detta system kan man installera förstärkt självdrag med en frånluftsfläkt som styrs av utetemperaturgivare. Boverkets byggregler BBR 94 utesluter inte att ventilationen ordnas genom självdrag. Beställaren har frihet att välja den ventilationsmetod som denne anser vara bäst lämpad för att kraven på luftens kvalitet ska uppfyllas.

## MATERIALVAL

Byggnadsmaterial och ytskikt bör väljas med låg emissionsfaktor mätt enligt FLEC-metoden. Den lägsta emissionsklassen enligt Svenska Inneklimatinstitutets "Klassindelade inneklimatsystem R1" är betecknad MEC-A och står för lågemitterande material och ytskikt med en högsta emissionsfaktor vid 20° C och 50% relativ fuktighet av 40 µg/m<sup>2</sup> h. Detta värde gäller vid fortvarighetstillstånd, cirka ett år efter färdigställandet av byggnaden.

I Boverkets byggregler ges rådet att i första hand välja lågemitterande produkter.

Uppgifter om emissionsfaktorn för golvmattor, lim och spackel och andra byggnadsmaterial finns hos leverantörerna. För målarfärger kommer uppgifter att finnas från och med 1994.

Exempel på lågemitterande material och ytskikt enligt klass MEC-A.

### Naturmaterial

- Kalkel
- Klinker
- Tegel
- Sten/marmor
- Träpanel, lövträ obehandlat
- Betong

### Tapeter

- Papperstapet med lågemitterande lim

### Skivor, väv etc

- *Gipsskiva behandlad med*
- PVA-färg, matt
- Akrylfärg, matt

### Spånskiva enligt E1-norm

- MDF-skiva, träfiberskiva, väv enligt E1-norm behandlad med
- PVA-färg, matt
- Akrylfärg, matt
- Alkydfärg, matt
- Silikatfärg

### Plastmattor m m

- Plastmatta kalandrerad (minskad mjukgörarmängd)
- Plastlaminat, hård

### Parkett

- Parkett, homogen
- obehandlad (lövträ)

## Övrigt

Lim, spackel och fogmassor är i regel allvarliga högemittanter och bör användas i minsta möjliga utsträckning.

Under byggprocessen bör prefabricering ske i största möjliga utsträckning för att undvika fuktskador i byggnaden.

Fabriksmålade inredningsdetaljer minskar som regel emissionshalten och bör därför förordas.

## DET "SUNDA HUSET" - NYCKELTAL OCH KRAVSPECIFIKATIONER

Följande nyckeltal och kravspecifikationer är baserade på erfarenheter vid sanering och ombyggnad av 165 kommunala byggnader i Malmö. Utvärderingen av dessa Byggnader ingår i Byggnadsrådets projekt nr 880062-9.

- Luftutbyteseffektivitet vid ombländande ventilation  $\epsilon_{om} > 40\%$ .
- Luftutbyteseffektivitet vid deplacerande ventilation  $\epsilon_{de} > 60\%$ .
- Utlufningsflödet ska vara behovs anpassat och relaterat till verksamhet och aktivitet i lokalen.
- Återluft får ej användas.
- Filterkvalitet för uteluft ska vara lägst F85 = EU7.
- Lufthastighet inom vistelsezon Vinterfall 0.15 m/s
- Uteluftsintag placeras så att så ren uteluft som möjligt tas in med hänsyn till trafik och andra föroreningar.
- Avluftutsläpp ska vara på tak, väl avskilt från uteluftsintag så att inte avluft kan återföras till tilluften oberoende av vindriktning.
- Till- och frånluftskanaler ska vara rensbara.
- Flödesmätare för kontroll av till- och frånluft placeras på lättillgänglig plats i byggnaden.
- Skillnaden i absolut vatteninne-



- Tilluftens halt av fibrer och partiklar i storleksintervallet 1-10 µm ska understiga 10 000 partiklar/fibrer per m<sup>3</sup> luft.
- Totalhalten lättflyktiga organiska ämnen betecknad TVOC, ska inte överstiga 150 µg/m<sup>3</sup> ett år efter byggnadens färdigställande. Mätningen sker med Tenaxadsorbent och resultatet anges i toluenekvivalenter.
- Koldioxidhalten bör inte överstiga 800 ppm vid normal personbelastning och anges som en indikering på luftutbyteseffektiviteten och visar hur väl anläggningen fungerar i vistelsezonerna.
- Den relativa luftfuktigheten bör under eldnings säsongen helst ligga i intervallet 30-40% vid normal rumstemperatur.
- Formaldehydhalten i rumsluft ska inte överstiga 0,04 ppm vid en lufttemperatur i intervallet 19-22°C och en relativ fuktighet i intervallet 30-40%.
- Den ekvivalenta temperaturen (den av människan upplevda temperaturen) under eldnings säsongen ska vara 22°C, med tillåten variation i intervallet 20-24°C.
- Den antagna aktivitetsnivån är 1,2 met och klädseln är 1,0 clo.
- Rumstemperaturen ska inte

- person (0,1 m respektive 1,1 m över golv). Ventilationssystemet ska vara flexibelt så att ett behovsanpassat luftflöde kan utformas efter belastning och aktiviteter i byggnaden.
  - Luftfuktare kan ej rekommenderas.
  - För att förbättra luftkvaliteten bör centraldammsugare användas.
  - Städbarhet och åtgärder för att underlätta städning beaktas vid projekteringen.
  - Bullernivå – godtagbara värden från *installationer i byggnaden* för kontinuerlig ljudnivå i enlighet med rekommendationerna från Svenska Inneklimatinstitutet, Stockholm.
- | Ljudtrycksnivå                      | dBA       |
|-------------------------------------|-----------|
| Bostadsrum                          | 30        |
| Sovrum                              | 30        |
| Kök                                 | 35        |
| Badrum                              | 40        |
| Kontorslokal                        | 30        |
| Konferenslokal                      | 35        |
| Undervisningslokal                  | 30        |
| Matsal                              | 30        |
| Daghemslokal                        | 30        |
| Vårdrum                             | 25        |
| Ljudtrycksnivå lågfrekvent <500 Hz. | 35 dB (C) |

## MALMÖ STADS 16-PUNKTSPROGRAM

Malmö stads fastighetskontor som arbetat mycket med problemen kring sjuka hus och ventilation har tagit fram ett 16-punktsprogram för hur man bygger det sunda huset. Programmet används också i de kommuner och landsting som träffat överenskommelse om krav på innehållsdeklarerade byggmaterial vid inköp. I denna grupp ingår ett 30-tal kommuner och ett 20-tal landsting, vilket gör att programmet används vid många projekt runtom i landet.

