

# Remissvar SWESIAQ: Boverket (D.nr 29/2022)

Vi besvarar denna remiss utifrån hur vi framarbetat våra egna normer för hur man ska utföra en innemiljöutredning mm, där vi tagit fram ett dokument hur denna typ av utredningar bör utföras, SWESIAQ-modellen. Vi har också tagit fram manualer/normer på vad man ska tänka på för att undersöka ventilationen vid ett innemiljöproblem.

SWESIAQs råd utgår i de flesta fall från de problem som uppstår i driftskedet och vänder sig till tex innemiljöutredare och hälsoskyddsinspektörer. Vi inser dock att driftskedets problem och fel många gånger uppstår under själva byggprocessen och skulle kunna undvikas om Boverkets byggregler ser till att man minimerar framtida fel och problem redan i detta skede. Det skulle vara bra om man såg till att svenska myndigheter hade likvärdiga bedömningsgrunder för hur en bra inomhusmiljö/klimat definieras.

## 0. Allmänt

Vi har följande allmänna kommentarer på Boverkets byggregler, dessa gäller inte enbart för detta kapitel utan för hela regelverket.

Byggherre: Vi anser att regelverket måste anpassas så att man tar hänsyn till att det finns olika typer av "byggherrar" (BH):

- BH som bygger en fastighet som de själva ska drifva. Har en uppbyggd byggorganisation.
- BH som bygger en fastighet som de överlåter någon annan drifva, tex bostadsrätter. Har en byggkunskap under bygget men sedan övertas byggnaden av "noviser" som ska drifva byggnaden.
- BH som bygger en fastighet för att sälja vidare för annan att drifva. BH har en uppbyggd byggorganisation under byggtiden som sedan försvinner till driftskedet.
- BH som låter bygga en fastighet som de själva ska drifva tex industri. BH har ingen egen byggorganisation men driftpersonal.
- Villabyggen; här har BH ofta inga kunskaper alls om vare sig byggprocessen eller drift och underhåll och är i händerna på hustillverkarna. Vissa hustillverkare tillåter inte köparen (BH) att beträda byggarbetsplatsen under byggtiden.

De ovanstående byggsätten/entreprenadformerna medför att BH har mycket olika kunskaper och vilka problem man ska identifiera och håll koll på under hela byggprocessen. Detta kan också ses på de material/handlingar som dessa olika BH lämnar in vid bygglov, tekniskt samråd och slutbesked samt vilka hur intresserad man är att göra byggnaden bättre än Boverkets minimikrav.

Byggreglerna måste bättre anpassas till dessa olika "byggsätt/entreprenader" så att det blir den som utfört arbetet och garanterat att man följt byggreglerna som får stå för framtida fel och problem. Boverket gjorde en utredning om byggfel och där kom man fram till att det tog 6-10 år innan man upptäcker fel och problem i en byggnad. Det bör då inte vara den som äger fastigheten eller hyr den som ska stå för att åtgärda dessa saker utan den som sagt att det är rätt utfört. I dag så måste man i de flesta fallen ta upp dessa i ett civilrättsligt åtal, med allt som det medför i tid och kostnader.

Givare och data: Med dagens utveckling av dataprogram/appar samt givare och mätare så bör Boverket tydligare förklara hur man ska kunna utnyttja dessa funktioner för att ha en

effektiv fastighet. Dessa funktioner är i dag mycket mer kostnadseffektiva än att leta efter fel manuellt och med AI så kan en fastighets drift och ekonomi förbättras. Felsökningar och drift kan då tydligare få plats i byggtreprenaden än att man ska installera det i efterhand. Program kan utformas så att de kan ersätta (minska behovet) av OVK och energideklaration av personal på plats. Man kan kräva att man installerar fuktgivare i våtrumsvägg/golv, flödesmätare i ventilationskanaler, varmvattenmätare för att verifiera VV-mängden och inte använda nyckeltal (gissa) mm. Dessa kan sedan avläsas via dataprogram och skicka felmeddelande och ta fram årsrapporter.

Varje avdelning, där mätare och dataprogram är relevant, bör avslutas med vilken typ av givare och data som bör finnas för att verifiera att man klarar av olika myndighetskrav samt vad som utförs av enklare felsökning och sammanställa rapporter.

## 1. Material

Ett ämne som länge försumrats eftersom ett materials uppbyggnad och innehåll/kemiska sammansättning ofta påverkar inomhusmiljön eftersom de avger emissioner/ lukter både i torrt tillstånd och under påverkan av fukt.

Varje byggnad bör därför ha en materialförteckning där man redovisar vilka olika material som använts i byggnaden, denna förteckning skall sedan revideras vid underhåll, om- och tillbyggnader. Denna förteckning ska redovisa om vissa speciellt utpekade (ämnen med gränsvärden) ingår i materialet. Var materialet är placerat i byggnaden ska framgå av handlingen

För vissa ämnen ska även redovisas koncentration och avklingningstid. Detta för att kunna göra beräkningar på hur ventilationen bör vara utformad, då med tanke på den första tiden i byggnaden när materialen avger högre mängder av emissioner.

Materialets specifikation ska vara på svenska.

