

HÄLSA OCH VÄLBEFINNANDE I INOMHUSMILJÖN

Medicine Doktor **JAN VILHELM BAKKE**

Norska Arbetstillsynsmyndigheten, Gjövik

KRAV PÅ VÅR MILJÖ

Människans fysik är inte anpassad till de temperaturer och klimatförhållanden som råder här uppe i norr, även om delar av dessa områden varit befolkade under många tusen år. Den idealiska omgivningstemperaturen för en naken människa i vila är omkring 29°C, ett klimatförhållande som man finner i Afrikas bergs- och savannlandskap, varifrån våra förfäder förmodligen ursprungligen kom. Utan kläder och skydd kan människan ses som ett tropiskt djur som bara kan överleva i en smal zon längs ekvatorn. När våra förfäder började förflytta sig norrut behövdes det inte enbart ordentliga kläder utan de måste dessutom utveckla ett skydd mot klimatet, vilket innebar att hus och byggnadsteknik måste anpassas efter ett mycket tufft vinterklimat. Ursprungligen var vi också biologiskt anpassade till att andas frisk utomhusluft. Uttrycket ”inomhusmiljö” är en följd av vårt behov av skydd mot vilda djur och – efter hand som människor flyttade till mer väderutsatta områden – mot ett ogynnsamt utomhusklimat. Inomhusluftens kvalitet beror dock på ett antal faktorer, bland annat utomhusluftens kvalitet, mängden frisk luft som tas in och mängden luftföroreningar som alstras av olika källor inomhus. I genomsnitt andas en man med stillasittande arbete omkring 15 m³ eller i stora drag 15 kg luft, dricker 1,5 liter eller 1,5 kg vatten och äter omkring 0,75 kg fast föda per dag. Vikten av den inandade luften utgör omkring 87% av den totala omsättningen av biologisk massa varje dygn.

Kläderna och byggnadsskalet utgör två mycket viktiga skyddsnivåer mellan den mänskliga organismen och omgivningen. Inomhusmiljön är inte enbart avgörande för vår överlevnad, vår hälsa och vårt välbe-

Vuxen man, 75 kg, totalt dagligt intag i kg

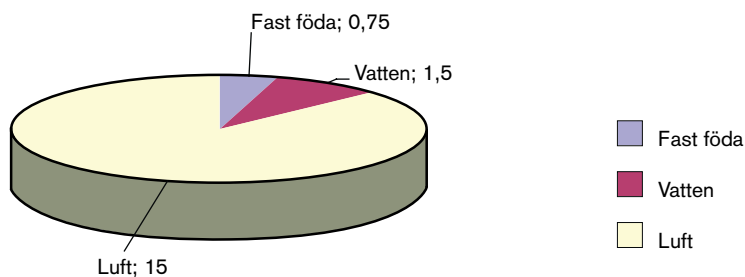


BILD 1. Människans dagliga intag av luft, vatten och fast föda.

finnande utan utgör dessutom den större delen av den miljö som vi människor utsätts för.

Den forntida arkitekten Vitruvius sammanställde de äldsta kända bevarade handböckerna om arkitektur år 27 f. Kr. Han skrev:

”Skill in physic enables him to ascertain the salubrity of different tracts of country, and to determine the variation of climates, which the Greeks call klivmata: for the air and water of different situations, being matters of the highest importance, no building will be healthy without attention to those points. Law should be an object of his study, especially those parts of it which relate to party-walls, to the free course and discharge of the eaves waters, the regulations of cesspools and sewage, and those relating to window lights. The laws of sewage require his particular attention that he may prevent his employers being involved in lawsuits when the building is finished. Contracts, also, for the execution of the works, should be drawn with care and precision: because, when without legal flaws, neither party will be able to take advantage of the other”. (”Kunskaper i fysik gör att han kan utröna att vissa områden av landet är sunda och att han kan fastställa de klimatvariationer som grekerna kallar klivmata: luften och vattnet är i olika situationer allra viktigast och ingen byggnad kan bli sund om den inte tar hänsyn till dessa punkter. Han ska studera lagen, i synnerhet de delar som handlar om brandväggar, om fritt flöde och avrinning av vatten från tak, reglering av avloppsbrunnar och avloppsvatten och de lagar som gäller om ljus från fönster. Lagarna om avlopp kräver speciell omsorg så att han kan förhindra att hans arbetsgivare blir inblandade i rättsprocesser när byggnaden är klar. Även kontrakt för arbetenas utförande ska upprättas med omsorg och noggrannhet: först när dessa är

EN KORT HISTORIK
ÖVER BYGGNADS-
HYGIEN OCH HÄLSA

utan fel och brister kan båda parter dra fördel av varandra”.) (Vitruvius. On Architecture. 27 f.Kr. engelsk översättning av Bill Thayer http://penelope.uchicago.edu/Thayer/E/Roman/Texts/Vitruvius/1*.html).

Alla dessa frågor är fortfarande intressanta och har central betydelse inom modern arkitektur och byggnadshygien.

Under medeltiden och fram till slutet av 1600-talet då upplysningstiden började, stod hälso- och levnadsförhållandena i Norge på en marginell nivå. På 1700-talet kom de första markant positiva trenderna med betydande förbättringar av dessa förhållanden och förhöjd levnadsstandard, lägre dödlighet, ökad livslängd och befolknings- och välståndstillväxt [Moseng, 2003]. Dessa fakta kan inte helt förklaras enbart med introduktionen av potatis och vaccination mot smittkoppor. Förnyade bedömningar av historiskt bevismaterial tyder på att utvecklingen under 1700-talet måste bero på ”ett förbättrat epidemiologiskt klimat förorsakat av en komplicerad bakgrund vari förändringarna tydligen inträffade i ett invecklat samspel mellan ekonomiska, sociala och kulturella krafter” (*”an improved epidemiological climate caused by a complex background where the changes obviously occurred in the intricate interplay between economical, social and cultural forces”*, Moseng 2003). Sådana krafter var till exempel allmän hälsovård, utbildning, ökad skolgång och det faktum att regeringsmakten värderade faktorer som god hälsa.



BILD 2.
Hans Strøm.

Den mest avgörande faktorn tycks ha varit den ökade allmänna medvetenheten om de effekter som hygieniska förhållanden och byggnadshygien hade på hälsa och välbefinnande. Framstående yrkesmän och kulturpersonligheter i kungariket Danmark-Norge som till exempel Hans Strøm (1726–1797), Johan Clemens Tode (1736–1806) och Rasmus Frankenau (1767–1814) hade nära kontakt med den internationella vetenskapliga gemenskapen. De var informerade om utvecklingen och vetenskapliga motsättningar och var medvetna om viktiga arbeten om hygienförhållanden som var nödvändiga för hälsan, till exempel de som författades av Sir John Pringle (1707–82), Skottland, och Johann Peter Frank (1745–1821), Bayern, världens första professor i hygien. 1778 publicerade Hans Strøm (bild 2) boken *”Kort Underviisning om De paa Landet, i Bergens Stift, meest*

grasserende Sygdomme, og derimod tienende Hjelpe-Midler” (en kort avhandling om de vanligast förekommande sjukdomarna på landsbygden i Bergens stift och de bästa botemedlen mot dem). Han gick på djupet om hur bostadsförhållandena påverkade hälsa och sjukdom och nämnde:

- Betydelsen av frisk luft.
- Faran med brist på ventilation för att spara värme, i synnerhet den farliga bristen på luft som kunde orsakas av användning av ugnar med eldstad utanför som undanröjde behovet av att luft togs via bostadsrum.
- Problem med fuktkällor och fukt på grund av att ventilation saknades.
- Föroreningar från spisar, tobaksrök, matlagning, torskleverolja och andra luktkällor.
- Vikten av städning, tvättning och rena sängkläder.

Världens första allmänna lag om hälsa var den brittiska lagen 1848 som var ett direkt resultat av de mycket omtalade arbetena av Edwin Chadwick (1800–1890), bild 3. ”*Report on the Sanitary Conditions of the Labouring Population and on its means of improvement*” (rapport om arbetarbefolkningens sanitära förhållanden och om sätten att förbättra dem) som publicerades 1842 (<http://www.deltaomega.org/ChadwickClassic.pdf>).



BILD 3.
Edwin Chadwick.

Chadwick skrev i sina slutsatser bl.a. följande:

”...För det första när det gäller omfattningen och inverkan av de missförhållanden som undersökningen gäller:

Att de olika formerna av epidemiska, endemiska och andra sjukdomar som orsakas, förvärras eller sprids huvudsakligen bland arbetarklasserna genom luftföroreningar som bildas vid nedbrytning av animaliska och vegetabiliska ämnen, genom fukt och smuts samt trånga och överbefolkade bostäder som är det förhärskande bland befolkningen i hela landet oavsett om man bor i enskilda hus, i byar på landet, i småstäder eller i större städer.

Att där dessa sjukdomar ofta utbryter, påträffas alltid de fysiska förhållanden som anges ovan, och att frekvensen och intensiteten för

sådana sjukdomar minskar där dessa förhållanden avlägsnas genom dränering, ordentlig rengöring, bättre ventilation och andra sätt som minskar luftföroreningarna, och att sjukdomarna nästan helt försvinner där de ohälsosamma faktorerna tycks ha avlägsnats helt...

Att den årliga förlusten av liv på grund av smuts och dålig ventilation är större än förlusten av stupade eller sårade i krig som landet har deltagit i under moderna tider...

För det andra: När det gäller de sätt som arbetarklassens nuvarande hälsoförhållanden kan förbättras på:

De främsta och viktigaste åtgärderna och samtidigt de åtgärder som lättast går att genomföra praktiskt och inom den offentliga förvaltningens ansvarsområde är dränering, avlägsnande av alla sopor i bostäder, på gator och vägar samt förbättrade vattenleveranser.

Att de främsta hindren för att omedelbart få bort städernas och bostädernas avfallshögar har varit kostnaderna och besväret för arbetskraften och de transportmedel som behövs för ändamålet...

Att det, för att förebygga sjukdom som orsakas av bristande ventilation och andra orsaker till föroreningar på arbetsplatser och andra platser där många människor samlas och för allmänt främjande av de nödvändiga åtgärderna för att förebygga sjukdom, skulle vara god ekonomi att utse en distriktsläkare som är oberoende av privatpraktik och med den trygghet som särskilda kvalifikationer och ansvarstaganden borgar för skulle sätta igång sanitetsåtgärder och kräva att lagen följs..."