- 1 Tvärfacklig sammansättning på projekteringsgruppen. Arkitekt, VVS-tekniker, kemist, byggnadskonstruktör, el-tekniker, skyddsingenjör och adjungerad representant från företagshälsovården. Arkitekten är ordförande i gruppen.
- 2 Gruppen redovisar referenslitteratur inom ämnet "Sjuka och sunda hus". Personer med kunskaper kontaktas.
- 3 Gruppen tar fram goda exempel på sunda hus inom landet.
- 4 Väl påläst projekteringsgrupp startar sitt arbete.
- 5 Markförhållande, dränering, kapillärbrytande skikt etc diskuteras i syftet att undvika fuktproblem.
- 6 Byggnadsmaterial väljs bland beprövande och lägemitterrande material.
- 7 Inredningsmaterial, färg, ordnas på en hög- och lägemitterande skala. Vid tveksamhet om olämpligt material bör man välja ett annat material som är lägemitterande.
- 8 Energiberäkningen utföres genom att huset betraktas som ett energisystem. Livstidskostnaden beräknas enligt modell från Linköpings tekniska högskola.
- 9 Ventilationsanläggningen ska vara behovsanpassad och luftutbyteseffektivitet är en viktig del av luftkvaliteten.
- 10 Dagkontrollanten ska föra dagbok och utföra rutinmätninga mätningar enligt särskild checklista.
- 11 Kvalitetsstyrning av värme- och ventilationsanläggning enligt särskilt program ska ingå i programhandlingen.
- 12 Luftkvaliteten ska kontrolleras med avseende på koldioxid och partikelmätning. Mätning



- 3 Efter inflyttning i huset (några månader) görs emissions- och radonmätningar.
- 4 "Läsbara" drift- och skötselinstruktioner tas fram.
- 5 Driftpersonalen utbildas för att kunna sköta anläggningen varvid även ingår kvalitetsstyrning av huset.

**Frånluft:** Luft som förs från rum.  
**Infiltration:** Inläckning av uteluft i byggnad genom otätheter i dess begränsningsytor mot det fria.  
**Inneluft:** Luft i rum.  
**Luftutbyteseffektivitet:** Ett mått på hur snabbt luften byts ut i ett rum (dvs verkningsgrad).

**Läckning:** In- eller utströmning av luft till följd av otäthet.  
**Tilluft:** Luft som förs till rum (kan bestå av ute-, över-, åter- och cirkulationsluft samt infiltration).  
**Ventilation:** Transport och utbyte av luft.

**Ventilationseffektivitet:** Ett mått på förhållandet mellan frånluftens föroreningskoncentration och inneluftens genomsnittliga föroreningskoncentration.

**Vistelsezon:** Om annat inte överenskommit i det enskilda fallet definieras vistelsezonen som det område i rummet som normalt begränsas av golvet och ett vågrätt plan 1,8 m över golvet.  
**Vertikalt begränsas zonen av lodräta plan parallella med rummets begränsningsytor på ett avstånd av 0,6 m från dessa.**

För lokaler där större mängder luftföroreningar kan förväntas t ex vissa industri- och laboratorielokaler avgörs zonen utsträckning med hänsyn till processens

**Uteluft:** Luft i det fria.

**Återluft:** Luft som återförs till grupp av rum varifrån luften tagits.

**Överluft:** Luft som förs från ett eller flera rum till ett annat eller andra rum.

### Termiskt inneklimat

**Clo:** Beklädnadens värmeledningsmotstånd. Anges i clo där  $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ Km}^2/\text{W}$ .

**Inneklimatsystem:** De tekniska system som behövs för att skapa ett visst inneklimat (värme- och ventilationssystem m m).

**Luftbehandlings- och ventilations-system:** Anordningar för att tillföra, distribuera och behandla luft till lokal, byggnad eller dylikt, kallas kort "ventilationssystem".

**Luftdistributionssystem:** Fläkt- och kanalsystem med don.

**Metabolism:** Människans energiomsättning i kroppen (ämnesomsättning). Anges i met och varierar med den fysiska aktiviteten. I met motsvarar stillasittande aktivitet och en energiomsättning av 58 W per m<sup>2</sup> kroppsyta. Kroppsytan för en vuxen person är genomsnittligt 1,8 m<sup>2</sup>.

**Relativ fuktighet:** Kvoten mellan ånghalten och mättnadsånghalten (för olika temperaturer)

## DEFINITIONER OCH BEGREPP

### Luftkvalitet

**Bioeffluenter:** Koldioxid, kroppsvätskor m m härrörande från människans metabolism.

**Emission:** Avgivning av flyktiga ämnen.

**Hygienluftflöde:** Det luftflöde som behövs för att ge godtagbar luftkvalitet.

**Luft:** Gasblandning som utgör ordens atmosfär.

**Luftförorening:** Skadliga eller andra icke önskvärda ämnen eller organismer i luften.

**Luftkvalitet:** Benämning för den inverkan på människans hälsamt övriga reaktioner, upplevelser eller symptom som luftens

**Luftväxling:** Kvoten av luftflöde till eller från ett utrymme och utrymmets volym.

### Lufttyper

**Avluft:** Luft som förs till det fria.

**Cirkulationsluft:** Luft som cirkulerar inne i ett rum eller till rummet återförd frånluft från samma rum.

**Exfiltration:** Läckning av luft ut från en byggnad genom otätheter i dess begränsningsytor mot det fria.

**Fläktventilation:** Ventilation med hjälp av fläkt eller annan mekanisk anordning. Benämns ventilation typ F då frånluftsfödet är fläktstyrt och ventilation typ FT







Sanitär olägenhet: En störning som kan vara skadlig för människors hälsa och som inte är ringa eller helt tillfällig.