## 2. Luft

I bilagan förtydligas [SWESIAQs synpunkter på Boverkets remiss om nya byggregler, kapitlet om Luft](#). Där redovisar vi motiverade förslag när det gäller luftkvalitetsdokumentation, brukardeklaration vid nybyggnation av bostäder eller ägarbyte/ny hyresgäst samt redovisning av brukarantal vid allmänt tillgängliga lokaler. Vi önskar att motiveringen till det föreslagna minimiluftflödet i bostäder – 10 l/s per person – förändras och motiveras med hänsyn till de av forskningen dokumenterade hälsoeffekterna av bioeffluenter, snarare än av adderade lukter från bland annat oförutsedda byggemissioner.

Det är bra att man inför ett luftkvalitetsdokument, detta bör vara utformat som konstruktionsdokumentet EKS. Det ska klart framgå vem som är ansvarig för dokumenten och dess riktighet.

I dokumentet bör man definiera:

- Maxflöde, när lokalerna fullt belastade. Det värde som kanaler och aggregat ska dimensioneras för.
- Normalflöde, det tillstånd som är det troligaste driftförhållandet. Det flöde som anläggningen ska injusteras till
- Minflöde, det flöde som enbart tar hänsyn till materialemissioner (inga personer i lokalen). Det flöde som man lägsta kan tillåtas tex nattdrift, lov, outhyr.

Se även rumshöjd och termisk komfort.

### 3. Ljusförhållande

Bra att man tagit fram ett beräkningssätt att verifiera dagsljusförhållandet för lägenhet/lokal.

Man bör också reglera påverkan av fluktuerande ljus, tex från vindkraftverk eller reklamskyltar. Att vistas i miljöer där ljuset varierar mycket påverkar människors välmående. Det kan vara svårt att ta det i byggprocessen eftersom det är grannen som stör eller störs. Det kanske bör vara tydligare i detaljplanerna om detta.

### 4. Rumshöjd

Rumshöjden påverkar hur man upplever ett rum, luftighet eller trångt. Den har också betydelse för hur man upplever ljusförhållanden.

Man bör också göra det möjligt att kunna använda rumshöjden som en buffert för "dålig luft". Detta kan vara ett sätt att minska behovet av forcering av ventilationen i lokaler som utnyttjas under en kortare tid och av flera personer, tex fikarum, matsal, mindre konferensrum o.dyl.. Om man redovisar en hållbar lösning i luftkvalitetsdokument skulle man kunna låta ett utrymme ovanför "vistelsezonen" buffra CO<sub>2</sub> mm, för att sedan normalisera luftkvaliteten inför nästa utnyttjande. Detta skulle göra att man slapp ha en så stor forcering av luftflödena mm. Bör även ingå i luftkapitlet.

Rumshöjden där man skall utföra driftåtgärder ska vara anpassade så att man kan utföra åtgärder på ett naturligt sätt, ibland är det för lågt och ibland för högt. I dag tar man sällan hänsyn till detta eftersom man endast tänker på att det ska utföras under byggtiden.

### 5. Termisk komfort

Bra att man frångår rumstemperatur som mått på termisk komfort och använder operativ temperatur i stället.

Eftersom man kommer att ställa högre krav på att kunna kyla lägenheter/lokaler så måste detta tas med till luftkapitlet också, eftersom kylning via ventilationen är ett av de enklare sätten att föra kyla till lokaler. Det kräver större flöden än normalt för att uppnå tillräcklig kylmängd till lokalerna. Det ska också klart framgå i energikapitlet hur kylan produceras.

### 6. Fuktsäkerhet

Bra att man lyfter detta problem och gör ett eget kapitel för fukt och kräver ett fuktsäkerhetsdokument.

Kondensutfällning på installationsledningarna (VVS, kyla och el) måste minimeras genom att ledningarna isoleras på rätt sätt. Man måste också se till att köldbryggor inte kan ge kondensutfällningar.

Köksdelen bör definieras som ett våtutrymme. Ett kök i dag har högre vattenbelastning och installationer än ett tvättrum. Köket är ett av de rum som har dyrast vattenskador eftersom det inte är vattenskyddat. Kravet kanske inte ska vara golvbrunn (luktproblem vid torr brunn) men i alla fall någon typ av elektroniskt larm vid fukt på golv eller i väggar.

Även vattenschakt bör ha ett elektroniskt larm, det tar alldeles för lång tid innan mindre läckage upptäcks med enorma kostnader som följd vid sen upptäckt.

Måste framgå i materialförteckningen om materialet är fuktkänsligt.

## 7. Vatten och avloppsinstallationer

Vid ombyggnader o.dyl så måste man se till att minimera uppkomsten och tillväxten av legionella i blindrör o.dyl. Detta finns med redan i dagens krav men tyvärr gör man det sällan vid ombyggnationer och renoveringar (ledningen kan vara bra vid en framtida ombyggnad).

Varje lägenhet/lokal ska ha lättåtkomliga avstängare på tappvattnet. Ingå i drifhandlingarna vart de är placerade, den boende i lägenhet/lokal ska snabbt kunna stänga av vattnet utan att påkalla driftpersonal, elektroniska avstängare via nödstopp?

## 8. Utsläpp till omgivningen

SWESIAQ anser att det finns ett problem med hur man ska verifiera och mäta dessa partiklar och ämnen. Det går inte att utföra utan specialkunskap, avancerade mätinstrument och under lab-liknande förhållande. Forskningen vet i dag inte fullt ut vilka ämnen som påverkar hälsan och vid vilka gränsvärdena det kan uppkomma hälsoproblem.