Norska lagen om allmän hälsa från 1860 (Sundhetsloven) var i hög grad inspirerad av den brittiska lagen från 1848. Enligt den norska lagen var alla kommuner skyldiga att tillsätta en hälsovårdsnämnd som skulle ledas av den allmänna hälsoläkaren. Nämndens arbetsuppgifter definierades på följande sätt (Sundhetsloven 1860 § 3): "Nämnden ska uppmärksamma lokalernas hälsoförhållanden och vad som har inverkan på dessa som till exempel: renlighet... ..Bostäder som saknar ljus eller luft, som är fuktiga, smutsiga eller överbefolkade har visat sig utan tvekan vara farliga för hälsan. Hälsonämnden ska kontrollera att tillräcklig luftväxling sker i utrymmen där ett stort antal personer ständigt eller regelbundet samlas som till exempel kyrkor, skol-, rätts- och auktionslokaler, teatrar, danslokaler etc....".

De grundläggande kraven för hälsosamt byggda miljöer hade etablerats tack vare hälso- och hygienrörelserna under de 100 åren före 1850. Att kraven infördes under de följande 100 åren var en viktig

Grundläggande hygienkrav för bostäder – en sammanfattning av modern teknik på 1800-talet.

1. Torr byggnadsgrund och torra bostäder.
2. Bra städning och tillräcklig ventilation.
3. Så mycket tillgång som möjligt till solljus och fullt dagsljus (bakteriedödande effekt).
4. Minsta möjliga risk för samlande av smuts, damm och andra föroreningar genom lämpligt val av material och utformning av interiör, möbler och inredning.
5. Snabbt och säkert avlägsnande av sopor och avfall genom skickligt utförda och underhållna avlopp och kloaker samt rationell rengöring.
6. Riklig tillgång till rent och bra vatten.

förutsättning för de betydande förbättringarna av den allmänna hälsan och levnadsstandarden i välfärdsländerna. Axel Holst (1860–1931), professor i hygien och bakteriologi från 1893 till 1930, varnade för de hälsorisker som beror på fukt i källarbostäder till följd av gaser och mikrobiologiska föroreningar från nedbrytningsprocesser i marken. Dessa ökade riskerna för flera sjukdomar, i synnerhet infektionssjukdomar i luftvägarna som till exempel tuberkulos (Journal of the Norwegian Medical Association 1894; 14: 81–6).

Fram till 1920 var tuberkulos (TB) den ojämförligt vanligaste dödsorsaken i Norge och de flesta västländer (bild 4). Utvecklade samhällen vann slaget mot TB och andra infektionssjukdomar tack vare förbättrade levnadsförhållanden, närings- och hygienstandarder, bland

Dödlighet bland män/1000 i Norge 1899–2000

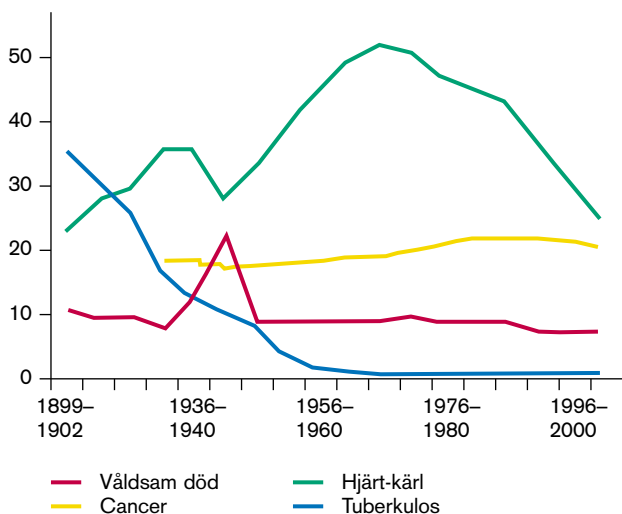


BILD 4. Åldersjusterad mortalitet för fyra mortalitetsorsaker [Stene-Larsen, 2006].

annat byggnadshygien, och huvudsakligen innan modern vaccination och antibiotika blev tillgängliga [Turnock, 2004]. Idag har återkomsten av TB oftast setts bland personer som lever under förhållanden som innebär att de får dålig näring och bor i undermåliga bostäder. Liknande iakttagelser av historiska trender har noterats i de flesta industriländer [Nelson, 2005]. Under 1900 dog 194 av 100 000 invånare i USA av TB och de flesta av dessa bodde i städer. 1940, innan antibiotikabehandling introducerats, var TB fortfarande den främsta dödsorsaken och dödstalen hade minskat till 46 per 100 000 personer.

Under 1900-talet ökade medellivslängden från omkring 45 till 75 år i industriländerna i väst och det förutsattes allmänt att detta i hög grad var ett resultat av den medicinska vården [Turnock, 2004]. Det visade sig emellertid att medicinsk behandling svarade för 3,7 år och kliniska förebyggande åtgärder (som till exempel vaccination och screeningtester) svarade för 1,5 år medan de återstående 25 åren i hög grad var ett resultat av förebyggande åtgärder i form av socialpolitik, renhållning (hygien), samhällsåtgärder och personliga beslut. Rätt byggda miljöer, dvs. bostads- och arbetsmiljöer, utgjorde viktiga delar av de förbättrade sanitära förhållandena.

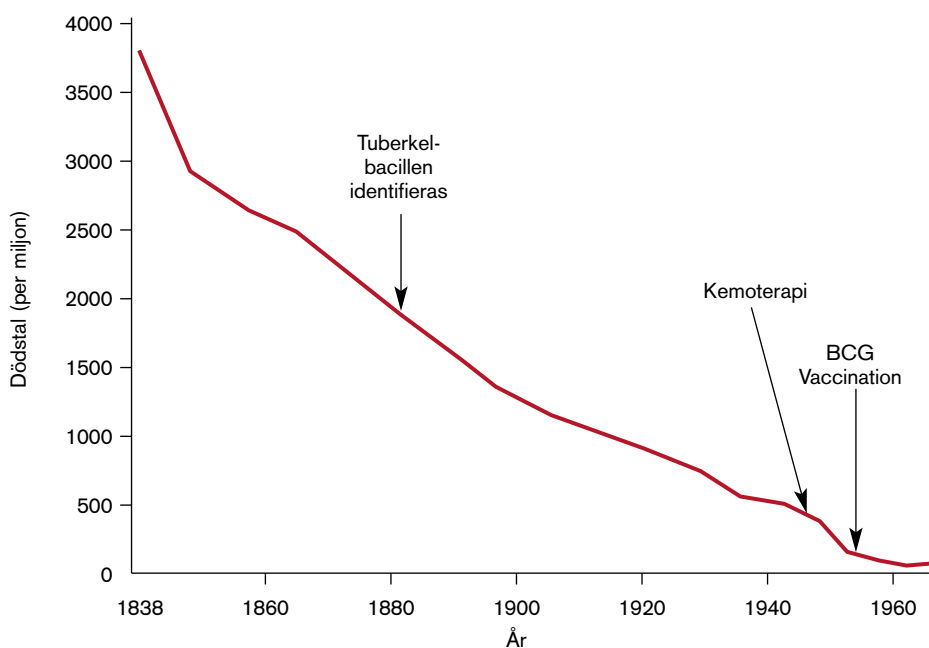


BILD 5. Respiratorisk tuberkulos (TB): Genomsnittligt årligt dödstal i England och Wales (Hälsövarsdepartementet, Storbritannien, 1992).

Dagens vetenskapliga kunskaper om fukt i byggnader samverkar med de riskbedömningar och krav som sattes upp för mer än 150 år sedan [Bornehag et al., 2001, 2004]. I de flesta länder, bland dem Norge, ägnas dessa frågor endast begränsad uppmärksamhet, om någon alls, från hälsovårdsmyndigheternas sida. Medicinen tenderar att idag fokusera på patologi och placerar inte in personen i sin sociala miljö [Turnock, 2004].

Levnads- och bostadsförhållandena är viktiga delar av vår miljö, som har förbättrats enormt under 1900-talet. I Norge har till exempel medeltalet personer per hushåll minskat medan bostadsytan och ytan per person har ökat. Enligt norsk statistik har den genomsnittliga bostadsytan ökat från 89 m² 1967 till 114,2 m² 1997 vilket innebär en ökning av bostadsytan per person från 29 m² 1967 till 52 m² 2002, en ökning med 79%.

På tempererade och polära breddgrader tillbringar folk ofta mindre än 10% av tiden utomhus. Mer än 90% tillbringas i hemmet, på förskolor, i skolan, på jobbet, i allmänna lokaler, i fordon etc. och den största delen av denna tid tillbringas vanligtvis i hemmet och i sovrummet [WHO, 1999]. Vi tillbringar ofta omkring 65% av vår livstid i hemmet, 20% i andra lokaler och ytterligare 5% i fordon. Den förvärvsarbetsande befolkningen tillbringar omkring 20% av sin tid på jobbet och en ökande del av de anställda har sin arbetsplats i icke-industriell miljö. Ventilationsluftflödena är i allmänhet lägre i hemmet och man tillbringar mycket mer tid där än på jobbet.

**MODERNA
INOMHUSMILJÖER**

Känsliga grupper.

Personer med astma, allergier eller annan överkänslighet är speciellt utsatta när det gäller dåliga inomhusmiljöer [Leira et al., 2006]. Jämfört med personer som inte är allergiska lider en större andel allergiker av sjuka-hus-syndromet (SBS, Sick Building Syndrome) så att de upplever symptom och uppfattar besvär i inomhusmiljö [Lundin, 1999]. Detta är den enda sjukdomsgrupp som för närvarande ökar bland barn i västvärlden och industrisamhällen. Astma är idag den vanligaste kroniska sjukdomen bland barn och i de flesta västländer den vanligaste orsaken till sjukhusinläggning av barn med upp till 25% av inläggningarna på barnavdelningar i många länder [EEA, 2007]. Ökningen av astma och allergier hos den yngre befolkningen i Europa kommer att öka andelen känsliga personer i framtidens

arbetsstyrka. En 2,4 gånger ökad risk för att drabbas av astma bland vuxna som är födda mellan 1966 och 1971 jämfört med dem som föddes 1946 till 1950 rapporterades i studier som genomförts i 15 industriländer [Sunyer et al., 1999]. Ökningen förekom samtidigt i de flesta länder, såväl bland män som kvinnor och både när det gäller astma som bryter ut i barndomen och astma som bryter ut hos vuxna.