Temperatur: Temperaturen är den faktor som har störst betydelse för termisk komfort. Den upplevda temperaturen beror på lufttemperaturens värde och på

strålningsutbytet med kalla och varma ytor, lufthastighet m m. Därför används ett antal sammansatta temperaturbegrepp.

Ekvivalent temperatur tar hänsyn till lufttemperatur och värmeutbyte genom strålning och är korrigerad för luftförlöse.



## REFERENSLITTERATUR

- Ventilation - En kunskapsöversikt, Socialstyrelsen redovisar, 1988:13.
- Bra inomhusklimat, rapport från en konferens i Örebro den 26-27 april 1988 anordnad av yrkesmedicinska kliniken i Örebro.
- Tillsyn av lokaler för undervisning, vård och annat omhändertagande, Socialstyrelsen redovisar, 1988:14.
- DU i praktiken, en bok om Drift och Underhåll av ventilationsanläggningar, Arbetsmiljöfonden, 1986.
- Bergqvist L-B, Käppi M, Rönn M, "Arbetsmiljöbestämning och yrkesinspektion", Statens råd för byggnadsforskning, rapport 1985:26.
- Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter:
- Personaltutrymmen (AFS 1984:10)
- Förskola och fritidshem (AFS 1985:19)
- Lokalanvisningar (ASS anv 1978:88)
- Arbetskyddsstyrelsens allmänna råd, Datorstöd i arbetet (AFS 1986:27).
- Sundell Jan, "Ventilation - termiskt klimat - om forskningsfronter i icke industriella arbetslokaler", Arbetsmiljöfonden, 1987.
- Friska och sjuka hus, tidningen Statshälsan nr 1987:3.
- Fredholm K, "Sjuk av huset", Brevskolan, 1988.
- Sunda och sjuka hus, utredning om hälsorisker i inomhusmiljön (HIM-utredningen), Arbetskyddsstyrelsen, Socialstyrelsen och Statens planverk, rapport 1987:77.
- Klassindelade inneklimatsystem, Riktlinjer och specifikationer bet R1, Svenska Inneklimatinstitutet, Hantverkargatan 8, 112 21 STOCKHOLM.
- Hagen H, Kukkonen E, Sundell J, Valbjörn C, "Klimatproblem i byggnader - undersöknings- och åtgärdsmetodik", december 1985, Arbetskyddsstyrelsens publikation H12, Solna, 1986.
- Lindvall T, Dawidowitz N, "Sunda hus", Statens råd för byggnadsforskning, 1987:G20.
- Olander L, "Ventilation", Studentlitteratur, Lund 1982.
- "Mögel i byggnader - en kunskapsöversikt", Socialstyrelsen

"Klimatproblem i barnstugor",  
Socialstyrelsen redovisar, 1984:13.

Statens energiverk:  
"Idé-handbok", driftsinstruktioner,  
underhållsinstruktioner,  
Stockholm, 1985.

Yrkesmedicinska kliniken i  
Örebro har utarbetat en enkät för  
kartläggning av besvär och  
symtom i samband med sjuka  
hus. Enkäten kan beställas från  
Yrkesmedicinska kliniken i

Örebro. Det finns en annan enkät  
som ni också kan ha nytta av och  
den hittar ni i boken "Klimatpro-  
blem i byggnader" under avsnit-  
tet Sjuka byggnader undersök-  
nings- och åtgärdsmetodik. Boken  
kan beställas från Arbetarskydds-  
styrelsen.

"Ditt inomhusklimat",  
Fläkt-Industriförbundet, Industri-  
förbundets Förlag AB, Box 5501,  
119 85 STOCKHOLM.

Hult M, Jansson J-Å, "Miljövänlig,  
allergianpassad barnstuga i Umeå  
- planeringskedjet", Statens råd  
för byggnadsforskning, rapport  
1989:113.

Hult M, Persson R, "Allergiker-  
anpassade bostäder - generellt  
planeringsunderlag", Statens råd  
för byggnadsforskning, rapport  
1991:1.

Statens strålskyddsinsti-  
tut, Radon-  
gas i stället för radondötrar, i  
93 - 08

Statens strålskyddsinsti-  
tut, Radon  
93, rapport 93 -10

Boverkets byggregler BBR 94

Arbetarskyddsstyrelsen författ-  
ningssamling AFS 1993:5 Ventila-  
tion och luftkvalitet

Enberg H, Minimikrav på luftväx-  
ling, en regelutklaring av Boverkets  
och Arbetarskyddsstyrelsen  
föreskrifter och andra dokument

## BILAGA

Kommentar till värdena på luftkvalitet och termisk kvalitet

Svenska Inneklimatinstitutet utger en generell upphandlingsriktlinje " - Klassindelade inneklimatsystem - riktlinjer och specifikationer". I denna anges klassindelade krav på inneklimatets termiska kvaliteter, luftkvalitet och bullernivå med syftet att byggherren ska ha möjlighet att välja mellan olika kvalitetsnivåer för inneklimatet som svarar mot olika kostnadsnivåer. De värden som i föreliggande skrift redovisas för inneklimat m m svarar i huvudsak mot Inneklimatinstitutets riktlinjer enligt följande.

a) Luftkvalitet: Upphandlingsunderlaget svarar mot klass AQ2 i Inneklimatinstitutets riktlinjer R1. Vissa krav har dock skärpts något i förhållande till R1. Det gäller främst koldioxidhalten inomhus där värdet ppm godtas i stället för 1 000 ppm enligt R1.

b) Termisk kvalitet: Upphandlingsunderlaget svarar huvudsakligen i klassen TQ3. Krav har dock inte ställts på samtliga de faktorer som anges i R1 för termisk komfort varför riktlinjerna inte direkt kan inplaceras i en termisk komfortklass enligt R1.