Sot, små partiklar och rökgaser ger erkänt allvarlig påverka hälsopåverkan. Därför anser vi att man ska förbjuda vedeldning inom tätbebyggda områden och att sådana förbud bör införas i detaljplanerna.

SWESIAQ vill också lyfta frågan om utsläpp/emissioner inom en bostad/lokal:

- Hur mycket farliga ämnen släpper en eldstad ut till rummet
- Kan en öppen eldstad installeras med tanke på utsläppen till rummet
- Gas och lampolje-eldstäder bör också kontrolleras
- Gasspisar levererar ofta sot/partiklar in till rummet
- Ozonreningssystem måste ha tydligare föreskrifter och skötselinstruktioner för att installeras.
- Matlagningen, stekning, har visat sig kunna avge många olika typer av hälsoskadliga ämnen, där man riskerar att överskrida gränsvärden för..... Se

[https://issuu.com/universityofsurrey/docs/uos\\_kitchen\\_guidance\\_a5\\_english\\_singles\\_hires](https://issuu.com/universityofsurrey/docs/uos_kitchen_guidance_a5_english_singles_hires)

Vi vill härmed belysa att det finns hälsoproblem med dagens olika installationer/apparater och deras utsläpp redan inne i lägenheter och lokaler som man bör ta mer hänsyn till.

Till exempel bör kök försees med bättre osuppfångning än dagens certifieringar tillåter.

## 9.Skadedjur

Här har vi ingen kommentar eftersom detta område är perifert för SWESIAQs arbete.

## 10.Avfall

Här har vi ingen kommentar eftersom detta område är perifert för SWESIAQs arbete.

SWESIAQ, Swedish Chapter of International Society of Indoor Air and Climate genom

## Boverkets remiss om nya byggregler:

### Bilaga till SWESIAQs svar, avsnittet om **luft** (konkreta förslag sist i dokumentet)

#### Allmän bakgrund

Det är bra och hög tid att byggreglerna ökar kraven på luftväxling i bostäder. Det är också bra att krav införs på *luftkvalitetsdokumentation och utredning av föroreningsbelastning*. Att ange förväntad föroreningsbelastning är en svår men nödvändig uppgift, detta eftersom luftkvaliteten och **kraven på ventilationssystemet är helt beroende av vilka luftföroreningskällor som förekommer**. Enligt vår uppfattning underskattad luftföroreningskälla, som alltid är närvarande och inte kan elimineras, är brukarna själva. Luftföroreningskällorna i en byggnad kan delas upp i fem olika typer:

1. Föroreningar som tillförs via tilluften eller inläckage från andra byggnadsdelar
2. Föroreningar från byggmaterial
3. Föroreningar från verksamheter som är planerade i byggnaden
4. Oplanerade verksamheter samt möbler, husdjur, utrustning, föremål mm som brukarna tar med sig in i byggnaden
5. Brukarna själva, dvs. bioeffluenter inkl. koldioxid

#### 1. Föroreningar via tilluften eller inläckage (även kommentarer till 3. Kap. §§ 4,5)

Nya uppskattningar visar att ca 6740 förtida dödsfall inträffar årligen i Sverige på grund av luftföroreningar utomhus som tränger in i byggnader där människor vistas (1). Luftföroreningarna mäts utomhus, men eftersom människor vistas inomhus ca 90 % av tiden, är det inomhus som den viktigaste exponeringen sker. För att undvika dessa dödsfall finns två strategier: att eliminera föroreningskällorna eller filtrera tilluften. Fördelningen mellan dödsfallen, uppdelade på föroreningskällor, uppskattas fördela sig på följande sätt:

Regional och långväga transport av PM <sub>2,5</sub>	4650 dödsfall
Partiklar PM <sub>2,5</sub> från lokal trafik	750 dödsfall
NO <sub>2</sub> från huvudsakligen lokal trafik	630 dödsfall
Partiklar PM <sub>2,5</sub> från småskalig vedeldning	700 dödsfall

Långväga transporter av PM<sub>2,5</sub> uppskattas alltså svara för majoriteten av dödsfallen och det blir på kort sikt svårt att eliminera dessa källor. Hela södra Sverige, 82 % av Sveriges befolkning, har PM<sub>2,5</sub>-nivåer som överskrider WHO:s nya normvärde 5 µg/m<sup>3</sup> (årsmedelvärde) (2). Därför bör krav ställas på effektiva luftfilter som sänker PM<sub>2,5</sub>-nivåerna i inomhusluften. Nivåerna bör sänkas klart lägre än normvärdet eftersom normvärdet är beräknat på uppmätta utenvärden. Det är mycket svårare att göra motsvarande luftmätningar inomhus men det bedöms som troligt att mätningar inomhus skulle visa att normvärdet skulle behöva vara ännu lägre. I storleksordningen hälften av partiklarna försvinner nämligen vid kontakt med ventilationskanaler eller ytor i byggnaden.