Förekomsten av kroniska obstruktiva lungsjukdomar (bronkit, emfysem och astma) ökar över hela världen [WHO, 2007] och de drabbade lider mer om inomhusklimatet är dåligt. Bra miljöer är speciellt viktiga för deras hälsa och för att hindra förtidspensionering på grund av arbetsoförmåga.

**HÄLSOEFFEKTER SOM
ANSES HA SAMBAND
MED INOMHUS-
EXPONERINGAR**

På senare år har vi samlat kunskaper om hälsoeffekterna av människors exponering för agens i inomhusluften [WHO, 1982, 1999]. Det handlar om en rad olika hälsoeffekter, orsakade av olika typer av luftföroreningar som kan förekomma inomhus. Området beskrivs här översiktligt.

Byggnadsrelaterad sjuklighet (BRI, Building Related Illness).

Smittsamma och irriterande luftvägssjukdomar, luftvägsallergier (till exempel mot husdammskvalster, djurpäls och djurmjäll), astma och irriterade slemhinnor är de oftast förekommande hälsoeffekter som anses ha samband med inomhusexponeringar.

Luftvägsallergier och överkänslighetstillstånd.

Allergisk och icke-allergisk astma, rinit och bindhinneinflammation kan orsakas eller förvärras av exponering för luftföroreningar inomhus. Ögats bindhinna kan anses som en del av luftvägarna när det gäller dess känslighet och överkänslighet för miljöfaktorer, eftersom symtom kan förekomma samtidigt i luftvägarna och ögonen och kan orsakas av samma agens.

Astma är en kronisk inflammatorisk lungsjukdom som karakteriseras av övergående hinder i luftvägarna (bild 6). En definition har nyligen formulerats [GINA, 2006]: ”Astma är en kronisk inflammatorisk rubbning i luftvägarna, vid vilken många celltyper och cellelement medverkar. Den kroniska inflammationen orsakar en ökning i luftvägarnas känslighet som leder till återkommande episoder med pip i bröstet, andfåddhet, tryckkänsla över bröstet och hosta, speciellt

nattetid eller tidigt på morgonen. Dessa episoder är vanligtvis associerade med utbredd men variabel luftvägsobstruktion som ofta är reversibel, antingen spontant eller efter behandling”.

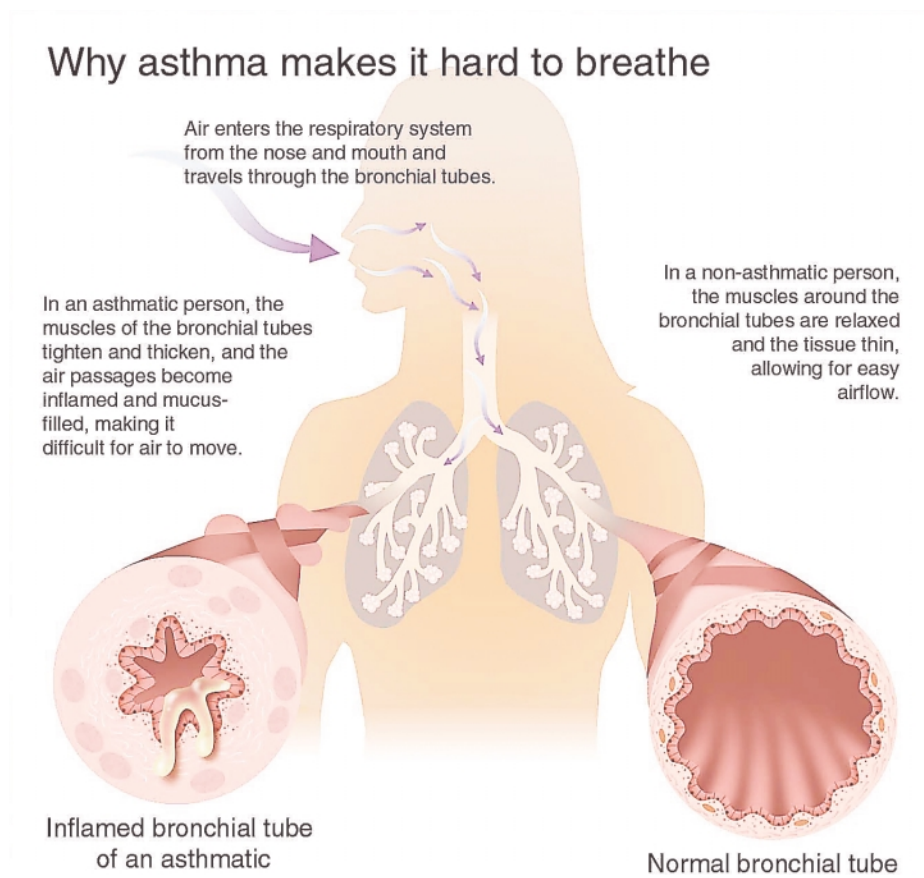


BILD 6. Varför astma gör det svårt att andas. Illustration: American Academy of Allergy, Asthma and Immunology.

Rinit är en inflammation i cellerna som utgör näsans slemhinna, vilket ofta är ett resultat av att man andats in allergen (bild 7). Symtomen omfattar nästäppa, rinnande näsa och nysning. Rinit kan vara säsongsbetonad, dvs. orsakas av allergi mot pollen (hösnuva), eller förekomma året om, dvs. bero på en allergi t.ex. mot djur eller damm. Allergisk rinit hänger ofta samman med bindhinneinflammation och benämns då "rinokonjunktivit".



BILD 7. Rinit.

Konjunktivit orsakas av utvidgning av blodkär-
len i konjunktiva, den hinna som täcker ögat, ofta
som svar på en allergisk reaktion (bild 8). Det gör
att ögonen blir röda, vilket kallas allergisk kon-
junktivit och vanligtvis åtföljs av klåda och tårar.

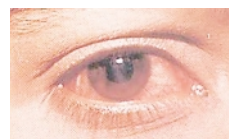


BILD 8.
Konjunktivit.

Föroreningars effekter på luftvägarna kan i viss
utsträckning förutsägas genom att man beaktar var luftförorening-
arna med störst sannolikhet avsätts i luftvägarna. Partiklar med stor-
leken $<5 \mu\text{m}$ (respirabla partiklar) som till exempel allergen från hus-
dammskvalster och husdjur kan föras ned till lungans perifera del och
orsaka eller frambringa astma. Grövre partiklar $>10 \mu\text{m}$ som till
exempel pollen tenderar i högre grad att påverka ögonen och de övre
luftvägarna och framkalla allergisk rinokonjunktivit. Hydrofila (vat-
tenlösliga) gaser som till exempel svaveldioxid (SO_2), ammoniak
(NH_3) och formaldehyd tenderar att avsättas och påverka huvudsak-
ligen övre luftvägarna utan att nå lungorna men ger kraftig sensorisk
irritation. Hydrofoba gaser som till exempel kvävedioxid (NO_2) kan
påverka lungorna kraftigt men endast överföra mindre varningar
med sensoriska effekter till ögonen och övre luftvägarna.

Luftvägsinfektioner.

Moderna epidemiologiska data om sambandet mellan fukt i byggnader,
mögel inomhus och luftvägsinfektioner är begränsade, trots att
sambandet var välkänt redan under 1800-talet. Ökad tendens till all-
männa luftvägsinfektioner förknippas med dåligt inomhusklimat, i
synnerhet i samband med fukt i byggnader och exponering för för-
bränningsgaser.

Ökad infektionsrisk har även samband med dålig ventilation i kom-
bination med trängsel som till exempel på förskolor, i skolor och ba-
racker.

Legionellos är en infektion som orsakas av den gramnegativa legio-
nellabakterien, oftast *Legionella pneumophila* [WHO, 2007a]. Det är
en allmänt utbredd vattenorganism som trivs i varma miljöer (25 till
45°C med en optimal temperatur omkring 37°C) och som orsakar
mer än 90% av fallen av *legionärssjuka*. Legionärssjuka fick sitt namn
1976 när ett utbrott av lunginflammation inträffade bland personer
som närvarat vid en sammankomst med American Legion i Phila-
delphia, USA. *Pontiacfeber* är en lindrigare luftvägssjukdom utan lung-
inflammation som orsakas av samma bakterie. Legionellos förekom-

mer vanligtvis som enstaka, isolerade fall som inte förknippas med något känt utbrott. När ett utbrott inträffar är det vanligtvis på sommaren eller under tidig höst, men enstaka fall kan förekomma när som helst under året.

Legionellos uppträder efter att man andats in små vattendroppar från en vattenkälla som är förorenad med organiska ämnen som innehåller aktiva legionellabakterier. Källor som kan innehålla förorenat vatten är till exempel kyltorn som används såväl i industriella kylvattningsystem som i stora centrala luftkonditioneringsystem, varmvattensystem, duschar, bubbelpooler, arkitektoniska fontäner, rumsluftfuktare, ismaskiner, dimutrustning och liknande spridare som använder vatten från det allmänna ledningsnätet.

Ett mycket stort utbrott i Norge 2005 kom oväntat från en luftskrubber (en industriell luftreningsenhet). Någon sådan utrustning har aldrig tidigare rapporterats som källa för legionellos någonstans i världen. Källan identifierades genom DNA-matchning samt genom analys av sjukdomens ökade förekomst bland personer som bodde nära misstänkta källor.

Legionella tillväxer i vatten med en temperatur mellan 20°C och 50°C. Bakterierna reproduceras dock snabbast i stillastående vatten vid temperaturer omkring normal kroppstemperatur. De mest kända orsakerna till utbrott är dåligt hanterade eller underhållna kyltorn som på långa avstånd kan sprida mycket små vattendroppar med fragment av organisk film, som innehåller vitala legionellabakterier. De flesta exponeringar för och infektioner i samband med dessa utbrott inträffar utomhus. Legionellos kan inte överföras från en infekterad person till en annan person; man kan smittas endast genom att andas in vattenaerosoler som innehåller organiskt material infekterat med legionella.

Andra luftvägssjukdomar.