Närmare kommentarer och anvisningar till valet av inneklimat och inneklimatfaktorer finns i Inneklimatinstitutets anvisningsserie "A1 - Klassindelade inneklimatsystem - projektering och upphandling".



## Bilaga B Upphandling av sunda hus - skillnader

Faktorer som på något sätt skiljer sig mellan *Upphandling av sunda hus* och denna rapport.  
(Källa: Andersson S. *Upphandling av sunda hus. Redovisning av erfarenheter från Malmö stad samt ett 50-tal kommuner och landsting.* (1994) Svenska Kommunförbundet, Stockholm.)

	Faktorer enligt <i>Upphandling av sunda hus</i>	Ej behandlat	Borttaget	Ändrat	Kommentarer
<b>Luftkvalitet och termisk komfort</b>	Rumsvolym	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie.
	Elektrostatisk personuppladdning	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie.
	Formaldehydhalten i rumsluften < 0,04ppm vid en lufttemperatur i intervallet 19-22 °C och RF i intervallet 30-40 %	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie.
	Luftfuktare kan ej rekommenderas	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie.
	För att förbättra luftkvaliteten bör centraldammsugare användas	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie.
<b>Ventilation</b>	Frånluftsflöde vid mekanisk ventilation och olika rumstyper enligt BBR 94			X	Aktuell version av BBR anger inga råd vad gäller frånluftsflöde.
	Uteluftsflöde för olika rumstyper enligt BBR94			X	Aktuell version av BBR anger inga specifika uteluftsflöden för olika rumstyper. BBR anger som allmänt råd att uteluftsflödet ska vara >0,35 l/s,m <sup>2</sup> golvare när rum används och >0,10 l/s,m <sup>2</sup> golvarea när rum inte används.
	Luftutbyteseffektivitet vid omblandande ventilation > 40 %	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie. Enligt aktuell version av BBR ska effektiviteten allmänt vara >40%.
	Luftutbyteseffektivitet vid deplacerande ventilation > 60 %	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie. Enligt aktuell version av BBR ska effektiviteten allmänt vara >40%.
	Återluft får ej användas			X	Enligt BBR får återluft endast användas inom en och samma bostad.
	Filterkvalitet för uteluft, lägst F85 = EU7	X			Filter har nämnts i detta arbete, men inte behandlats i detalj.
	Flödesmätare för kontroll av till- och frånluft placeras på lättillgänglig plats	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie.
	Tilluftens halt av fibrer och partiklar i storleksintervallet 1-10 mm ska understiga 10000 partiklar/fibrer per m <sup>3</sup> luft	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie.
	Halten TVOC < 150 µg/m <sup>3</sup>			X	TVOC anses inte längre vara relevant ur hälsosynpunkt. Istället bör alla organiska ämnen i luften kontrolleras, OCIA.
	RF bör under eldningsssäsong helst vara 30-40 % vid normal rumstemperatur	X			I detta arbete anges att luftfuktigheten bör vara 40-60 % för att de problem som kan uppstå i samband med fukt ska undvikas.
<b>Fukt</b>	Krypgrundens utförande med krav på inspektionsmöjlighet från utsidan	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie.
	Skydd mot vattenskador genom sektionering av rörinstallationer i byggnaden	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie.
	Inspektionsmöjlighet av vindsutrymmen	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie.
	Krav på golvlutning mot golvbrunn och inga golvbrunnar med förhöjningsring	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie.
	Mätställen i byggnadskonstruktionen för kontroll av fuktkvot eller RF	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie.
Befintliga byggnader, < 400 Bq/m <sup>3</sup>			X	Befintliga byggnader, < 200 Bq/m <sup>3</sup> (riktvärde)	

	Faktorer enligt <i>Upphandling av sunda hus</i>	Ej behandlat	Borttaget	Ändrat	Kommentarer
<b>Radon</b>	Gammastrålning, < 0,5 mSv/h			X	Gammastrålning, < 0,3 mSv/h
	Byggnadsmaterial och ytskikt ska väljas med så låg emissionsklass som möjligt		X		Emissionsklasserna MEC-A, MEC-B och MEC-C används inte längre.
<b>Materialval</b>	Lim, spackel och fogmassor är i regel högemittanter och bör användas i minsta möjliga utsträckning	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie.
	Under byggprocessen bör prefabricering ske i största möjliga utsträckning för att undvika fuktskador i byggnaden	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie.
	Fabriksmålade inredningsdetaljer minskar som regel emissionshalten och bör därför förordas	X			Denna faktor har inte undersökts i aktuell litteraturstudie.
<b>Övrigt</b>	16-punktsprogrammet			X	Programmet består idag av 21 punkter.

## Bilaga C Luftljudsisolering i lokaler

Tabell C1 Krav på luftljudsisolering i lokaler enligt Svensk standard, SS 025268. (2001) SIS Förlag AB, Stockholm.