Hänsyn till eller åtgärder mot förbränningsgaser i närområdet, t.ex. från trafik eller småskalig vedeldning, kan också bli aktuella vid nybyggnation. Om det inom olika delar av en byggnad förekommer både ren och förorenande verksamhet, bör det i utredningen av föroreningsbelastning ingå planerade åtgärder som förhindrar luft från förorenande verksamhet att läcka in i byggnadsdelar med ren

verksamhet. Observera att om tilluften är förorenad så kommer högre luftflöden inte att sänka, utan tvärtom att öka, koncentrationerna av luftföroreningar inomhus.

## *2. Föroreningar från byggnadsmaterial*

Emissionskällorna 2-5 finns inom byggnaden, vilket innebär att olägenheter och hälsoeffekter kan begränsas med hjälp av utspädande ventilation. Dimensioneringen av den utspädande ventilationen är då direkt sammankopplad med styrkan hos de aktuella emissionskällorna, enligt formeln  $C = m/Q$ , där  $C$  är jämviktsskoncentrationen av luftföroreningen i rummet,  $m$  är emissionshastigheten av den aktuella luftföroreningen och  $Q$  är det utspädande luftflödet genom rummet (gäller under fullständig omblandning av luften). Utan emissioner av luftföroreningar behövs ingen ventilation.

Det är i allmänhet alltid mycket bättre att eliminera eller begränsa emissionerna från en luftföroreningskälla än att öka luftflödet. Ökade luftflöden kostar pengar och det är mycket svårt att fastställa en lägsta koncentration av en viss luftförorening som kan accepteras av även känsliga brukare i en byggnad.

För 6 typer av luftföroreningar sänkte WHO sina normvärden 2021 (2). För ytterligare 8 ämnen finns äldre, hälsobaserade normvärden från WHO/EU (3, table 1). Vid nybyggnation bör givetvis normvärdena underskridas för dessa ämnen. För byggmaterial finns möjlighet att i laboratoriekammare undersöka emissioner av bl.a. VOC-ämnen och formaldehyd från golvmaterial och lim. För ca 200 kemiska ämnen har en europeisk forskargrupp föreslagit emissionsnivåer som bör underskridas för byggmaterial (4). Dessutom förekommer olika certifieringssystem för en byggnads miljöprestanda som bl.a. tar hänsyn till emissioner från byggmaterial. Ofta delas då byggnader in i olika miljöklasser, där en indelningsgrund är en standardiserad uppmätning av TVOC-avgivningen från ingående byggmaterial.

Men att en byggnad bedöms ha hög luftkvalitet pga. låg TVOC-avgivning, är dock ingen garanti för att inga hälsoskadliga luftföroreningar förekommer. Vid en TVOC-mätning görs en typ av summering av alla VOC-ämnen men de olika ämnena viktas olika, inte beroende på hälsoskadlighet, utan beroende på mätmetodens känslighet för det specifika ämnet. En aktuell review-artikel dömer därför ut TVOC-måttet som metod för att bedöma luftkvalitet (5). Dessutom förekommer mängder av hälsoskadliga luftföroreningar som inte är VOC-ämnen och därför inte ingår som bedömningsgrund vid luftkvalitetscertifiering. Luftens kemi är ett stort forskningsområde och på senare år har man börjat mäta det kemiska innehållet med mätutrustning som kan registrera nya typer av luftföroreningar. Vi vet fortfarande alltför litet om hälsoeffekter av de flesta luftföroreningarna, särskilt när det gäller exponering under lång tid och med hänsyn till även känsliga grupper. Vid en bygglovsbedömning kan det dock bli svårt att ställa andra krav på en luftkvalitetsdeklaration än att ovanstående EU-LCI-värden och WHO/EU:s normvärden underskrids samt möjligen även att TVOC-nivåerna inte är onormalt höga. Krav på utvädring bör ställas innan byggnader tas i bruk, så att åtminstone VOC-emissionerna avklingat till en någorlunda stabil nivå.

## *3. Föroreningar från planerade verksamheter i byggnaden*

Utredning av och åtgärder mot förväntade luftföroreningar från industrier och mindre verksamheter som frisersalonger, kemi- och slöjdsalar i skolor mm täcks delvis in av arbetsmiljöreglerna. Men eftersom kunskaperna är så låga när det gäller långtidsexponering av alla ämnen vi omges av, kan det finnas anledning att även ta hänsyn till luftföroreningskällor som erfarenhetsmässigt brukar medföra problem utan att några normvärden finns, t.ex. mycket plast- och gummimaterial i förskolor eller mycket elektronisk utrustning i undervisningslokaler.

## *4. Oplanerade verksamheter samt möbler, husdjur, utrustning, föremål mm...*

.. är givetvis inget som kan ligga till grund för en luftkvalitetsdokumentation i samband med bygglov. Under en byggnads användning kan oförutsedda luftföroreningar uppkomma. Det kan behövas en grundventilation som i viss mån klarar av att späda ut dessa luftföroreningar. Oftast krävs dock så höga

luftflöden för att späda ut brukarnas emissioner (se nedan), så att även mindre oförutsedda luftföroreningskällor hålls inom kontroll, se nedan. Men en grundventilation får aldrig tolkas som en garanti mot lukter eller hälsoeffekter av oförutsedda luftföroreningar. I första hand måste alltid luftföroreningskällor elimineras/begränsas.

