

Kortfattat om hälsoeffekter och inomhusluft

Underlagstext framtagen till Boverket

Mats Persson

2022-02-09

1 God luftkvalitet

Grundläggande förutsättningar för god luftkvalitet inomhus är:

- god luftkvalitet utomhus,
- väl fungerande ventilation anpassad till den verksamhet och aktiviteter som bedrivs inomhus,
- fungerande drift och underhåll av ventilationsanläggningen samt
- fungerande städning.

Den som äger och/eller förvaltar en fastighet eller ansvarar för verksamheten däri har ansvaret för att inomhusluften är av god kvalitet. Luften får exempelvis inte innehålla föroreningar som medför negativa hälsoeffekter eller besvärande lukt. Exponering av kemiska ämnen och små partiklar i inomhusmiljö är av central betydelse för hälsan.

2 Hälsoeffekter av inomhusluft – allmänt

Inomhusluftens kvalitet har en större negativ hälsoeffekt på brukare än utomhusluften. I synnerhet gäller detta känsliga personer, barn och ungdomar, äldre samt människor med andningsproblematik och hjärt- och kärlsjukdomar. Innomhusluftens kvalitet kan ge generell hälsopåverkan på:

- andningssystemet
- immunsystemet
- reproduktionssystemet
- hud, slemhinnor i ögon, näsa och hals
- sensoriska effekter och andra effekter på nervsystemet
- hjärt-kärlsystemet
- systemiska effekter på lever, njure och på mage/tarm

Bristfällig städning kan ge upphov till kliande ögon, irriterade slemhinnor och allmän trötthet. Personer med astma, allergi och annan överkänslighet kan få förvärrade besvär i lokaler med dålig städning

Begreppet *Byggnadsrelaterad Ohälsa* för att beskriva de ohälsa kopplad till specifika byggnader. Begreppet *Ospecifik Byggnadsrelaterad Ohälsa* (OBO) för inomhusmiljöproblem som är kopplade till vistelse i en viss byggnad. Att symptomen/hälsobesvärerna är ospecifika innebär att de kan ha flera andra orsaker som inte har med inomhusmiljön att göra.

3 Vad är problemet med brister i luftkvalitet

Problem med brister i luftkvalitet beror på faktorer på olika nivåer. Förekomst och koncentration av partiklar/ämnen i luften är grundläggande faktorer.

Partiklar regleras efter storlek och partikelhalt (vikt av partiklar med viss storlek). Storleksklasser anges som PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, PM_{0,1} osv. Dessa mått relaterar till partikelstorleken mätt i mikrometer (µm). PM₁₀ är alla partiklar mindre än 10 mikrometer i diameter, medan PM_{2,5} är alla partiklar mindre än 2,5 mikrometer. Den sistnämnda fraktionen innefattar alla partiklar mindre än 0,1 mikrometer, och kallas ofta för ultrafina partiklar, och i vissa fall nanopartiklar.

3.1 Allergener och växter

En typ av partiklar som har stor effekt på en del personers hälsa är allergener. Allergener finns bland annat i partiklar som pollen, sporer eller avsöndrade från olika djur. Dessa allergener kan transporteras till inomhusmiljön antingen genom att de är luftburna eller att de följer med människor och djur till inomhusmiljön. Hur mycket allergen som kommer in beror på halterna ute, texturen hos kläderna samt om man skakar ur kläderna innan man går in. Ofta

rekommenderas pollenallergiker att stanna inomhus under de dagar då halterna är som högst av just det pollen de är allergiska mot.

Damm inomhus kan innehålla pollen som inte alls har säsong och således inte finns i utomhusluften men har deponerat i dammet inomhus tidigare och kan virvlas upp i inomhusluften och förekomma luftburet i inomhusluft. Beroende på hur ofta fönster är öppna, och om det finns mekanisk ventilation, kommer halterna av pollen i inomhusluft att påverkas. Men även vindriktningar och tidigare exponering för pollen i inomhusmiljön har betydelse.