Lokal	Utrymme	R' <sub>w</sub> [dB]			
		Mellan rum/mot korridor			
		Ljudklass A	Ljudklass B	Ljudklass C	Ljudklass D
<b>Vård</b>	Hörselundersökningsrum	52/44	48/40	48/40	44/35
	Undersökningsrum, samtalsrum, dagrum, flerpatientrum	48/40	44/35	44/35	40/30
	Enpatientrum, jourrum	56/44	52/40	52/40	48/35
<b>Undervisning</b>	Undervisningsrum	48/44	44/40	44/40	44 <sup>A</sup> /35
	Undervisningslandskap	40/35	35/30	35/30	30/25
	Basutrymme, grupprum, bibliotek, personalrum, uppehållsrum	44/35	44 <sup>A</sup> /35	44 <sup>A</sup> /35	40/30
	Kurator, psykolog, skolhälsovård	52/44	52/40	52/40	48/40
	WC, omklädningsrum, duschrum	44/30	44/30	44/30	40/25
	Musiksal, dramarum	64 <sup>B</sup> /44	60 <sup>B</sup> /40	60 <sup>B</sup> /40	60/35
	Rektor, studierektor, yrkesvägledare, lärarrum	48/40	44/35	44/35	40/30
<b>Dag- och fritidshem</b>	Lekrum, matrum, dagrum, vilrum, undervisningsrum, personalrum	48/40	44 <sup>C</sup> /35	44 <sup>C</sup> /35	40 <sup>A</sup> /30
<b>Kontor</b>	Kontorsrum	35	35	35	35
	mot korridor	30	30	30	25
	Samtalsrum, chefsrum, konferensrum	44 <sup>D</sup>	44 <sup>D</sup>	44	44
	mot korridor	35 <sup>E</sup>	35 <sup>E</sup>	35 <sup>E</sup>	30
	WC/dusch, omklädningsrum				
	mot kontorsrum	44	44	44	40
	mot WC/dusch	35	35	35	30
	mot korridor	30	30	30	-
Vilrum, personalrum	44	44	44	40	
mot korridor	30	30	30	-	
Mellan olika hyresgäster	52	52	44	44	
<b>Hotell</b>	Mellan gästrum	56	56	52	48
	Mellan gästrum och korridor	44	44	40	35

<sup>A)</sup> Avser vägg utan dörr. Vägg med dörr 35 dB.

<sup>B)</sup> Avser  $R'_w + C_{50-3150}$

<sup>C)</sup> Avser vägg utan dörr. Vägg med dörr 40 dB.

<sup>D)</sup> Vid speciella krav 48.

<sup>E)</sup> För rum med glasade väggar accepteras 30 dB.

## Bilaga D Stegljudsisolering i lokaler

Tabell D1 Krav på stegljudsisolering i lokaler enligt Svensk standard, SS 025268. (2001) SIS Förlag AB, Stockholm.

Lokal	Utrymme	L' n,w [dB]			
		Ljudklass A	Ljudklass B	Ljudklass C	Ljudklass D
Vård	Hörselundersökningsrum	44	48	48	52
	Vårdrum, undersökningsrum, samtalsrum	60	65	65	70
Undervisning	Undervisningsrum	56 <sup>A)</sup>	60	60	65
	Övriga utrymmen där elever och skolpersonal vistas	60 <sup>A)</sup>	65	65	70
Dag- och fritidshem	Lekrum, dagrum, vilrum, undervisningsrum, personalrum	60	65	65	70
Kontor	I kontorsrum, samtalsrum, konferensrum, vilrum				
	från korridor	60	60	65	70
	från annat utrymme	65	65	65	70
Hotell	I gästrum				
	från trapphus, korridor	60	60	65	70
	från annat utrymme	52	52	56	60

<sup>A)</sup> Avser  $L'_{n,w} + C_{1, 50-2500}$

## Bilaga E Ljudnivå från installation i lokaler

Tabell E1 Krav på ljudnivå från installation i lokaler enligt Svensk standard, SS 025268. (2001) SIS Förlag AB, Stockholm.

Lokal	Utrymme	L <sub>pA</sub> / L <sub>pC</sub> [dB]			
		Ljudklass A	Ljudklass B	Ljudklass C	Ljudklass D
<b>Vård</b>	Hörselundersökningsrum	18/30	22/35	22/35	26/35
	Undersökningsrum, vårdrum, jourrum	26/45	30/50	30/50	30/50
	Operationssalar	30/50	35/55	35/55	40/60
	Samtalsrum, konferensrum, kontorsrum, vilrum	30/50	35/55	35/55	35/55
	Dagrum, personalrum, matsal, gymnastiksal, simhall, rörelseterapi	35/50	40/55	40/55	45/60
	Korridor, trapphus, WC, dusch, omklädningsrum	40/60	45/60	45/60	45/-
	Kök, diskrum	45/60	50/60	50/60	55/-
	Utomhus gäller kravet högsta A-vägda ljudnivå 40 dB vid närliggande bostadshus och utanför vårdrumsfönster respektive högst 50 dB utanför egna övriga fönster.				
<b>Undervisning</b>	Undervisningsrum, samlingssal, konferensrum, musiksal	26/45	30/45	30/45	30/50
	Undervisningslandskap	30/45	30/45	30/45	30/50
	Grupprum, bibliotek, lärarrum, personalrum, samtalsrum, vilrum, kontorsrum	35/50	35/55	35/55	35/55
	Matsal, gymnastiksal, slöjdsal, undervisningskök	40/55	40/60	40/60	45/60
	Korridor, trapphus, WC/dusch, omklädningsrum	45/60	45/60	45/60	45/60
	Storkök, diskrum	45/60	50/60	50/60	55/-
	Utomhus gäller kravet högsta A-vägda ljudnivå 40 dB vid närliggande bostadshus och lärosalsfönster respektive högst 50 dB utanför egna andra fönster och högst 45 dB på uppehållsytor				
	<b>Dag- och fritidshem</b>	Rum avsett för vila, undervisningsrum	26/45	30/45	30/45
Lekrum, kontorsrum, personalrum, samtalsrum		35/50	35/55	35/55	35/55
Gymnastiksal, snickarum		40/55	40/60	40/60	45/60
Korridor, trapphus, WC/dusch, omklädningsrum		45/60	45/60	45/60	45/60
Storkök, diskrum		45/60	50/60	50/60	55/-
Utomhus gäller kravet högsta A-vägda ljudnivå 40 dB vid närliggande bostadshus och vilrumsfönster respektive högst 45 dB utanför egna andra fönster och på uppehållsytor.					