### 5. Brukarna själva

Brukarnas egna emissioner är en underskattad föroreningskälla i de föreslagna byggreglerna. Sedan 1800-talet har man undersökt den försämrade luftkvalitet som uppstår när många människor vistas i utrymmen med dålig ventilation. Dessa och moderna studier har legat till grund för EU-standarder för luftkvalitet, där man är överens om att en koldioxidnivå över ca 1000 ppm motsvarar en koncentration av bioeffluenter som upplevs som oacceptabel av många (6). Denna koncentration anges av Folkhälsomyndigheten som indikator på dålig luftväxling.

### Perceived air quality

Tyvärr bedöms fortfarande bioeffluenterna enbart som en komfortfråga – man talar om olika luftkvalitetsklasser med fokus på bioeffluenternas innehåll av luktande ämnen. I EU-standardEN 16798-1 används begreppet "perceived air quality" som huvudsakligen handlar om lukt (även lufttemperatur och -luftfuktighet kan dock påverka) (7). I standardEN låter man det också vara möjligt att aritmetiskt addera lukter från bioeffluenter med lukter från byggmaterial. I Sverige används den principen för närvarande när det gäller krav på luftväxling i bl.a. skolor. Normen är att luftflödet bör överstiga 7 l/s per person + 0,35 l/s/m<sup>2</sup> golvyta. Underförstått i den normen är att "byggemissionerna" från 7/0,35 = **20 m<sup>2</sup> golvyta** orsakar lika stark lukt som lukten från **en** person samt att lukterna från personer och golvyta (i "golvyta" ingår även "normalt" tillhörande andra icke-personbaserade emissioner) kan adderas aritmetiskt till en total luktopplevelse som blir acceptabel om den späds ut med det normerade luftflödet. Men detta tankesätt bygger på felaktiga eller grundlösa antaganden:

- Luktopplevelser från olika ämnen går inte att addera aritmetiskt på detta sätt.
- Emissionerna från byggnaden är okända, både när det gäller lukter och hälsoeffekter. Därför finns det ingen vetenskaplig grund till schablonvärdet 0,35 l/s/m<sup>2</sup>.
- Bioeffluenter har andra, allvarligare hälsoeffekter än enbart lukt och *perceived air quality*.
- Vissa byggemissioner kan ha andra och allvarligare hälsoeffekter än *perceived air quality*.

"Byggemissioner" är absolut inget enhetligt begrepp. Består golvbeläggningen av linoleum eller klinker, har man plast- eller papperstapeter, vilken sorts möbler använder man, ...?? Lukt kemi är ingen enkel vetenskap och luktrösklar varierar kraftigt mellan olika ämnen och mellan olika individer. Näsan adderar inte lukter på ett enkelt sätt (8 + bilaga efter referenslistan med svar/referenser från BING chatrobot). Denna typ av additionsmodeller är skrivbordskonstruktioner med låg verklighetsförankring.

### Bioeffluenter påverkar människors prestationer, sömn och hälsa

Däremot är personemissionerna (bioeffluenterna) så väl undersökta att de går att lägga till grund för krav på utspädande luftflöde. Senare års forskning visar att exponering för bioeffluenter inte bara handlar om komfort/lukt/*perceived air quality*, utan att bioeffluenter även påverkar kognitiv förmåga, studieprestationer, förändrar fysiologiska parametrar och försämrar sömnkvalitet (9, 10, 11, 12, 13). Bioeffluenter består dels av koldioxid, dels av en mängd andra ämnen: aldehyder, alkoholer, merkaptaner, organiska syror, ammoniak, hudflagor, fukt ... Det är här viktigt att skilja mellan hälsoeffekter av *ren koldioxidgas* (vid låga koncentrationer under 5000 ppm) och den sammanlagda påverkan av *alla* bioeffluenterna. CO<sub>2</sub> kan i det senare fallet användas som en bra indikator även för övriga, mer svårsmätta, bioeffluenter. Om CO<sub>2</sub> enbart ses som en indikator är det endast den *persongenererade* CO<sub>2</sub>-halten som är intressant. Vid inomhusmätningar måste i så fall uteluftens koncentration dras ifrån. Eftersom uteluftens koncentration förväntas öka några ppm varje år, kan det då vara lämpligt att

riktvärden formuleras för *persongenererad* CO<sub>2</sub>-koncentration, dvs. efter subtraktion med 420 ppm (ungefärlig aktuell uteluftkoncentration). Det direkt uppmätta inomhusvärdet blir intressant om även *ren* CO<sub>2</sub> antas ge hälsoeffekter i koncentrationer under 5000 ppm.

#### *Effekter av ren koldioxidgas?*

Vissa välgjorda studier tyder på kognitiva och fysiologiska effekter av ren koldioxidgas i koncentrationer inom området 1000-5000 ppm (14, 15, 16). Amerikanska forskare uttrycker i den ansedda tidskriften Nature Sustainability oro för en framtida förhöjd koldioxidhalt i atmosfären – som kan komma att nå 1000 ppm vid sekelskiftet – och som i sin tur då resulterar i koncentrationer långt över 1000 ppm inomhus (17). Man oroar sig särskilt för effekter på känsliga grupper. Samtidigt finns annan forskning – men med andra förutsättningar – som inte visar på dessa effekter av ren koldioxidgas. Debatten och forskningen om detta lär fortsätta.