De flesta växter i inomhusmiljöer är insektspollinerade och emitterar därför inte någon större mängd pollen till luften. Å andra sidan kan växter i inomhusmiljöer förbättra luftkvalitet med lägre halter av gasformiga föroreningar dvs. vegetation kan användas för att rena luft i utomhusmiljöer. Utomhus flödar luften ofta utan insats från människor och lämpligt designad vegetation i utomhusmiljöer kan bidra till att minska halterna av partiklar i luften, vilket i stora delar även kan appliceras i inomhusmiljöer. Man har sett att allergisk reaktion mot pollen ger större känslighet för virusinfektioner.

3.2 Formaldehyd

Formaldehyd är den i litteraturen mest beskrivna inomhusföroreningen. Formaldehyd har sedan länge en omfattande användning inom olika sektorer, bland annat inom byggnadsindustrin för produktion av exempelvis spånskivor och andra karbamidlimmade trämaterial. Nyligen genomförda mätningar i svenska bostäder visar att medelhalten nu är omkring en fjärdedel av WHO:s riktvärde på 100 µg/m³ (BETSI 2010). Riktvärdet ska skydda mot irritationseffekter i luftvägarna. Generellt minskar halten av formaldehyd inomhus i de flesta länder, och den närmar sig de nivåer som förekommer i städernas utomhusluft.

3.3 Flyktiga organiska ämnen, VOC och TVOC

I inomhusluften förekommer ett stort antal flyktiga organiska ämnen (VOC). En del förs in med uteluften medan andra bildas inomhus, till exempel genom att de avges från byggnadsmaterial, inredning, konsumtionsprodukter, aktiviteter och människor, eller bildas i kemiska reaktioner, som t.ex. ozon. VOC-ämnena inomhus har således många olika källor och det är svårt att särskilja en enskild förorenings ursprung eftersom de flesta ämnena har flera olika källor. Flertalet studier om hälsoeffekter har utgått från den totala halten flyktiga ämnen (TVOC) i undersökta inomhusmiljöer.

I nya eller nyrenoverade byggnader är halterna ofta höga och domineras av emissioner från byggnads- och inredningsmaterial. En studie har visat att totalhalten av emissioner (TVOC) i nya bostäder är generellt högre än de lägsta kvalitetsmåten, som uppnåddes först efter 6 månader och i vissa lägenheter blev det senare avsevärt bättre.

Det finns endast lite kunskap om hur flyktiga ämnen (VOC) reagerar med andra luftföroreningar. Därför är det svårt att veta vilka typer av åtgärder som krävs för att minimera luftföroreningar kopplat till VOC.

3.4 Inne miljökemi

Många rapporterade hälsosymtom orsakad av omättade VOC-ämnens reaktion med ozon i inomhusmiljön. Bildandet av sekundära produkter med ozon, dvs. oxiderade ämnen och partiklar, har rapporterats i t.ex. flygplanskabiner och på inredning. Reaktioner med ytmaterial inomhus står för den huvudsakliga bildningen av ozonoxiderade produkter till inomhusmiljön. Bildning av formaldehyd via ozonreaktion med squalene från hud är ytterligare ett exempel på formaldehydkällor i inomhusmiljön.

3.4.1 Kemiska reaktioner – reaktiva metaboliter

När ozon reagerar med omättade kolväten bildas två mycket reaktiva molekyler som startar reaktionskedjor. Slutresultatet blir att koncentrationerna av irriterande ämnen bl.a. aldehyder (t.ex. formaldehyd), ketoner och organiska syror ökar i luften. Förenklat kan man säga att ozon omvandlar en del luktande ämnen till irriterande ämnen.