Lokal	Utrymme	L <sub>pA</sub> / L <sub>pC</sub> [dB]			
		Ljudklass A	Ljudklass B	Ljudklass C	Ljudklass D
<b>Kontor</b>	Kontorsrum, mindre konferensrum, samtalsrum, vilrum, reception	35/55	35/55	35/-	40/-
	Personalrum, kontorslandskap	40/60	40/60	40/-	40/-
	Korridor, entré, omklädningsrum, WC/dusch	45/60	45/60	45/-	45/-
	Parkeringsgarage, varumottagning, vindfång vid entré	55/60	55/60	55/-	55/-
	Utomhus gäller kravet högsta A-vägda ljudnivå 40 dB vid närliggande bostadshus respektive högst 55 dB vid kontorshus.				
<b>Hotell</b>	Gästrum	26/45	26/45	30/50	35/55
	WC, bad etc.	35/55	35/55	40/60	45/60
	Korridor	40/60	40/60	45/60	50/60
	Restaurang	35/55	35/55	40/60	45/60
	Utomhus gäller kravet högsta A-vägda ljudtrycksnivå 40 dB vid närliggande bostadshus respektive högst 55 dB vid kontorshus.				

## Bilaga F Ljudnivå från trafik i lokaler

Tabell F1 Krav på ljudnivå från trafik i lokaler enligt Svensk standard, SS 025268. (2001) SIS Förlag AB, Stockholm.

Lokal	Utrymme	Ekvivalentnivå/Maximalnivå [dB]			
		Ljudklass A	Ljudklass B	Ljudklass C	Ljudklass D
<b>Vård</b>	Hörselundersökningsrum	18/30	22/30	22/30	26/35
	Undersökningsrum, vårdrum, jourrum	26/40	30/45	30/45	35/50
	Samtalsrum, konferensrum, kontorsrum, vilrum	35/50	40/55	40/55	40/55
	Dagrum, personalrum, matsal, gymnastiksal, simhall, rörelseterapi	35/50	40/-	40/-	45/-
<b>Undervisning</b>	Undervisningsrum, samlingssal, konferensrum	26/40	30/45	30/45	30/50
	Undervisningslandskap	30/45	30/45	30/45	30/50
	Grupprum, bibliotek, lärarum, personalrum, samtalsrum, vilrum	35/50	35/50	35/50	35/55
	Matsal, gymnastiksal, slöjdsal	40/55	40/55	40/55	45/60
	Utanför minst ett fönster i varje lärosal	50/65	55/70	55/70	55/75
	På minst halva skolgårdens yta	50/-	55/-	55/-	60/-
<b>Dag- och fritidshem</b>	Rum avsett för vila, undervisningsrum	26/40	30/45	30/45	30/50
	Lekrum, kontorsrum, personalrum, samtalsrum	35/50	35/50	35/50	35/55
	Övriga utrymmen inomhus	40/55	40/55	40/55	45/60
	På lektytor utomhus	50/-	55/-	55/-	55 <sup>A)</sup> /-
<b>Kontor</b>	Kontorsrum, mindre konferensrum, samtalsrum, vilrum, reception	35/50	35/50	40/55	40/60
	Butiker	45/-	45/-	45/-	45/-
	Korridor, entré, omklädningsrum	45/-	45/-	45/-	50/-
<b>Hotell</b>	Gästrum	26/40	26/40	30/45	35/50
	Restaurang	35/50	35/50	40/55	45/60

<sup>A)</sup> Gäller minst halva lektytan.

## Bilaga G Krav på efterklangstid i lokaler

Tabell G1 Krav på efterklangstid i lokaler enligt Svensk standard, SS 025268. (2001) SIS Förlag AB, Stockholm.

Lokal	Utrymme	Efterklangstid [s]			
		Ljudklass A	Ljudklass B	Ljudklass C	Ljudklass D
Vård	Hörselundersökningsrum	0,4	0,6	0,6	0,8
	Vårdrum, enpatientrum	0,8			-
	Vårdrum, flerpatientrum	0,6	0,8	0,8	-
	Väntrum, dagrum, personalrum, undersökningsrum för barn	0,5	0,6	0,6	-
	Övriga undersökningsrum	0,6	0,8	0,8	-
	Konferensrum, vilrum	0,6	0,8	0,8	-
	Kök, diskrum, matsal	0,5	0,6	0,6	0,8
	Sjukgymnastik, röresleterapi	0,5	0,6	0,6	0,8
	Gymnastiksal, simhall	1	1,2	1,2	1,5
	Korridor	0,6	0,8	0,8	1,0
Undervisning	Undervisningsrum	0,5	0,6	0,6	0,8
	Undervisningslandskap	0,4	0,4	0,4	0,4
	Grupp- och konferensrum, bibliotek, lärarrum, personalrum, uppehållsrum, matsal, kök, diskrum	0,5	0,6	0,6	0,8
	Korridor, omklädningsrum	0,6	0,8	0,8	1,0
	Trapphus	0,8	1,0	1,0	1,2
	Kontorsrum, vilrum	0,6	0,8	0,8	-
	Gymnastiksal, simhall	1,0	1,2	1,2	1,5
	Slöjdsal, teknik	0,4	0,5	0,5	0,6
Dag- och fritidshem	Rum som barn vistas i	0,4	0,5	0,5	0,6
	Kök, diskrum, personalrum etc	0,5	0,6	0,6	0,8
Kontor	Kontorslandskap	0,4	0,4	0,4	0,4
	Restaurang, matsal, samlingsrum, storrum, receptions- och expeditiionslokaler, personalutrymmen	0,5	0,5	0,6	0,7
	Kontorsrum, mindre konferensrum, vilrum	0,6	0,6	0,8	1,0
	Korridorer	0,6	0,6	0,8	1,0
Hotell	Gästrum	0,5	0,5	0,8	-
	Korridor	0,6	0,6	0,8	-
	Hisshall	0,8	0,8	1,0	-



## Bilaga H Checklista för fuktdimensionering

Exempel på hur en checklista för fuktdimensionering kan se ut. (Källa: Sikander E. *Byggherrens arbete för fuksäker byggnad. Krav, uppföljning, hjälpmedel och erfarenheter. SP RAPPORT 2005:13.* (2005) SP Energiteknik, Borås)

### Exempel på checklista för fuktrond

Källa: "Fuksäkerhet i byggprocessen" som är ett pågående projekt [Mjörnell m fl].