Allergisk alveolit (tröskdammslunga) är mycket sällsynt men har beskrivits i förhållande till inomhusmiljön. Inflammationen i de små luftvägarna eller alveolerna orsakas av en immunologisk reaktion mot en inandad bioaerosol (en dimma eller damm av biologiska partiklar) eller vissa reaktiva organiska kemikalier i höga koncentrationer. Flera orsakande agens har identifierats och de vanligaste är termofila actinomyceter som ger tröskdammslunga, och fågelproteiner som framkallar duvuppfödarlunga. Sensibilisering inträffar efter en tids expo-

nering för antigenet, vilken kan variera från veckor till år. Sjukdomen kan variera från akut till kronisk och från lindrig till allvarlig och livshotande. Den kan likna och felaktigt diagnostiseras som smittsam lunginflammation.

Akut toxisk alveolit är en vanligare influensaliknande sjukdom som vanligtvis beror på inandning av organiskt damm (t.ex. sädesdamm) med symtom som feber, trånghet i bröstet, hosta och muskelvärk. Dessa reaktioner förekommer oftast i miljöer inom jordbruket eller då golv är täckt av halm etc., men har även iakttagits i andra icke-industriella inomhusmiljöer i samband med exponering för organiskt damm.

Luftfuktarfeber utvecklas vanligtvis en måndag eller på arbetsveckans första dag och har oftast satts i samband med luftfuktare på tryckerier men har även iakttagits i kontorsbyggnader. Tecken på sjukdomen är plötslig feber. Andra symtom kan vara muskelvärk och muskelsmärta samt lindrig andfäddhet. Luftfuktarfeber kan orsakas av ett antal olika agens, bland annat amöbor, bakterier och svamp som lever i luftfuktarens fuktiga miljö. Luftfuktarfeber försvinner vanligtvis när patienten inte längre utsätts för det orsakande agens som kommer från luftfuktaren.

Cancer.

Asbest och bensen är kända carcinogener men exponering förekommer knappast idag. En ökad risk för att utveckla lungcancer har satts i samband med exponering för tobaksrök i miljön, ETS (Environmental Tobacco Smoke), och för sönderfallsprodukter från radon [WHO, 1999]. I områden med hög radonexponering kan upp till 10 till 15% av alla lungcancerfall hos befolkningen vara att hänföra till radonexponering inomhus [WHO, 1999, 2000]. När det gäller passiv rökning har det uppskattats att ickerökare som lever tillsammans med rökare har omkring 30% ökad risk för att ådra sig lungcancer jämfört med den icke exponerade populationen. Passiv rökning har på senare tid nästan helt försvunnit i arbetsmiljön i de flesta västländer.

Risken för miljöorsakad cancer anses vara en följd av dosering, vilket är en produkt av tid och exponeringsnivå. Bättre ventilation på jobbet skapar i allmänhet lägre exponeringsnivåer för radon än i hemmet. Exponeringstiden på arbetet är endast en bråkdel av exponeringstiden i hemmet. Detta innebär att exponering för de två mest

potenta carcinogenerna inomhus, tobaksrök i miljön och radon, idag huvudsakligen är ett bostadsproblem i länder som har effektiva begränsningar mot rökning i allmänna lokaler. De carcinogena effekterna av radon förstärks kraftigt av samtidig exponering för tobaksrök i miljön. Det är därför en av de mest effektiva förebyggande åtgärderna att undvika exponering för tobaksrök i miljön, även om det likväl är viktigt att begränsa exponeringen för radon.

Andra sjukdomar.

Än så länge saknas utförlig dokumentation av hur luftföroreningar inomhus påverkar reproduktion, hjärt-kärlsjukdom och andra system och organ, men exponering för ultrafina partiklar, UFP, har nyligen kopplats samman med hjärtsjukdom [Weichenthal et al., 2007, Chuang et al., 2007]. I viss utsträckning kan detta betyda att det inte förekommer några allvarliga effekter men det har inte gjorts mycket forskning för att tydligt dokumentera frånvaron av denna typ av effekter. En aktuell fråga är användningen av plastadditiv i inomhusmiljön, till exempel flamskyddsmedel och mjukgörare, för vilka exponeringen ökat dramatiskt sedan andra världskriget [Bornehag et al., 2004a]. Toxicitetsstudier på djur tyder på att vissa ftalater påverkar den manliga reproduktionsutvecklingen.

Sensorisk irritation, sjuka-hus-syndromet (SBS, Sick Building Syndrome).

SBS består av en grupp allmänna, slemhinne- och hudsymtom som sätts i samband med vistelse i vissa byggnader [WHO, 1982, Burge, 2004]. Personer som vistas i sådana byggnader klagar ofta över symtom som till exempel huvudvärk, irritation i ögon, näsa eller hals, torrhosta, torr eller kliande hud, yrsel och illamående, koncentrationssvårigheter, trötthet och luktkänslighet.

Olika faktorer i inomhusluftmiljön som fukt, temperatur, värmeförhållanden och partikelföroreningar har misstänkts orsaka dessa symtom. Andra faktorer som signifikant påverkar inomhusmiljön är ventilationsflödets storlek samt förekomsten av tobaksrök, förbränningsprodukter, formaldehyd och flyktiga organiska föreningar.

Vilka är de vanligaste hälsoeffekterna som förknippas med inomhusmiljöer?

De viktigaste effekterna på den allmänna hälsan är troligtvis allergisk

luftvägssensibilisering, förvärrande av allergiska sjukdomar, ökad benägenhet för luftvägsinfektioner och förvärrande av kroniska obstruktiva lungsjukdomar. Luftvägssjukdomar, astma och allergi har huvudsakligen satts i samband med inomhusmiljön i bostadsbyggnader medan ett begränsat antal rapporter har behandlat exponering i icke-industriella yrkesmiljöer. Rapporterade luftvägssjukdomar tycks huvudsakligen ha samband med exponering i fuktiga byggnader [Savilahti, 2000, Rudblad et al., 2004, Patovirta et al., 2004]. Uppvärmning och matlagning med gas och träkol, tobaksrök i miljön samt rengörings- och tvättprodukter har också förknippats med astma [Viegi et al., 2004]. De flesta effekter av inomhusmiljön är resultat av komplicerade interaktioner mellan flera exponeringar och det är svårt att studera kombinationer av dem. Indikationer på fuktighet liksom nyligen ommålade ytor inomhus tycktes ha samband med återkommande väsande andning hos barn med en förstärkt effekt på grund av kombinerade inomhusexponeringar [Emenius et al., 2004]. Även de avhjälpande åtgärderna måste vanligtvis omfatta flera lösningar för att vara effektiva. En livsstil hos familjen som följer de förebyggande riktlinjerna om amning, rökning under graviditeten och fukt i hemmet har samband med minskad återkommande väsande andning och astma vid två års ålder [Wickman et al., 2003].

De mest prevalenta negativa effekterna av dålig arbetsmiljö inomhus är således luftvägsinfektioner, irritation av slemhinnor, luftvägar och hud samt även förvärrade allergier och andra symtom på överkänslighet, allmänna symtom som huvudvärk och trötthet liksom minskad trivsel, prestationsförmåga och produktivitet [Wargocki et al., 2000, Wyon, 2004]. Interaktioner och synergier mellan olika exponeringar är troligtvis viktigt.

**VIKTIGA
EXPONERINGAR FÖR
INOMHUSMILJÖ**

De huvudsakliga utmaningarna för den riskbedömning som ska ligga till grund för hanteringen av risker i inomhusmiljön är fortfarande att undvika byggnadsfukt, välja och underhålla rätt ventilationsflöden och eliminera förorenande ämnen från förbränningskällor, matlagning och uppvärmning. Den termiska miljön har en viktig inverkan på upplevelsen av luftens kvalitet. Kön, organisatoriska och psykosociala förhållanden har också stor betydelse.

Byggnadsfukt.

Fukt i byggnader är en riskfaktor för hälsoeffekter bland atopiska

(överkänsliga) och icke-atopiska personer både i hem- och offentlig miljö [Bornehag et al., 2001, 2004]. Fukt kan öka risken för hälsoeffekter i luftvägarna som till exempel hosta, väsande andning och astma med 40 till 120% eller mer. Fukt hänger också samman med andra symtom som trötthet, huvudvärk och luftvägsinfektioner. Det har positiva effekter på hälsan att vidta avhjälpande åtgärder i byggnader [Savilahti et al., 2000, Patovirta et al., 2004, Rudblad et al., 2004]. Beviset för ett kausalt samband mellan fukt och hälsoeffekter är starkt, men mekanismerna är okända [Bornehag et al., 2001, 2004]. Flera definitioner av fukt har använts i studier av dessa samband, och oavsett hur de har formulerats, tycks de alla ha samband med hälsoproblem. Litteraturen ger inte några avgörande bevis när det gäller orsakande agens, t.ex. kvalster, mikrobiologiska agens och organiska kemikalier från nedbrutna byggnadsmaterial. Även om mekanismerna är okända finns det tillräckligt med bevis för att förebyggande åtgärder mot skador av fukt, väta och vatten i byggnader bör vidtas.

Om byggnadskonstruktionerna utsätts för mer väta och fukt än de dimensionerats för skulle detta kunna orsaka skada på grund av kemisk eller mikrobiologisk nedbrytning av byggnadsmaterialen. Organiskt damm och smuts kan ge näring åt mikroorganismer som bakterier, mögel och amöbor samt insekter som kvalster, kackerlackor och flugor. Processer i byggda miljöer som är utsatta för mer väta än avsett kan därför orsaka exponering av:

1. Allergen från husdammskvalster och andra levande eller döda insekter, bakterier och sporer liksom från mögel och bakterier.
2. Mikrobiella flyktiga organiska ämnen, MVOC (Microbial Volatile Organic Compounds) – irriterande och illaluktande ångor producerade genom mikrobiologisk metabolism.
3. Mykotoxiner från mögel, av vilka många har kraftiga biologiska effekter. Några av dessa används inom medicinen som antibiotika och som medel för att modulera och dämpa immunsystemet. Andra är potenta karcinogener som till exempel aflatoxiner, även om verkan av dessa ännu inte har satts i samband med exponering för inomhusluft. Mikroorganismer använder toxiner för att undertrycka andra organismer i kampen om överlevnad och tillväxt.
4. Endotoxiner och glukaner, som är aktiva agens som härstammar från bakterier.
5. Kemikalier, till exempel formaldehyd, som sprids från byggnads-

material. Generering av sådana ämnen ökar ofta på grund av hydrolysy och materialnedbrytning som orsakas av vattenskador.