Det finns exempel på ett antal bildade ämnen vid ozonoxidationer av VOC och konstaterade hälsoeffekter:

1. Ögonirriterande peroxyacetylnitrat från terpenier och ozon
2. Kontaktallergener från bildning av hydroxyperoxider
Bildning av peroxider och fina, samt ultrafina partiklar och risken för introduktion av dessa ämnen djupt ner i lungvävnaden
3. Formaldehyd, acetaldehyd och acrolein kan vara en inducerande eller förvärrande faktor till astma.

3.4.2 Koldioxid, CO₂

Koldioxid är en naturlig gas som finns i utomhusluften i en låg, ca 400 ppm, men successivt ökande halt (för 100 år sen var koldioxidhalten under 300 ppm). Koldioxid bildas vid utandning och förbränning. Den främsta källan i inomhusmiljön är utandningsluft från människor. Därför ökar halten koldioxid när ventilationen är otillräcklig i förhållande till antalet personer i ett rum. I inomhusmiljön är stearinljus, vedeldning och gasspisar exempel på källor som ökar koldioxidhalten.

Symptom som trötthet och koncentrationssvårigheter brukar noteras vid förhöjda koldioxidhalter, men, vid ökande koldioxidhalt inomhus är det sällan den enda parameter som ökar. Koldioxiden är relativt lätt att mäta och används som en indikator för luften generellt eftersom människan är en källa till föroreningar inomhus. Som indikator fungerar koldioxidhalten bäst i stora lokaler som skolor och idrottshallar med många personer eller i små rum. Inomhus brukar halten vara 600–800 ppm i väl ventilerade bostäder eller lokaler. Mekanisk ventilation sänker koldioxidhalten kraftigt under förutsättning att bakgrundsnivån inte är hög (dvs. att uteluften låg halt av CO₂).

I Sverige regleras gränsvärden i arbetsmiljöer av Arbetsmiljöverket.

3.4.3 Övriga gaser t.ex. CO och NO₂, NO (NO_x)

Kolmonoxid är en lukt- och färglös samt giftig gas som bildas tillsammans med koldioxid vid dålig förbränning, (dvs vid otillräcklig luftinblandning) av bränslen, t.ex. vid eldning av ljus, ved och matlagning på gasspisar. Vid påverkan av högre halter inträffar huvudvärk, illamående, yrsel, andfåddhet och slutligen koma och död. Det är för övrigt den vanligaste förgiftningsorsaken i USA.

Kväveoxider (NO_x) bildas av luftens kväve vid förbränning av bränslen och beror till stor del på lågans temperatur. Enkelt beskrivet - ju högre temperatur, desto mer NO_x bildas. Kväveoxider är en viktig förorening inomhus vid användning av gasspisar och i synnerhet vid undermålig ventilation. Det finns risk för att påverka andningsorganen negativt och att utveckla allvarliga sjukdomar i andningsvägarna för känsliga grupper. Inomhus kan kväveoxider öka effekten i astmatiska reaktioner vid inandning av allergener.

3.5 Rikt- och gränsvärden för kemiska ämnen

De allra flesta rikt- eller gränsvärden för kemiska ämnen gäller för industriell inomhusmiljö. Anledningen till att dessa rikt- och gränsvärden generellt inte finns för kemiska ämnen i

hemmiljö är att det idag saknas hälsodata för de normalt sett låga halterna av ämnena. En ytterligare försvårande parameter är analysmetoderna och instrumentens okänslighet eller förmåga att detektera vissa ämnen. Mekanismerna för hur hälsan påverkas av kemiska ämnen och mycket små partiklar är komplexa och relativt okända även om hälsodata finns för höga halter av vissa kemikalier. Gränsvärden alternativt riktvärden för kemiska ämnen i inomhusmiljön för bostäder finns för radon och formaldehyd medan man utnyttjar t.ex. riktvärde för totalhalten av flyktiga organiska föreningar i inomhusmiljö. Enligt Boverkets byggregler BBR får tilluften inte ha högre halter än vad som ges av miljö kvalitetsnormen MKN i luftkvalitetsförordningen (SFS 2010:477)

4 Luftkvalitet och inomhusmiljöproblem

Luftföroreningar och därmed också partiklar regleras via **arbetsmiljölagen** respektive **miljöbalken/luftkvalitetsförordningen**. I de två förordningarna skiljer sig gränsvärdena markant, och de är dessutom baserade på olika tekniker att storleksfraktionera partiklarna. I båda miljöerna sorterar man bort de partiklar som är alltför stora för att följa med luften ner i lungan, och väger de partiklar som är mindre än en viss storlek.