#### *Riktvärden för bioeffluenter, mätta som CO<sub>2</sub>*

Oavsett hälsoskadligheten av ren CO<sub>2</sub>, kan det anses som klarlagt att de sammantagna effekterna av exponering för bioeffluenter handlar om mer än lukt och komfort. En engelsk forskargrupp sammanfattar och bedömer att 1000 ppm koldioxid är en rimlig nivå för att försäkra sig om *god luftkvalitet* (18). Den danske forskaren Pawel Wargocki anser, grundat på egen och andras forskning att *god sömn* kräver särskilt låg bioeffluent-koncentration och anser att CO<sub>2</sub>-halten bör understiga ca 750 ppm i sovrum. Det medför att luftväxlingen *i sovrum* bör vara minst 10 l/s per person (13). För att *dagtid* åstadkomma CO<sub>2</sub>-koncentrationer under 1000 ppm skulle det kunna räcka med ca 9 l/s per person (utgående från emissionen 20 l/h från en sittande person ca 400 ppm i utomhuskoncentrationen).

Den engelska forskargruppen bedömer samtidigt, bl.a. utgående från riktvärden i olika länder, att CO<sub>2</sub>-halter över 1500 ppm medför en oacceptabel luftkvalitet. Samma bedömning gör en europeisk forskargrupp (3). Det kan tyckas vara liten skillnad mellan oacceptabel och god luftkvalitet, 1500 resp. 1000 ppm, men om man ser till skillnaderna i bioeffluent-koncentration (genom subtraktion av uteluftens koncentration), blir skillnaderna tydligare: 1100 ppm resp. 600 ppm, dvs. nästan en faktor 2. 1500 ppm motsvarar ett luftflöde på ca 5 l/s/person (sittande person). Folkhälsomyndigheten kräver minst 4 l/s/person, motsvarande högst 1800 ppm koldioxidkoncentration.

#### *Ventilation i bostäder och allmänna lokaler*

I bostäder vistas känsliga grupper som gamla, sjuka och barn, ibland hela dygn i sträck. Störst krav bör därför givetvis ställas på luftkvaliteten i bostäder. **För närvarande är det tvärtom!** För friska elever/arbetstagare i skolor, arbetslokaler mm med krävs luftflödet 7 l/s/person + ”tillägg för byggemissioner”, 0,35 l/s/m<sup>2</sup>. Men i bostäder har tillägget för byggemissioner ansetts vara tillräckligt med ett minimikrav på 4 l/s/person som dock kontrolleras sällan. **Förslaget till ny luftflödesnorm för bostäder kommer att ge en efterlängtd förbättring av bostadsventilationen.**

I lokaler som brukas av allmänheten, t.ex. skolor, förskolor, biografier, samlingslokaler, gym mm, borde samhället kunna kräva god luftkvalitet, dvs. krav på projektering av tillräckliga luftflöden med hänsyn till bioeffluenter. Nuvarande norm för skolor/arbetslokaler borde enkelt kunna ersättas med en ny norm på norm 9 l/s/person. Inget tillägg för ”byggemissioner” skulle då behövas för lokaler med hög brukartäthet, detta eftersom det totala luftflödeskravet inte skulle förändras nämnvärt jämfört med nuvarande norm. I glest befolkade lokaler, t.ex. kontorsrum med mer än ca 6 m<sup>2</sup>/person, skulle luftflödet bli lägre än med nuvarande norm. Men kontorsrum är inte allmänt utnyttjade lokaler. För skolor, förskolor bör höga krav ställas, dvs. 9 l/s/person, men för lokaler som endast utnyttjas tillfälligt, t.ex. biografsalonger, skulle lägre krav kunna accepteras, dock lägst 5 l/s/person. Det borde också vara rimligt att kräva av en byggherre att precisera hur många personer olika utrymmen är avsedda för enligt dessa normer. I byggreglerna borde sedan kunna föreskrivas att det maximala brukarantalet (för

god/acceptabel luftkvalitet) anges på tydliga skyltar vid ingången. Detta skulle bli ett enkelt men viktigt steg för att öka medvetenheten om ventilationens betydelse för folkhälsan.

#### *Åtgärder mot trångboddhet i bostäder*

När en bostad byggs kan byggherren/byggnadsnämnden inte veta hur många som kommer att utnyttja den i framtiden. Boverket för här ett resonemang om typbostäder, dvs. förväntat antal rum och antal brukare i bostäder med olika golvarealer. Detta är ett teoretiskt resonemang som långtifrån alltid stämmer med verkligheten. Ojämligheten är stor i Sverige när det gäller boendet. Många människor bor i villa med stora bostadsytor, medan många andra trängs på små ytor i hyreshus. Den kommun som har bäst bostadsstandard är Emmaboda med 53 m<sup>2</sup>/person i *genomsnitt* (19, 20). Samtidigt trängs uppskattningsvis mer än 1,5 miljoner personer – särskilt personer födda utanför EU – på mindre än 20 m<sup>2</sup> per person (21). Grundorsakerna till denna ojämlikhet kan inte påverkas av byggreglerna. Däremot borde en enkel åtgärd kunna vara att vid luftkvalitetsprojekteringen begära in en *brukardeklaration*, dvs. en redovisning av hur många brukare som bostaden är avsedd för. Denna redovisning borde då utgå från kravet på 10 l/s per sovplats samt det totala kravet på minst 9 l/s i tilluftflöde per brukare. En sådan brukardeklaration är minst lika viktig som en energideklaration och borde åtfölja bostaden. Under driftskedet bör den uppdateras genom luftflödesmätningar i samband med byte av ägare eller hyresgäst. Genom brukardeklarationen uppmärksammas hälsoeffekterna av låga luftflöden. En ny bostad innebär en stor investering, både när det gäller pengar och hälsa. En obligatorisk brukar-/ventilationsdeklaration blir ett viktigt stöd för den enskilde, skapar incitament för bättre konstruktion och underhåll av ventilationsanläggningar samt bidrar till medvetenhet om trångboddhetens hälsoeffekter.