Trots att många av dessa potentiella mekanismer teoretiskt kan påverka hälsan så är de flesta exponeringsnivåer mycket för låga för att några hälsoeffekter faktiskt ska förekomma. En interventionsstudie antydde ett dos-responsförhållande mellan exponering för mögel och hälsoeffekter [Savilahti et al., 2000]. Liksom i andra inomhusklimatfall var de uppmätta nivåerna dock alltför låga för att orsaka hälsoeffekter enligt dagens kunskaper [Eduard, 2006]. Sambandet mellan fukt och hälsoeffekter är å andra sidan kraftigt även om det inte finns någon anledning att tro att väta eller fukt i sig är de faktiska orsakerna. Det är tydligt att möjliga orsaker måste sökas bland de agens som förekommer till följd av effekterna av ökad fukt i byggnader och andra faktorer som till exempel temperatur.

Fukt förknippas ibland med tillväxt av kvalster som skulle kunna framkalla kvalstersensibilisering och allergisk sjukdom [Wickman et al., 1991]. Sensibilisering för kvalster är mycket vanligare än sensibilisering för mögel och de flesta personer som är sensibiliserade för mögel är också sensibiliserade för kvalster eller andra allergen. Vissa författare hänför sambandet mellan fukt och hälsa till allergi mot kvalster. Å andra sidan fanns det ett starkt och signifikant samband mellan fukt i hemmet och bronkialobstruktion hos barn även efter att personer med positiva kvalsterfynd i hemmet exkluderats från utvärderingen [Nafstad et al., 1998].

Samband mellan fukt och hälsa påträffas även inom områden med föga kvalsterexponering, t.ex. i norra Skandinavien som har torrt inomhusklimat vintertid. Flera studier har visat att prevalensen för positiva hudpricktest för kvalster i dessa områden är mycket låg (1 till 5%). Förekomsten av sensibilisering för kvalster är högre i länder med fuktigare inomhusklimat (12 till 30%).

Andra agens än kvalsterallergen, som i vissa studier har visat sig öka risken för symtom, är luftburet mögel och bakterier. Litteraturen är dock inte samstämmig. Trots att mögel har förknippats med allergier och astma finns det föga bevis för något signifikant bidrag genom specifik sensibilisering för mögel. En allmän adjuvant (förstärkande) effekt på specifik sensibilisering genom exponering för mögel eller annan exponering som orsakas av fukt kan vara en troligare orsak än en specifik sensibilisering för möglet i sig. Det är möjligt att

andra och okända mekanismer eller exponeringar som har samband med byggnadsfukt kan vara viktigare orsaker till de åtföljande effekterna. Specifik sensibilisering för mögel tycks inte spela någon viktig roll för utvecklingen av allergier, astma och atopi när det gäller fukt i byggnader. Tester för specifika allergier mot mögel har därför inte särskilt stort prediktionsvärde vid undersökning av personer med hälsoeffekter som misstänks vara orsakade av fuktig eller möglig inomhusmiljö.

Sammanfattningsvis är det inte känt vilka fuktrelaterade agens i inomhusluften som är de främsta orsakerna till hälsoeffekter. Fenomen med fukt och väta i byggnader, mikrobiella och kemiska exponeringar samt den enskilda personens reaktioner är komplexa fenomen. Samtidigt som man inte förstår mycket av orsakslänkarna mellan exponeringsagens och hälsoreaktioner är den viktiga frågan att förhindra problemen genom bra utformning, konstruktion och underhåll av byggnader.

Ventilation.

De effekter som ventilation har på hälsa, trivsel och produktivitet i icke-industriell inomhusmiljö (kontor, skolor, hem etc.) har granskats av en multidisciplinär forskargrupp [Wargoeki et al., 2002]. De fann att ventilationen har ett starkt samband med trivsel (upplevd luftkvalitet) och hälsa när det gäller symptom på sjuka-hus-syndrom, irritationsinflammation i näsan, infektioner, astma, allergi och korttidssjukskrivning. Det granskade materialet tydde även på ett samband mellan ventilation och produktivitet (prestanda för kontorsarbete). Gruppen drog också slutsatsen att ett ökat uteluftsflöde i icke-industriella miljöer förbättrar den upplevda luftkvaliteten, att en tillförsel av utomhusluft under 25 l/s per person ökar risken för symptom på sjuka-hus-syndromet, ökar korttidssjukskrivningar och minskar produktiviteten bland dem som arbetar i kontorsbyggnader och att en luftväxling över 0,5 luftomsättningar per timme i bostäder i de nordiska länderna minskar förekomsten av dammkvalster.

De praktiska konsekvenserna är att ventilationskraven enligt många befintliga riktlinjer och standarder kan vara för låga för att skydda dem som befinner sig på kontor, i skolor och bostäder från hälso- och komfortproblem, och att kraven eventuellt inte är optimala för att människor ska vara produktiva. Högre ventilationsflöden leder dock till ökad energianvändning för driften av byggnaderna, vilket inte är

någon önskvärd utveckling. Ett alternativ till ökade luftflöden vore att minska föroreningsalstringen inomhus. För att inte använda mer energi än nödvändigt krävs också välbetänt och systematiskt underhåll av systemen för uppvärmning, ventilation och luftkonditionering. Energianvändningen kan även minskas genom användning av effektiva värmeåtervinningssystem. Genom att tillämpa dagens kunskaper skulle antagligen inomhusluftens kvalitet kunna förbättras avsevärt utan att ventilationsflödena och energianvändningen behöver öka jämfört med dagens situation [Fanger, 2006].

Allergiska symtom bland svenska barn i bostäder som ligger i områden med utomordentlig kvalitet på utomhusluften är särskilt vanliga i hus med mindre än 0,5 luftomsättningar per timma, den gräns som rekommenderas i svensk bygglagstiftning [Bornehag et al., 2005]. Ökad mekanisk ventilation i 7 svenska klassrum minskade den genomsnittliga CO₂-nivån på 1 050 ppm till 780 ppm, och resulterade i färre rapporter om astmasymtom bland eleverna [Smedje & Norbäck, 2000].

Även om man inte funnit något tydligt tröskelvärde för fördelarna med ökad ventilation kan det ifrågasättas om några fördelar kan erhållas med uteluftsflöden över 25 l/s per person eller CO₂-koncentrationer under omkring 600 ppm i icke-industriella inomhusmiljöer under uppvärmningssäsongen [Wargocki et al., 2002]. Högre luftflöden kan minska den relativa luftfuktigheten till nivåer som orsakar andra problem, dvs. om nivåerna sänks under 20–30% RF [Wolkoff et al., 2006]. Luftflödet bör inte minskas under 10 l/s per person eftersom det troligtvis skulle sänka luftkvaliteten till en oacceptabel nivå [Strøm-Tejsen et al., 2007]. Med hänsyn till dessa fynd är det möjligt att uteluftsflödet på vintern inte borde överskrida 25 till 30 l/s om det inte finns andra betydande föroreningskällor som kräver ventilation och inte vara lägre än 10 l/s per person.

Uppvärmning och matlagning.

Den ökade risken för luftvägssjukdomar som förknippas med dåligt ventilerade eller dåligt fungerande förbränningsanordningar är välkänd i utvecklingsländer [WHO, 1999, 2002, Viegi et al., 2004, Nacher et al., 2007]. Dessa anordningar utgör till och med en faktisk risk för akut kolmonoxidförgiftning. Förbränningsprodukter och föroreningar från uppvärmningssystem och matlagning som använder kol, trä, fotogen och gas har även i industriländer satts i samband med

hälsoeffekter på luftvägarna [Viegi et al., 2004, Naecher et al., 2007]. Den enda randomiserade, kontrollerade studie som utförts på uppvärmningssystem är en australisk interventionsstudie av 18 lågstadieskolor med gasuppvärmning utan rökgaskanal [Pilotto, 2004]. Systemet ersattes antingen med gasuppvärmning med rökgaskanal eller elektrisk uppvärmning. Bland elever med astma mer än halverades förekomsten av andningssvårigheter på dagen och natten, trängthet i bröstet och astmaanfall under dagen.

Användningen av gasspisar och vedeldade spisar/eldstäder förknippades med andfåddhet, hosta, nattlig astma och aktivitetsbegränsning bland vuxna astmatiker [Ostro, 1994]. Uppvärmning med oventilerade gasvärmare, fotogenvärmare och vedeldning förknippades med luftvägssymtom bland barn och kvinnor som bodde i hushåll utan rökare i Virginia, USA [Naecher et al., 2007]. Astma bland vuxna förknippades med förekomst av vedeldning i en enkätbaserad fallkontrollstudie i Sverige [Thorn, 2001]. Vedeldning stod i relation till hosta bland barn med ärftlig risk för att utveckla astma [Belanger et al., 2003]. Exponering för fristående vedeldade kaminer hade samband med otit (öroninflammation) bland barn i delstaten New York, USA [Daigler et al., 1991]. I Västtyskland påträffades den lägsta risken för eksem i hushåll med centralvärmesystem och högsta risken där gasvärmare användes [Schäfer et al., 1999].

Elektrisk uppvärmning har traditionellt ansetts som ”ren energi”. Mindre uppmärksamhet har ägnats åt elspisar som potentiella föroreningskällor av inomhusluften, även om elektrisk uppvärmning har förknippats med ökade symtom på sjuka-hus-syndrom [Engvall et al., 2003] och astma hos barn [Infante-Rivard, 1993]. I delstaten New York förekom 26,7% av astmafallen bland barn i åldrarna 0 till 10 år i hushåll med elektriska element jämfört med 16,7% i kontrollgruppen [Daigler et al., 1991]. I Connecticut och Western Massachusetts hade barn med hög risk för att utveckla astma och som bodde i hem som värmdes upp med elektriska element högre frekvens väsende andning än de som bodde i hem med andra uppvärmningssystem [Gent et al., 2002]. Denna tendens reducerades dock när siffrorna justerades för andra faktorer. Experimentella laboratoriestudier har bekräftat att elektriska värmelement kan avge ett stort antal submikrometerstora partiklar samt flyktiga organiska ämnen som hämmar utvecklingen hos cellkulturer [Mathiesen et al., 2004]. Sådana problem kan undvikas genom att temperaturen på ytor som

kan komma i kontakt med inomhusluften hålls under 70–80°C. Sådana ytor är till exempel uppvärmningsytor, halogenlampor, dammsugare eller annan elektrisk utrustning med hög ytemperatur som kyls med luft eller kommer i kontakt med inomhusluft. Inomhusuppvärmning i Norge sker oftast med elektriska element. Den vanligaste typen är konvektionsvärmare som fungerar så att inomhusluften kommer i direktkontakt med ytor som värms upp till flera hundra grader Celsius.