4.1 Luftkvalitet inomhus

Luftkvaliteten i inomhusmiljön påverkas av källor inomhus, utomhusluften via ventilation och vädring, föroreningars deposition i inomhusmiljön och omvandlingar, samt fukt. Människors exponering och hälsa i inomhusmiljön påverkas av:

1. Föroreningskälla (vilka ämnen, partiklar, förekomst)
2. Spridning (möjliga spridningsvägar för respektive förorening - exempelvis luft och porluft via sprickor)
3. Skyddsobjekt (människor, barn, äldre, sjuka, arbetande, bostadsmiljön)
4. Mängd och belastning av föroreningar
5. Tidsaspekter (årstider, transporttider, utspädning etc.)
6. Riskreduktion (sanering, tätning, ventilation etc.)

Den senaste rapporten från Folkhälsomyndigheten (Ramböll 2020) sammanfattar kunskapsläget inom inomhusmiljö enligt nedan:

Hur olika åtgärder bidrar till att förbättra inomhusluftkvaliteten är relativt välbelagt. Mycket handlar om att ha

- *god ventilation,*
- *att minimera aktiviteter som bidrar till dålig inomhusluft (såsom vedeldning med äldre kaminer och användning av gasspisar) samt*
- *att byggnaden håller en god standard med bra materialval som minskar risken för exempelvis fukt och mögelskador.*

Introduktion av nya material i inomhusmiljön, bygg- och inredningsmaterial, hushållsapparater, elektronisk utrustning osv. har medfört att kemikalier har uppmätts i mänsklig vävnad idag - ämnen som inte fanns i vår omgivning för 60 år sedan.

4.1.1 Föroreningskällor från byggnaden och konstruktionen

Bostäders materialtyper och inredningsprodukter avger olika emissioner beroende på sammansättning och hur ny produkten är. Ett exempel på svårflyktiga föreningar är de så kallade SVOC-föreningarna (svårflyktiga/semi organiska föreningarna), t.ex. mjukgörare i PVC-mattor som förgasas mycket långsamt under en stor del av mattans livslängd. Ett annat exempel är heltäckningsmattor i inomhusmiljöer som tidigare har lyfts som en hälsorisk för känsliga personer av myndigheter. Heltäckningsmattors beskaffenhet har utvecklats med och en önskan att minska ljudnivåer.

4.1.2 Verksamhetsrelaterade föroreningskällor – exempel

Brukares vardagliga verksamheter har stor påverkan på inomhusmiljön. Lokaler, som inte ventileras tillräckligt, och hög persontäthet i kombination med t.ex. eldning, matlagning, utnyttjande av elektronisk utrustning, datorer, skrivare, och tillsammans med brukares egen injustering av tilluften kan kraftigt försämrade luftkvaliteten inomhus. Det är vanligt att brukare minskar tilluftsflödet från tilluftsventiler när de upplever kalldrag.

Bristfällig städning - Bristfällig städning kan ge upphov till kliande ögon, irriterade slemhinnor och allmän trötthet. Personer med astma, allergi och annan överkänslighet kan få förvärrade besvär i lokaler med dålig städning

I Folkhälsomyndighetens allmänna råd 2014:19 om städning i skolor, förskolor och fritidshem finns råd och riktvärden för frekvens och omfattning av städning med mera. Dessa lokaler belastas förstås mycket mer än en hemmiljö men belyser väl eventuella hälsorisker vid försummad städning.