#### *Kommentarer till föreslagna krav på luftflöden i bostäder, 3. Kap. 7§*

Denna paragraf lyder: *Bostäder ska vara utformade så att de kan ha ett tilluftsflöde enligt nedanstående formel, där A anger bostadens boarea uttryckt i kvadratmeter.  $q_{\text{tilluft}} \geq 4 * A^{0,55}$  [l/s].*

Formeln ser egendomlig ut men är en bra kompromiss och kommer att medföra en välbehövlig standardförbättring och hälsovinst för brukare, särskilt i mindre bostäder. Den som har ont om pengar kan tränga ihop sig med kamrater i en liten billig lägenhet utan att riskera sin hälsa. Luftflödet kommer att minst fördubblas för bostäder mindre än 50 m<sup>2</sup> och blir högre än med nuvarande norm för alla bostäder mindre än 220 m<sup>2</sup>. Det är mycket bra att kravet utgår från att tilluftsflödet bör vara minst 10 l/s per person. Detta värde stämmer bra med vad forskningen visat när det gäller krav på god luftkvalitet både dagtid och under sömn med hänsyn till emissioner från brukarna själva (bioeffluenter), se ovan. Kravet i §7 bör dock förtydligas genom ett krav på brukardeklaration där högsta antalet brukare för god luftkvalitet anges enligt ovan.

Som nämnts ovan kan kravet på luftflödet minst 10 l/s/person (eller möjligen 9 l/s/person) som välmotiverat av aktuell forskning om hälsoeffekter av bioeffluenter (inkl. CO<sub>2</sub>). Boverkets motiveringar känns dock tveksamma. Man kan ifrågasätta hur väl Boverkets modeller med brukarantal i typbostäder överensstämmer med verklighetens boenden. Som nämnts är det ju stora skillnader mellan boendetätheten i svenska bostäder. Det som framförallt känns mycket tveksamt är dock motiveringen till Boverkets krav på 10 l/s per person. På sidan 69 i remissförslaget skriver man:

*Värdet 10 l/s per person utgår från beräkningsmetod 1, perceived air quality, i SS-EN 16798-1...*

*... Flödet beräknas som en summa av två flöden som hanterar materialemissioner respektive personlast ...  $q = \text{personantal} \cdot 4 \text{ l/s} + A \cdot 0,4 \text{ l/s}$  ... Med antagandet att en person förfogar över 15 kvadratmeter bostadsyta blir schablonvärdet 10 l/s per person ...*

Enligt Boverkets formel är det tillräckligt med 4 l/s per brukare för att späda ut bioeffluenter. Man skriver att detta luftflöde är tillräckligt för brukare med "måttliga krav på inomhusmiljön. Däremot anser man att emissioner från byggmaterial kräver ett luftflöde av 0,4 l/s/m<sup>2</sup> samt att ... *en person förfogar över 15 m<sup>2</sup> bostadsyta* ... Varje brukare antas alltså medföra emissioner från 15 m<sup>2</sup> byggmaterial mm som motiverar 15\*0,4 = 6 l/s i luftflöde. Emissioner från byggmaterial mm är alltså viktigare än bioeffluenter. Slutligen anser man att endast *perceived air quality*, alltså **lukten** av människor och byggmaterial är det som man bör ta hänsyn till när det gäller att ställa krav på utspädande luftflöden samt att dessa lukter går att addera aritmetiskt.

Denna skrivbordsprodukt bygger på felaktiga eller grundlösa antaganden:

- Lukter går inte att addera på detta sätt, se ovan
- Detta är en generell formel, oberoende av byggmaterial och hur bostaden används. Emissionerna från byggnaden är alltså okända, både när det gäller lukter och hälsoeffekter. Ändå anser man att dessa okända emissioner orsakar mer obehag än bioeffluenterna men presenterar ingen motivering. Värdet 0,4 l/s/m<sup>2</sup> saknar vetenskaplig motivering.
- Boendetätheten varierar som nämnts kraftigt. Varifrån kommer siffran 15 m<sup>2</sup>/person?
- Bioeffluenter har andra, allvarigare hälsoeffekter än *perceived air quality*. Det finns vetenskaplig grund för att bedöma luftflödet 4 l/s per person som otillräckligt för god luftkvalitet.
- Även byggmaterial kan orsaka allvarigare **hälsoeffekter** än *perceived air quality* men dessa måste behandlas individuellt. En generell utspädning av alla byggemissioner löser inte problemet.