Astmaförekomst bland boende i hus med olika typer av uppvärmningssystem studerades i en fall-kontrollstudie av atopiska och icke-atopiska barn i Plymouth och Dartmouth i Storbritannien [Jones et al., 1999]. Av nio barn i åldrarna 4–16 år, utvecklade åtta astma som debuterade medan de bodde i hus med luftburen värme. Detta är den enda studien av detta område som registrerats i den internationella vetenskapliga databasen PubMed.

Elektriska och andra system för matlagning och uppvärmning i hemmet bidrar till att bilda ultrafina partiklar (UFP) inomhus [Weichenthal et al., 2007]. UFP definieras i allmänhet som partiklar med en diameter <100 nm (<0,1 µm). Andra vanliga källor till UFP inomhus är tobaksrökning, tända ljus, torkskåp med naturgas, dammsugning, och andra hushållsgöromål [Weichenthal et al., 2007]. Exponering för luftburna partiklar har negativ effekt på luftvägshälsan hos både barn och vuxna. Den ultrafina delen av partiklarna i luften är av speciellt intresse på grund av förmågan att orsaka oxidativ stress och inflammation i lungorna. UFP, i synnerhet från uppvärmning och förbränning inomhus och utomhus, har nyligen satts i samband med ökad risk för hjärt-kärlsjukdom [Chuang et al., 2007]. De bakomliggande mekanismerna kan ha att göra med direkta effekter på lung- och hjärt-kärlsystemet samt indirekta effekter som förmedlats genom lunginflammation och oxidativ stress. Den potentiella roll som elektriska och andra apparater för uppvärmning och matlagning spelar är intressant ur miljömedicinsk synpunkt och kan också komma att spela roll för framtida energipolitiska beslut och energibesparande lösningar. Det finns ett stort behov av ytterligare forskning.

Den termiska inomhusmiljön.

Det finns relativt få fältstudier av hälsoeffekterna av de termiska klimatförhållandena [Reinikainen & Jaakkola, 2003, Mendell et al.,

2002], trots att värmefaktorer är relativt lätta att bedöma och det finns tillgång till omfattande internationella standarder [Olesen, 2004]. Hög lufttemperatur minskar den upplevda kvaliteten på luften och ökar den upplevda torrheten och irritationen i luftvägarna [Wolkoff et al., 1997, 2006, Reinikainen & Jaakkola, 2003, Wyon, 2004, Fanger, 2006]. I kontorsmiljöer kunde varje grad sänkning av temperaturen inom det temperaturområde som normalt uppfattas som komfortabelt, relateras till 19% minskning av svårighetsgraden av ögonsymtom och till minskade klagomål på kvav luft och känslan av att vara för varm (19% och 25%) [Mendell et al., 2002]. Dessa förbättringar uppvägs i hög grad de motsvarande ökningarna av upplevelsen av drag eller att frysa. En sänkning av lufttemperaturen till under 22°C kan således vara en effektiv och viktig åtgärd för att förbättra den upplevda luftkvaliteten och samtidigt spara energi under uppvärmningssäsongen.

Behovet av att ha bra termisk komfort under uppvärmningssäsongen och att samtidigt spara energi är en balansgång. Vad som är ett behagligt termiskt klimat beror på den s.k. operativa temperaturen som i praktiken är medelvärdet av lufttemperaturen och den s.k. medelstrålningstemperaturen. Medelstrålningstemperaturen beror på de omgivande ytornas temperatur.

En sänkning av temperaturen nattetid är ett vanligt sätt att spara energi i kontorsbyggnader i Norge. Lufttemperaturen höjs vanligtvis till normal nivå när arbetsdagen börjar på morgonen. Medelstrålningstemperaturen kan fortfarande vara låg när arbetet börjar, trots att lufttemperaturen har nått godtagbar nivå, vilket kan innebära att den operativa temperaturen blir för låg och att de anställda fryser. Det kan då behövas kompensationsåtgärder för att undvika obehag. Man höjer normalt då lufttemperaturen, vanligtvis till en nivå som ligger långt över den rekommenderade maximala nivån på 22°C under uppvärmningssäsongen. Anledningen till att den operativa temperaturen kan ha blivit alltför låg är att ytorna i rummet kylts av under natten, i synnerhet i byggnader med tung byggnadsstomme med stor värmelagringsförmåga. När man kompenserar för detta genom att höja lufttemperaturen ökar luftens entalpi (energiinnehåll) vilket kan orsaka en försämring av den upplevda luftkvaliteten.

Alltför hög entalpi hos den inandade luften innebär otillräcklig konvektiv och evaporativ kylning av luftvägarna, speciellt näsan [Fanger, 2006]. Denna brist på rätt kylning har nära samband med upplevd

dålig luftkvalitet. Rekommendationen att inomhusluften ska vara torr och sval baseras på den omedelbart upplevda luftkvaliteten när man kommer in i ett rum [Fanger, 2006]. Denna rekommendation bör dock noggrant övervägas med hänsyn till den kontinuerliga exponeringen under arbetsdagen [Wolkoff et al., 2006].

För att undvika drag får inomhusluftens rörelser enligt aktuella rekommendationer inte överskrida ca 15 cm/s [Olesen, 2004]. Det kan dock ifrågasättas om denna gräns är tillräckligt låg för att undvika att man ska uppfatta drag och frysa, vilket då skulle leda till krav på högre operativ temperatur och lufttemperatur. Ett sätt att erhålla god luftkvalitet och godtagbar operativ temperatur under uppvärmningssäsongen, är att hålla medelstrålningstemperaturen hög, luft-hastigheterna låga och lufttemperaturen så låg som möjligt – helst under 22°C.

Ommålning och annan användning av kemikalier.

Ommålning av en bostad kan ha betydande negativ inverkan på luftvägshälsan bland barn [Dietz et al., 2003, Emenius et al., 2004]. Samband har setts mellan frekvent användning av kemiskt baserade produkter under den prenatala tiden och ihållande väsande andning hos små barn [Sheriff et al., 2005]. Hårsprej som användes i en babys sovrum minst en gång i månaden förknippades med astma [Ponsonby et al., 2000]. Sådana risker kan undvikas genom att man inte utsätter nyfödda, barn eller andra känsliga personer för sådana agens. Ommålning bör göras i god tid innan nyfödda och barn flyttar in i sina rum, helst flera veckor i förväg.

Ett samband mellan koncentrationen av ftalatestrar och risken för astma har påvisats, bland andra av [Nafstad et al., 1998] och [Bornehag et al., 2004a]. Ftalatestrar används i stor utsträckning som mjukgörare i moderna produkter och material men mest i PVC-produkter (polyvinylklorid). Det finns dock idag inte tillräckliga bevis för att dra slutsatser när det gäller orsakssammanhang och riskbedömning. Det kan finnas samband med andra möjliga förorsakande faktorer. Mer forskning behövs för att bedöma detta.

Organisatoriska, mentala och psykosociala arbetsmiljöer.

Sjuka-hus-syndromet har satts i samband med mental stress på arbetet [Runeson et al., 2004, Marmot et al., 2006]. Mental stress har till och med visat sig vara viktigare än den fysiska miljön när det gäl-

ler att förklara förekomsten av sjuka-hus-syndromet [Marmot et al., 2006]. Psykosociala och personliga orsaker dominerade även när det gällde symtom som irriterad slemhinna och allmänna symtom bland lärare i statliga skolor vid jämförelse mellan ”fuktskadade” och ”icke skadade” skolor [Ebbehøj et al., 2005]. Negativa psykosociala arbetsfaktorer kan påverka risken för olika sjukdomar, speciellt psykosomatiska sjukdomar. Höga krav på arbetet tillsammans med låg social kontroll över det egna arbetet och dåligt stöd i arbetet är kombinationer av mentala faktorer som kan orsaka olika negativa hälsoeffekter [Theorell & Karasek, 1996]. Detta kan resultera i allvarliga hälsoproblem såväl i form av hjärtsjukdom och ökad mortalitet [Kivimäki et al., 2002] som oro, depression, mental oro, otillfredsställelse samt hög sjukfrånvaro och personalomsättning [Michie & Williams, 2003].

Miljöproblem inomhus tycks vara multifaktoriella. Eftersom symtom som har samband med inomhusluften även kan relateras till mental stress på arbetet [Runeson et al., 2004, Marmot et al., 2006], är förhållandet till såväl fysiska som mentala faktorer intressant. Få studier har samtidigt undersökt typiska symtom från inomhusluft, faktorer i inomhusmiljön och den psykosociala arbetsmiljön [Marmot et al., 2006].

Kön.

Kvinnor tenderar att rapportera flera symtom än män [Burge, 2004]. Orsaken till denna skillnad mellan könen är omdiskuterad. Könskillnader har iakttagits i studier både av subjektiva symtom och organspecifika sjukdomar [Ihlebaek och Eriksen, 2003, Tollefsen et al., 2007]. Bland möjliga orsaker finns olika reaktioner på stress, tålig- het, arbetssituation och fysisk styrka samt olika traditioner och trösklar för när och hur man klagar. Man vet dock inte mycket om de faktiska orsakerna till dessa skillnader och flera studier understryker betydelsen av att specifikt beakta könsfrågan i hälsostudier [Messing och Stellman, 2006].

EG-direktivet om byggnaders energiprestanda (direktiv 2002/91/EG) syftar till en reduktion av energianvändningen i bebyggelsen och är ett led i strävan att uppfylla Kyoto-protokollet. Byggnadssektorn svarar för omkring 40% av den totala energianvändningen i Europa. Energibesparande åtgärder som vidtas får dock inte försämra det termiska klimatet och luftkvaliteten inomhus. Förhoppningsvis kom-

**ENERGIBESPARING
OCH GLOBAL
HÅLLBARHET**

mer de i själva verket att leda till förbättringar av inomhusmiljön. [WHO, 1999].