Tobaksrökning inomhus - Tobaksrök som kvarstår i inomhusmiljön kan vara en källa till långsiktig exponering av hälsofarliga föroreningar i inomhusmiljön. Dessa ämnens sammansättning påverkas av kemiska reaktioner i luften och på materialytor under tidsskalan; minuter till månader. Även e-cigarett omfattas av rökförbud eftersom detta bruk av nikotin också genererar föroreningar i inomhusluften. Analyser av den skapade aerosolen från THP (Tobacco Heating Products) visar att den innehåller en stor mängd hälsoskadliga ämnen.

Kontorsapparater, datorer, skrivare - Användning av elektriska apparater, datorer och laser- och bläckstråleskrivare i hemmet och i kontorsmiljön genererar emissioner (VOC), ozon och partiklar till innemiljön, men även mindre flyktiga ämnen (SVOC) emitteras och sprids framför allt med dammpartiklar och möjligen även direkt via huden. Kemiska ämnens förmåga att bildas, spridas och exponera människor så att negativa hälsoeffekter uppkommer beror på ämnens kemiska och fysikaliska egenskaper.

Vissa av faktorerna ovan påverkas av varandra, t.ex. tobaksrök och radon samt ozon och VOC vilka genererar både nya reaktiva ämnen och partiklar.

Eldning av "mys"-ljus, etanolbrasor - Användning av etanolkaminer utan skorsten för inomhusbruk ökar halterna av luftföroreningarna inomhus vid användning och därmed risken för försämrade inneluftkvalitet. Ökningen av mycket små partiklar kan öka till mellan 10–500 gånger högre än bakgrundsnivån, vid eldning med testade kaminer/bränslen, vilket signalerar en tydlig risk för sämre inomhusmiljö och ökad risk för negativ påverkan på andningsvägarna.

Vedeldning - Vedeldning kan kraftigt påverka luften i inomhusmiljön. Vedeldning sker både i pannor, som ofta finns i ett undanskymt rum där de boende inte vistas någon längre tid, och i braskaminer och eldstäder, som medför en större risk för exponering för de boende. En stor del av vedröken går normalt ut genom skorstenen och ger en utomhusförorening, som kan komma in i huset igen genom ventilation och läckage.

Problemen med luftkvalitet och vedeldning förekommer framför allt i tätbebyggelse. Undersökningar av hälsoeffekter och föroreningarna som eldning ger upphov till visar på hälsofarliga och flertalet cancerogena ämnen. Framtida hälsopåverkan på människor är okänd.

Utomhusluft som föroreningskälla - Halten av luftföroreningar i utomhusluft påverkar hälsan både genom att människor uppehåller sig utomhus och kanske främst genom att utomhusluften påverkar inomhusluften. Naturvårdsverket betonar att hantering av riskerna för människor i inomhusmiljön är svåra att hantera beträffande spridning från utomhusluften.

Källor till föroreningar vanliga i utomhusluft är ofta relaterade till utsläpp från trafiken, såsom avgaser, slitagepartiklar (bromsar, vägdamm, däck etc.), men även till industrier samt naturliga emissioner relaterade till växtlighet, såsom pollen. Halten av föroreningar i utomhusluft varierar ofta kraftigt både i tid och rum. Detta faktum kan man utnyttja genom smart planering av ventilationen, dels genom att främst ta in luft under perioder med lägre halter (eller undvika att vädra under rusningstrafik), och att placera luftintag så att renast möjliga luft används för ventilation av

inomhusmiljöer. Förändringar både av omkringliggande bebyggelse och vegetation samt av källor såsom trafik och utsläppspunkter kan förändra kvaliteten på tilluften till en byggnad.

I utemiljöer gäller miljökvalitetsnormer på alla de platser där människor uppehåller sig. Definitionen är inte helt tydlig, men i princip gäller den i de miljöer där människor vistas en tillräckligt lång tid.

Referenser – några mer eller slumpvis valda!