FUKTROND nr.

Projektnr.	Projektnamn	Ort
Byggherre	Fuktsakkunnig	Bygglédare/kvalitetsansv.PBL
Datum	Medverkande	
Utförd av:		

Nr	Kontrollpunkt	Ja/Nej	Kommentar, avvikelser, förslag till åtgärd, hänvisning till dokument
<b>1. Skydd av material och konstruktion</b>			
1.1	Utförs mottagningskontroll för material och produkter? Av vem utförs den? Hur utförs den? Hur dokumenteras den?		
1.2	Finns möjlighet till torr förvaring av material och produkter?		
1.3	Lagras material och produkter skyddade från fukt, nedsmutsning och åverkan?		
1.4	Är väderskydd anordnade omedelbart efter montering av känsliga material?		
1.5	Mäts klimatet i utrymmen där material lagras. Mäts klimatet på byggplatsen?		
1.6	Finns uppgifter om väderleksförhållanden den gångna veckan?		
<b>2. Läckage, nederbörd</b>			
2.1	Har det förekommit vattenläckage eller stora mängder nederbörd? Ange var och i vilken omfattning. Markera på planritning.		
2.2	Har vatten använts vid håltagning? Ange var och i vilken omfattning.		
2.3	Finns beredskap för att hantera ett läckage? Vilka metoder används? Vem utför?		
<b>3. Fukt i material</b>			
3.1	Finns det trä eller träbaserade material (monterat eller inte monterat) som har fuktats upp? Ange var och i vilken omfattning?		
3.2	Har mätning av fuktillstånd i trä eller träbaserade material utförts? Ange resultat, mätmetod samt vem som utfört mätningen.		

3.3	Har gips fuktats upp? Ange var och i vilken omfattning.		
3.4	Har mätning av fuktillstånd i gips utförts? Ange resultat, mätmetod samt vem som utfört mätningen.		
3.5	Har andra fukt känsliga material (t ex mineralull, asfaboard, andra skivor etc.) fuktats upp? Ange vilka material, var och i vilken omfattning.		
<b>4. Uttorkning av betong</b>			
4.1	Finns det stående vatten på bjälklag? Ange omfattning och varaktighet. Märkas på planritning.		
4.2	Har tidplanen för gjutning, uttorkningsklimatet eller typ av betongkvalitet eller ytskikt ändrats utifrån de ursprungliga förutsättningarna? Ange hur detta påverkar uttorkningstiden.		
4.3	Påskyndas uttorkningen? Ange metod och varaktighet.		
4.4	Utförs mätning av RF i betong? Ange metod, vem som utför mätningen och omfattning.		
4.5	Finns det mätresultat? Ange avvikande mätresultat, orsak, åtgärd.		
<b>5. Tekniska system</b>			
5.1	Är öppna kanaler och don skyddstäckta?		
5.2	Har trycksatta ledningar provtäckts innan de byggts in?		
5.3	Har det förekommit läckage från tekniska system? Ange typ av system och omfattning på läckaget.		
<b>6. Renhet på ytor</b>			
6.1	Finns smuts eller skräp på ytor?		
6.2	Har betongytor rengjorts innan de belagts med plastfolie, luftspaltbildande matta eller annat ytskikt. Ange metod och omfattning.		
<b>7. Övrigt</b>			
7.1			

Ovanstående kontroller är utförda:	Datum
Byggherrens fuktskyddsakunnige, sign.	Entreprenörens ansvarige, sign.

\*Bilagor: Planritningar med markeringar för stående vatten och uppfuktade material. Mätresultat. Avvikelse rapport. Foton.

## Bilaga J      Energieffektivisering i bostadshus

Sammanfattning av aktuella åtgärder vid energieffektivisering i bostadshus. (Källa: Chalmers EnergiCentrum, CEC. *Åtgärder för ökad energieffektivisering i bebyggelsen*. (2005) Chalmers, Göteborg)

Typ	Kort beskrivning
<b>Klimatskärm (Värme)</b>	
Vindsåtgärder	Tilläggsisolering av vindsbjälklag både invändigt och utvändigt samt tilläggsisolering av uppvärmd vind.
Fasadåtgärder	Utvändig tilläggsisolering av yttervägg inklusive källaryttervägg ovan och under mark.
Fönsteråtgärder	Tätning kring dörrar, fönster samt tak- vägg och golvvinklar. Renovering av befintliga fönster med låg-emissionsglas, reducera fönsterarea, byte till fönster med bättre värmeisoleringsförmåga.
<b>Installationstekniska åtgärder (Värme och el)</b>	
Värmesystem (Värme)	Brännarbyte och installation av regulatorer. Installation av termostatventiler, central temperaturreglering (småhus) och injustering.
Ventilation (Värme och el)	Se över ventilationsbehov, utrustning och drifttider, byt till direkt-drivna fläktar. Injustering, drifttidsstyrning, varvtalsstyrning, värmeåtervinning med värmeväxlare alt. frånluftsvärmepump för varmvattenberedning. Anpassa tilluftstemperaturer.
Varmvatten (Värme)	Temperatur- och flödesbegränsning (snålspolande armaturer).
Styr- och övervakningssystem (Värme och el)	Installera centralt styr- och övervakningssystem, individuell el-, varmvatten och värmemätning (flerbostadshus).
<b>Elutrustning, elapparater (El)</b>	Välj A-märkta vitvaror. Installera tvättmaskiner och torkrumsutrustning som ansluts till varmvattensystemet. Se över behov av belysningsintensitet, närvarostyrning alt. installera tidur i gemensamma utrymmen, utomhus, byt till effektivare armaturer. Se över och minimera "standby-funktioner" och motorvärmaruttag.