Energibesparande åtgärder efter energikrisen på 1970- och 1980-talet ledde till tilläggsisolering och tätning av hus samt minskade ventilationsluftflöden. Konsekvenserna blev bl.a. ökad fuktighet inomhus och problem med kondensering, vilket i sin tur ledde till en ökad förekomst av dammkvalster, fuktskador och ökade föroreningskoncentrationer från andra källor. Detta ledde till mer sensibilisering, allergier, astma och luftvägsinfektioner samt ökade klagomål bland byggnadens användare [Wickman et al., 1991].

Som ett resultat av detta märks strävan att uppfylla tydliga behov av holistiska synsätt och ansträngningar för bättre samarbete mellan alla berörda sektorer: hälsa, byggnad, miljö och energi. Befintligt byggnadsbestånd, livsstilar, bostadsmiljöer och sociala förhållanden måste beaktas när sunda och hållbara bostadspolicies utvecklas enligt deklarationen vid den fjärde ministerkonferensen om miljö och hälsa som hölls i Budapest, Ungern i juni 2004. (Declaration. EUR/04/5046267/6 <http://www.euro.who.int/document/e83335.pdf>). Hittills har intentionerna inte uppfyllts i Norge och de har endast delvis uppfyllts i andra länder som skrev under denna deklaration.

Det kan vara möjligt att uppnå betydligt förbättrad kvalitet på inomhusluften, samtidigt som man behåller eller till och med minskar ventilationen och energianvändningen jämfört med dagens situation, förutsatt att dagens kunskaper verkligen utnyttjas [Fanger, 2006, Roulet, 2006]. Detta kan uppnås genom begränsning av föroreningsalstringen inomhus, luftrening, individuell ventilationsstyrning (så kallad personlig ventilation), tillförsel av sval och torr luft med låg entalpi och genom att dessa metoder används samtidigt. Genom att tillämpa goda tekniker för design, konstruktion, drift och underhåll kan man skapa byggnader som använder avsevärt mindre energi än genomsnittet i dagens bebyggelse, se exempelvis Roulet (2006) och HOPE (Health Optimisation Protocol for Energy-Efficient Buildings, <http://HOPE.EPFL.ch/>).

SLUTSATSER Inomhusmiljöer är de huvudsakliga miljöerna för människan och följaktligen de miljöer för vilka vi huvudsakligen exponeras. Detta gör dem till en fråga för den allmänna hälsan och en fråga som förtjänar betydligt ökad uppmärksamhet. Bra inomhusmiljö behövs för att undvika förvärrande av sjukdom och för att förbättra levnadsförhål-

landena för astmatiker och andra känsliga grupper. Ökningen av astma och allergier hos den yngre befolkningen i Europa kommer att öka andelen känsliga personer i framtidens befolkning. Vi har alla nytta av att dessa grupper får bra inomhusmiljö.

Även om det fortfarande finns många vetenskapliga frågor som behöver lösas, består de mest angelägna behoven och kraven i att organisera och förverkliga dagens kunskaper så att hälsa, funktion, trivsel och produktivitet kan förbättras för alla och envar. Detta betonar även behovet av såväl multi- och interdisciplinärt samarbete inom forskningen som ett brett synsätt på samhällsnivå för att uppnå holistiska lösningar på problemen.

Byggnadskonstruktioner och inomhusmiljöer måste hållas rena, torra och fria från fuktskador och de måste vara lämpligt ventilerade. De viktigaste kraven är:

- Undvika alltför kraftig exponering för väta under uppförande och drift av byggnader.
- Rätt planering, uppförande och underhåll av byggnader eftersom detta är avgörande för att fuktskador ska förhindras.
- Omedelbara åtgärder mot skador av fukt, imma eller vatten.

Alla förbränningskällor inomhus måste vara lämpligt ventilerade så att föroreningar från förbränningsgaser undviks inomhus. Temperaturen på uppvärmningsytor och andra ytor inomhus som till exempel belysning och annan elektrisk utrustning ska hållas under 100°C för att undvika förbränning av damm. Elektriska konvektionsvärmare ska undvikas.

Strålningsvärme med låg temperatur som till exempel från väggradiatorer med stora ytor rekommenderas. Uppvärmning till alltför hög lufttemperatur leder till att luftens entalpi blir hög, vilket bidrar till en försämring av den upplevda luftkvaliteten. Gynnsamma förhållanden för god upplevelse av luftkvaliteten i kombination med godtagbar operativ temperatur under uppvärmningssäsongen är hög medelstrålningstemperatur, låga lufthastigheter och låg lufttemperatur, helst under 22°C.

Det går att reducera energianvändningen i byggnader och samtidigt förbättra inomhusmiljön. En åtgärd är att implementera och ytterligare utveckla kraven på inomhusklimatet med hänsyn till årstid och utomhusklimat. Sådana krav anges redan i EN/ISO-standarder beträffande termiskt inomhusklimat [Olesen, 2004].

Försiktighet måste iakttas när det gäller exponering för irriterande kemikalier, användning av sprejer, ommålning etc. Nyfödda, barn och personer med överkänslighet i luftvägarna är speciellt utsatta för risk.

Exponering för ftalatestrar som används i flera material och vardagsprodukter har ett starkt samband med allergier och astma. Mer forskning behövs för att bedöma huruvida sambandet är kausalt, dvs. om de observerade hälsoeffekterna verkligen är orsakade av exponering för just ftalatestrar, eller om det möjligen är andra faktorer involverade. Detta är nödvändigt för framtagandet av förebyggande åtgärder.

- LITTERATUR** Belanger K, Beckett W, Triche E, Bracken MB, Holford T, Ren P, McSharry JE, Gold DR, Platts-Mills TA, Leaderer BP. Symptoms of wheeze and persistent cough in the first year of life: associations with indoor allergens, air contaminants, and maternal history of asthma. *Am J Epidemiol.* 2003;158:195-202.
- Bornehag CG, Blomquist G, Gyntelberg F, Järholm B, Malmberg P, Nordvall L, Nielsen A, Pershagen G, Sundell J. Dampness in Buildings and Health. Review. Nordic Interdisciplinary Review of the Scientific Evidence on Associations between Exposure to “Dampness” in Buildings and Health Effects (NORDDAMP). *Indoor Air* 2001; 11: 72-86.
- Bornehag CG, Sundell J, Bonini S, Custovic A, Malmberg P, Skerfving S, Sigsgaard T, Verhoeff A. Dampness in buildings as a risk factor for health effects, EUROEXPO: a multidisciplinary review of the literature (1998-2000) on dampness and mite exposure in buildings and health effects. *Indoor Air* 2004; 14: 243–257.
- Bornehag (a) CG, Sundell J, Weschler CJ, Sigsgaard T, Lundgren B, Hasselgren M, Hägerhed-Engman L. The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house-dust: A nested case-control study. *Environ Health Perspect* 2004; 112: 1393-1397.

Bornehag CG, Sundell J, Hägerhed-Engman L, Sigsgaard T. Association between ventilation rates in 390 Swedish homes and allergic symptoms in children. *Indoor Air* 2005; 15: 275-280.

Burge PS. Sick Building Syndrome. *Occup Environ Med* 2004; 61: 185–190.

Chuang KJ, Chan CC, Su T-C, Lee C-T, Tang C-S. The effect of urban air pollution on inflammation, oxidative stress, coagulation, and autonomic dysfunction in young adults. *Am J Respir Crit Care Med* 2007; 176: 370-76.

Daigler GE, Markello SJ, Cummings KM. The effect of indoor air pollutants on otitis media and asthma in children. *Laryngoscope*. 1991; 101: 293-6.

Department of Health. *The Health of the Nation*, London: HMSO, 1992.

Dietz U, Rehwagen M, Rolle-Kampczyk et al. Redecoration of apartments promotes obstructive bronchitis in atopy risk infants – Result of the LARS study. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 2003; 206: 173-79.

Ebbehøj NE, Meyer HW, Würtz H, Suadicani P, Valbjørn O, Sigsgaard T, Gyntelberg F, Members of a Working Group under the Danish Mold in Building program (DAMIB) *Indoor Air* 2005; 15 (Suppl 10): 7-16.

Eduard W. Fungal spores. *The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals* 139. arbete och hälsa | vetenskaplig skriftserie National Institute for Working life Nr 2006: 21, isbn 978-91-7045-825-5 issn 0346-7821. Stockholm 2006.

http://www.medicine.gu.se/digitalAssets/824814_ah2006_21.pdf

EEA 2007. EEA air quality web dissemination solution – recommendations for further development. ETC/ACC Technical Paper 2006/9. Utgiven: 2007/03/27. Bearbetad av: Geir Endregard, Kostas Karatzas, Kai-Håkon Carlsen, Inga Fløisand,

Britt Inger Skaanes and Steinar Larssen.

Fullständig rapport: http://air-climate.eionet.europa.eu/reports/ETCACC_TechPaper_2006_9_AQ_web_dessim

Emenius G, Svartengren M, Korsgaard J, Nordvall L, Pershaggen G, Wickman. Indoor exposures and recurrent wheezing in infants: a study in the BAMSE cohort. *Acta Pædiatr* 2004; 93: 899–905.

Engvall K, Norrby C, Norbäck D. Ocular, nasal, dermal and respiratory symptoms in relation to heating, ventilation, energy conservation, and reconstruction of older multi-family houses. *Indoor Air* 2003; 13: 206-211.

Fanger PO. What is IAQ? *Indoor Air* 2006; 16: 328-334.

Gent JF, Ren P, Belanger K, Triche E, Bracken MB, Holford TR, Leaderer BP. Levels of household mold associated with respiratory symptoms in the first year of life in a cohort at risk for asthma. *Environ Health Perspect.* 2002; 110: A781-6.

GINA 2006. Global Strategy for Asthma Management and Prevention, Global Initiative for Asthma (GINA) 2006. Tillgänglig från: <http://www.ginasthma.org>

Ihlebaek C, Eriksen H. Occupational and social variation in subjective health complaints. *Occ Med* 2003; 53: 270-8.

Infante-Rivard C. Childhood asthma and indoor environmental risk factors. *American Journal of Epidemiology* 1993; 137: 834–844.