Arbetsmiljöverket (AFS 2018:1) *Hygieniska gränsvärden* [Länk](#)

[BASTA](#)

[Byggvarubedömningen](#)

[Byggvarudeklarationer eBVD](#)

Folkhälsomyndigheten (2014:19) *Allmänna råd om städning i skolor, förskolor, fritidshem och öppen fritidsverksamhet* [Länk](#)

Folkhälsomyndigheten (Ramböll 2020) *Samhällsekonomiska konsekvensanalyser av miljörelaterade hälsoeffekter* [Länk](#)

Folkhälsomyndigheten (2022) [web koldioxid](#)

Kemikalieinspektionen (2015). Rapport 8/15. *Hälsoskadliga kemiska ämnen i byggprodukter – förslag till nationella regler*. [Länk](#)

Luftkvalitetsförordningen (2010:477) *Miljökvalitetsnormen* [Länk](#)

Report No 26. EUR 23052 EN. 2007. EUROPEAN COLLABORATIVE ACTION. *Impact of Ozone-initiated Terpene Chemistry on Indoor Air Quality and Human Health*. [Länk](#)

Socialstyrelsen (2013) *Allergi i skola och förskola* [Länk](#)

[SundaHus](#)

[Svanen](#)

Fördjupning

Partiklar

Partiklar regleras efter storlek och partikelhalt (vikt av partiklar med viss storlek). Storleksklasser anges som PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, PM_{0,1} osv. Dessa mått relaterar till partikelstorleken mätt i mikrometer (µm). PM₁₀ är alla partiklar mindre än 10 mikrometer i diameter, medan PM_{2,5} är alla partiklar mindre än 2,5 mikrometer. Den sistnämnda fraktionen innefattar alla partiklar mindre än 0,1 mikrometer, och kallas ofta för ultrafina partiklar, och i vissa fall nanopartiklar. Dessa partiklar består ofta av sot och/eller kondenserade ämnen i vätskeform, och har sitt ursprung i t.ex. förbränningsprocesser. Många av dessa tillverkade partiklar kan ha toxiska egenskaper som vi idag inte känner till.

I och med att de absolut flesta typer av gränsvärden och kravnivåer avseende partikelhalter utgår från vikten av partiklarna fokuserar alla dessa mått främst på de lite grövre partiklarna, medan hälsoeffekterna i olika grad relaterar till antingen grövre eller finare partiklar.

Vi exponeras för partiklar främst via andningsvägarna. Hur långt in i andningsvägarna partiklarna hamnar påverkas främst av storleken hos partiklarna, men även hur vi andas. Hälsokonsekvenserna av partiklarna är många och olika och beror på både var i andningsvägarna partiklarna hamnar och vad de består av. De allra minsta partiklarna, ultrafina, når långt ner i andningsvägarna och kan fastna i lungorna. Större partiklar fastnar högre upp i andningsvägarna. Som framgår av figur 1 deponeras både riktigt små och stora partiklar i hög grad i andningsvägarna.

Vi andas ut en stor del av de partiklar som är mellan 0,1 och 1,0 mikrometer i diameter då deras storlek gör att de inte skiljs av i andningsvägarna. Partiklar som är större än 10–20 mikrometer i diameter har svårt att komma in i våra luftvägar och fastnar i näsa och mun.

Hur mycket av utomhusluftens partikelhalt som avspeglas i inomhusluften påverkas starkt av partikelstorleken. För framför allt de mindre, ultrafina partiklarna, är halten inomhus genomgående lägre än utomhus.

Hälsoutfallet av partiklar påverkas av partikelstorleken och mäts ofta relaterat till PM_{2,5}. Hälsoutfallet varierar mellan olika tidsperioder, vilket kan bero på att andelen av partiklarna som är mindre än 0,1 µm (ultrafina partiklar) varierar över tid. Hälsoeffekterna av ultrafina partiklar är enligt många studier större än för PM_{2,5}.