## Bilaga K Energieffektivisering i lokaler

Sammanfattning av åtgärdsförslag för energieffektivisering i lokaler. (Källa: Chalmers EnergiCentrum, CEC. *Åtgärder för ökad energieffektivisering i bebyggelsen*. (2005) Chalmers, Göteborg)

Typ	Kort beskrivning
Klimatskärm (Värme)	I princip samma som för bostadshus.
Installationstekniska åtgärder (Värme och el)	
Belysning (El, ev. ökad värme)	Byt till effektivare armaturer. Bättre ljusplanering, förbättrade rutiner för släckning, installera tidur samt att se över behov av belysningsintensitet
Komfortkyla (El)	Se över kylbehovet. Installera solavskärmning (fast utvändiga markiser, utvändiga persienner, solfilm), vid fönsterbyte väljs solskyddsglas. Installera återvinning av kondensorvärme från komfortkylmaskiner till tappvarmvatten. Bedöm utbyte av kylmaskin till effektivare alternativ. Justera börvärdeskurvor (kalla sidan). Förbättra rörisolering.
Livsmedelskyla (El)	Se över kylbehov. Sänk rumstemperatur och täck kyl- och frysmöbler under ickeöppettid. Sätt in tätningsslister i kyl- och frysrumsdörrar, kondensorvärmeåtervinning. Isolering av kanaler, rör, behållare och kylrum.
Ventilation (Värme och el)	Se över ventilationsbehov och drifttider. Installera behovsstyrd ventilation. Installera värmeåtervinning. Undersök om det går att använda återluft, exempelvis då byggnaden inte används. Bedöm kylåtervinning (från kylrum, etc.). Anpassa tilluftstemperaturer.
Värmesystem (Värme)	Se över värmebehov. Anslut till fjärrvärme. Justera börvärdeskurvor. Sektionera rörsystem.
Styr- och övervakningssystem (Värme och el)	Separerad mätning av värme, el och kyla samt separerad mätning för olika byggnader, detta för att tydliggöra genomslag av genomförda energieffektiviseringsåtgärder. Integration av och samordning mellan olika delsystem
Elutrustning, elapparater (El, ev. ökad värme)	Välj datorer, skrivare, kopiatorer, faxar, etc. med automatisk "stand-by-funktioner". Byt till platta skärmar. Byt till ny energieffektivare elutrustning.

## Bilaga L Energikrav för bostäder och lokaler

**Tabell L1** Sammanställning av energikrav för bostäder enligt Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20. Kraven anger högsta tillåtna värde.  $A_{temp}$  innefattar alla uppvärmda golvytor innanför klimatskärmen.

Bostäder		Klimatzon		
		I	II	III
<b>Annat uppvärmnings-sätt än elvärme</b>	Byggnadens specifika energianvändning [kWh/m <sup>2</sup> , $A_{temp}$ , år]	150	130	110
	Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,50	0,50	0,50
<b>Elvärme</b>	Byggnadens specifika energianvändning [kWh/m <sup>2</sup> , $A_{temp}$ , år]	95	75	55
	Installerad eleffekt för uppvärmning [kW]	5,5	5,0	4,5
	+tillägg då $A_{temp} > 130 \text{ m}^2$	$0,035(A_{temp}-130)$	$0,030(A_{temp}-130)$	$0,025(A_{temp}-130)$
	Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,40	0,40	0,40

**Tabell L2** Sammanställning av energikrav för lokaler enligt Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. BFS 2008:20. Kraven anger högsta tillåtna värde.  $A_{temp}$  innefattar alla uppvärmda golvytor innanför klimatskärmen.

Lokaler		Klimatzon		
		I	II	III
<b>Annat uppvärmnings-sätt än elvärme</b>	Byggnadens specifika energianvändning [kWh/m <sup>2</sup> , $A_{temp}$ , år]  +tillägg då uteluftsflödet av utökade hygieniska skäl är större än 0,35 l/s,m <sup>2</sup> i temperaturreglerade utrymmen	140  $110(q_{medel}-0,35)^A$	120  $90(q_{medel}-0,35)^A$	100  $70(q_{medel}-0,35)^A$
	Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,70	0,70	0,70
<b>Elvärme</b>	Byggnadens specifika energianvändning [kWh/m <sup>2</sup> , $A_{temp}$ , år]  +tillägg då uteluftsflödet av utökade hygieniska skäl är större än 0,35 l/s,m <sup>2</sup> i temperaturreglerade utrymmen	95  $65(q_{medel}-0,35)^A$	75  $55(q_{medel}-0,35)^A$	55  $45(q_{medel}-0,35)^A$
	Installerad eleffekt för uppvärmning [kW]  +tillägg då $A_{temp} > 130$ m <sup>2</sup>	5,5  $0,035(A_{temp}-130)$	5,0  $0,030(A_{temp}-130)$	4,5  $0,025(A_{temp}-130)$
	+tillägg då uteluftsflödet av utökade hygieniska skäl är större än 0,35 l/s,m <sup>2</sup> i temperaturreglerade utrymmen	$0,030(q-0,35)A_{temp}^B$	$0,026(q-0,35)A_{temp}^B$	$0,022(q-0,35)A_{temp}^B$
	Genomsnittlig värmegenomgångskoefficient [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,60	0,60	0,60

<sup>A)</sup>  $q_{medel}$  är det specifika uteluftsflödet under uppvärmningssäsongen och får högst tillgodoräknas upp till 1,00 l/s,m<sup>2</sup>.

<sup>B)</sup>  $q$  är det maximala specifika uteluftsflödet vid dimensionerande vinterutetemperatur, DVUT.