Jones RC, Hughes CR, Wright D, Baumer JH. Early house moves, indoor air, heating methods and asthma. *Respir Med* 1999; 93: 919–22.

Kivimäki M, Leino-Arjas P, Luukkonen R, Riihimäki H, Vahtera J, Kirjonen J. Work stress and risk of cardiovascular mortality: prospective cohort study of industrial employees. *BMJ* 2002; 325: 857.

Leira HL, Berg JA, Bratt U, Slåstad S (2006). Mye arbeidsrelatert sykdom blant astmatikere. [High incidence of work-related disease among asthmatics on sick-leave] [Article in Norwegian] Tidsskr Nor Laegeforen 126:2367-9.

Lundin L. Allergic and non-allergic students' perception of the same high school environment. *Indoor Air* 1999; 9: 92–102.

Marmot AF, Eley J, Stafford M, Stansfeld SA, Warwick E, Marmot MG. Building health: an epidemiological study of "sick building syndrome" in the Whitehall II study. *Occup Environ Med* 2006; 63: 283–9.

Mathiesen M, Pedersen EK, Bjorseth O, Syversen T. Emissions from indoor dust inhibit proliferation of A549 cells and TNF α release from stimulated PBMCs. *Environ Int.* 2004; 30: 651-7.

Mendell MJ, Fisk WJ, Dong MX, et. al. Indoor particles and symptoms among office workers: results from a double-blind cross-over study. *Epidemiology* 2002; 13: 296-304.

Messing K, Stellman JM. Sex, gender and women's occupational health: the importance of considering mechanism. *Environ Res* 2006; 101: 149-162.

Michie S, Williams S. Reducing work related psychological ill health and sickness absence; a systematic literature review. *Occup Environ Med* 2003; 60: 3–9.

Moseng OG. The responsibility for the citizen's health 1603-1850. *Public Health in Norway 1603-2003*. På norska. (Ansvaret for undersåttens helse 1603-1850. Det offentlige helsevesen i Norge 1603-2003). Vol 1. Universitetsforlaget, Oslo 2003.

Nacher LP, Brauer M, Lipsett M, Zelikoff JT, Simpson CD, Koenig JQ, Smith KR. Woodsmoke Health Effects: A Review. *Inhalation Toxicology*, 2007; 19:67–106
<http://ehs.sph.berkeley.edu/krsmith/publications/2006%20pub/JIT%20Woodsmoke2.pdf>

Nafstad P, Oie L, Mehl R, Gaarder PI, Lödrup Carlsen, K C, Botten G, Magnus P, Jaakkola JJ. Residential “dampness” problems and symptoms and signs of bronchial obstruction in young Norwegian children. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 1998; 157: 410–414.

Nelson KE. Epidemiology of infectious disease: General principles. In: Nelson KE. *Infectious Disease Epidemiology*. Jones and Bartlett Publishers 2005.

Olesen BW. International standards for the indoor environment. *Indoor Air* 2004; 14 (suppl 7): 18-26.

Ostro BD, Lipsett MJ, Mann JK, Wiener MB, Selner J. Indoor air pollution and asthma. Results from a panel study. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149:1400-6.

Patovirta R L, Husman T, Haverinen U, Vahteristo M, Uitti J A, Tukiainen H, Nevalainen A. The remediation of mold damaged school—a three-year follow-up study on teachers’ health. *Cent Eur J Public Health* 2004; 12: 36-42.

Pilotto LS, Nitschke M, Smith BJ, Pisaniello D, Ruffin RE, McElroy HJ, Martin J, Hiller JE. Randomized controlled trial of unflued gas heater replacement on respiratory health of asthmatic schoolchildren. *International Journal of Epidemiology*, 2004; 33: 208–211.

Ponsonby AL, Couper D, Dwyer T, et al. The relation between infant indoor environment and subsequent asthma. *Epidemiology* 2000; 11: 128-35.

Reinikainen LM, Jaakkola JJK. Significance of humidity and temperature on skin and upper airway symptoms. *Indoor Air* 2003; 13: 344–352.

Roulet CA. Indoor air quality and energy performance of buildings. I: de Oliveira Fernandes E, Gameiro da Silva M, Rosado Pinto J, Eds. *Proceedings of Healthy Buildings 2006*. Lisboa, Portugal. Vol 1: 37–47.

Rudblad, S., Andersson, K., Stridh, G., Bodin, L. & Juto, J.E. Nasal histamine reactivity among adolescents in a remediated moisture-damaged school, a longitudinal study. *Indoor Air* 2004; 14: 342–350.

Runeson R, Norbäck D, af Klinteberg B, Edling C. The influence of personality, measured by the Karolinska Scales of Personality on symptoms among subjects in suspected sick-buildings. *Indoor Air* 2004; 14: 394–404.

Savilahti R, Uitti J, Laippala P, Husman T, Roto P. Respiratory morbidity among children following renovation of a water-damaged school. *Arch Environ Health* 2000; 55: 405-410.

Schäfer T, Heinrich J, Wjst M, Krause C, Adam H, Ring J, Wichmann HE. Indoor risk factors for atopic eczema in school children from East Germany. *Environ Res.* 1999; 81: 151-8.

Sherriff A, Farrow A, Golding J et al. Frequent use of chemical household products is associated with persistent wheezing in pre-school age children. *Thorax* 2005; 60: 45-49.

Smedje G, Norbäck D. New ventilation systems at select schools in Sweden - Effects on asthma and exposure. *Arch Env Health* 2000; 55: 18–25.

Stene-Larsen G. 1880-2005 - fra fattigsykdommer til overflodslidelser. [1880-2005—from poverty diseases to the affluent society's diseases. På norska] *Tidsskr Nor Lægeforen* 2006; 126: 38–43.

Strøm-Tejse P, Wyon DP, Lagerkrantz L, Fang L. Passenger evaluation of the optimum balance between fresh air supply and humidity from 7-h exposures in a simulated aircraft cabin. *Indoor Air* 2007; 17: 92-108.

Sunyer J, Anto JM, Tobias A, Burney P. Generational increase of self-reported first attack of asthma in fifteen industrialized countries. European Community Respiratory Health Study (ECRHS). *Eur Respir J* 1999; 14: 885-891.

Theorell T, Karasek RA. Current issues relating to psychosocial job strain and cardiovascular disease research. *J Occup Health Psychol* 1996; 1: 9–26.

Thorn J, Brisman J, Torén K (2001). Adult-onset asthma is associated with self-reported mold or environmental tobacco smoke exposures in the home. *Allergy* 2001; 56: 287–292.

Tollefsen E, Langhammer A, Romundstad P, Bjermer L, Johnsen R, Holmen TL. Female gender is associated with higher incidence and more stable respiratory symptoms during adolescence. *Resp Med* 2007; 101: 896-902.

Turnock BJ. What is public health? What it is and how it works. 2004. I: Turnock BJ. *Public Health: What It Is and How It Works*, Third Edition. ISBN-13: 9780763732158, ISBN-10: 076373215X Jones and Bartlett Publishers, Boston, Toronto, London, Singapore 2004.
http://www.precaution.org/lib/06/ph_chapter_turnock.pdf and
<http://www.jbpub.com/catalog/076373215X/>

Viegi G, Simoni M, Scognamiglio A, Baldacci S, Pistelli F, Carrozi L, Annesi-Maesano I. Indoor air pollution and airway disease [State of the Art]. *Int J Tuberc Lung Dis* 2004; 8: 1401–1415.

Wargocki P, Wyon D, Sundell J, Clausen G, Fanger PO. The Effects of Outdoor Air Supply Rate in an Office on Perceived Air Quality, Sick Building Syndrome (SBS) Symptoms and Productivity. *Indoor Air* 2000; 10: 222–236.

Wargocki P, Sundell J, Bischof W, Brundrett G, Fanger PO, Gyntelberg F, Hanssen SO, Harrison P, Pickering A, Seppänen O, Wouters P. Ventilation and health in non-industrial indoor environments: report from a European Multidisciplinary Scientific Consensus Meeting (EUROVEN). *Indoor Air* 2002; 12: 113–128.

Weichenthal S, Dufresne A, Infante-Rivard C. Review article.

Indoor ultrafine particles and childhood asthma: exploring a potential public health concern. *Indoor Air* 2007; 17: 81–91.

WHO 1982. *Indoor air pollutants: Exposure and health effect*. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe 1982. EURO Reports and Studies No. 78.

WHO 1999. *Strategic approaches to indoor air policy-making*. WHO European Centre for Environment and Health, Bilthoven 1999. Web, pdf-version Nov 2005:
<http://www.euro.who.int/document/e65523.pdf>

WHO 2002. *The health effects of indoor air pollution exposure in developing countries*. WHO 2002. http://www.who.int/indoorair/publications/health_effects/en/

WHO 2007. Jean Bousquet and Nikolai Khaltsev, Editors. *Global surveillance, prevention and control of chronic respiratory diseases. A comprehensive approach*. ISBN 978 92 4 156346 8. © World Health Organization, Geneva 2007.
<http://www.who.int/gard/publications/Risk%20factors.pdf>

WHO 2007 (a). *Legionella and the prevention of legionellosis*. Edited by: Jamie Bartram, Yves Chartier, John V Lee, Kathy Pond and Susanne Surman-Lee. ISBN 92 4 156297 8, © World Health Organization, Geneva 2007.
http://www.who.int/water_sanitation_health/emerging/legionella.pdf

Wickman M, Nordvall SL, Pershagen G, Sundell J, Schwartz B. House dust mite sensitisation in children and residential characteristics in a temperate region. *J Allergy Clin Immunol*. 1991; 88; 89-95.

Wickman M, Melén E, Berglind N, Nordvall SL, Almqvist C, Kull I, Svartengren M, Pershagen G. Strategies for preventing wheezing and asthma in small children. *Allergy* 2003; 58: 742–747.

Wolkoff P, Clausen PA, Jensen B, Nielsen GD, Wilkins CK. Are We Measuring the Relevant Indoor Pollutants? *Indoor Air* 1997; 7: 92–106.

Wolkoff P, Nøjgaard JK, Franck C, Skov P. The modern office environment desiccates the eyes? *Indoor Air* 2006; 16: 258–265.

Wyon DP. The effects of indoor air quality on performance and productivity. *Indoor Air* 2004; 14: 92–101.