Som nämnts ovan går det mycket väl att motivera ett luftflöde av 10 l/s per person, utgående från vad som krävs för att späda ut emissioner från bioeffluenter till god luftkvalitet. Detta luftflöde är samtidigt och i många fall tillräckligt för att späda ut "normala" emissioner från byggmaterial mm till acceptabel nivå. Om byggemissioner och andra icke-personorsakade emissioner skulle visa sig orsaka olägenheter, bör man i första hand angripa föroreningskällan, inte försöka späda ut emissionerna. Något särskilt krav på luftflöden för att späda ut byggemissioner är inte nödvändigt.

Motiveringen till minimiflöden i bostäder bör alltså skifta fokus från byggemissioner till personemissioner. Men detta ställer samtidigt skärpta – men välmotiverade – krav på boendetätheten i svenska bostäder. Texten och formeln i § 7 är bra men det behövs ett tillägg i paragraf-texten som inte bara kopplar luftflödet till bostadens golvarea utan också till antalet brukare där 10 l/s per person krävs för god luftkvalitet. Nuvarande abstrakta motivering till minimikravet 10 l/s/person för bostäder bör strykas. Motiveringen bör istället vara att detta luftflöde krävs för att späda ut brukarnas bioeffluenter för att skapa god luftkvalitet och god sömn. Till skillnad mot eventuella övriga – hypotetiska – emissioner går det inte att eliminera källan till bioeffluent-emissionerna, dvs. brukarna själva, utan bioeffluenterna måste spädas ut av ren, så långt möjligt CO<sub>2</sub>-fri tilluft.

För bostäder bör i luftkvalitetsdokumentationen redovisas hur många sovrum med minst 10 l/s/person som finns i bostaden. Det bör också finnas en redovisning av förväntat antal personer och luftflöden i kök, vardagsrum/allrum mm. Man ska t.ex. kunna samlas hela familjen i köket eller vardagsrummet med åtminstone *acceptabel luftkvalitet*, kanske någonstans mellan 4-9 l/s/person. Vid försäljning/uthyrning av bostäder bör ställas som krav att en aktuell redovisning finns av hur många personer som bostaden är avsedd för, grundad i första hand kravet på 10 l/s/person per sovplats. För nybyggda bostäder kontrolleras luftflödena vid slutbesiktning, för äldre bostäder inför försäljning eller byte av hyresgäst.

## Konkreta förslag utgående från Boverkets remissförslag

### 1. Kap. § 19 Luftkvalitetsdokumentation

- Luftkvalitetsdokumentationen bör uppmärksamma och redovisa åtgärder beträffande de olika luftföroreningskällorna (1-5) enligt ovan.

- I denna paragraf infogas en ny punkt om brukardeklaration (kanske finns bättre namn): dvs. krav på redovisning av maximalt antal brukare i en bostad samt i en allmänt tillgänglig lokal för flera personer (skolor, förskolor, samlingsalar mm). För en bostad menas med maximalt antal brukare, antalet sovrum/sovplatser med minst 10 l/s i tilluftflöde. För en bostad redovisas dessutom totalt luftflöde, och projekterat maximalt antal brukare för samtliga rum med tilluft samt för kök.

För en allmänt tillgänglig lokal menas med maximalt antal brukare, det totala luftflödet dividerat med 9 l/s/person. För lokaler som endast används tillfälligt kan dock flödet reduceras till lägst 5 l/s/person. För gym, gymnastiksal mm där det förekommer fysisk aktivitet, krävs högre luftflöden.

### 3. Kap. Luft

Nya paragrafer tillfogas:

- För bostäder: Vid varje byte av ägare eller hyresgäst skall en aktuell brukardeklaration medfölja bostaden och utgå från nyligen uppmätta luftflöden. Redovisningen skall även innehålla text med allmänna upplysningar om hälsoeffekter av låga luftflöden.

- Vid ingången till en allmänt tillgänglig lokal skall en tydlig skylt ange hur många personer lokalen är avsedd för, normalt 9 l/s/person, i vissa fall lägst 5 l/s/person. Antal personer uppdateras efter OVK:

Ventilationen i denna lokal är avsedd för högst: 8 personer

### 3. Kap. 7§

- Ett tillägg till i paragraftexten föreslås:

"Antal brukare i en bostad bör inte vara fler än att tillgängligt luftflöde per avsedd sovplats är lägst 10 l/s per person."

I motiveringen till denna paragraf stryks följande text:

*Värdet 10 l/s per person utgår från beräkningsmetod 1, perceived air quality, i SS-EN 16798-1...  
... Flödet beräknas som en summa av två flöden som hanterar materialemissioner respektive personlast ...  $q = \text{personantal} \cdot 4 \text{ l/s} + A \cdot 0,4 \text{ l/s}$  ... Med antagandet att en person förfogar över 15 kvadratmeter bostadsyta blir schablonvärdet 10 l/s...*

Texten ersätts med en motivering av kravet på luftflödet 10 l/s/person som hänvisar till aktuell forskning när det gäller hälsoeffekter av bioeffluenter, bl.a. vid sömn.

## Referenser

Referenserna är samtidigt länkar som man kan klicka på!

1. Quantification of population exposure to NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>, and estimated health impacts 2019; IVL; 2022
2. WHO Global Air Quality Guidelines; WHO; 2021
3. On the Development of Health-Based Ventilation Guidelines Principles and Framework; Carrer P; Int J Environ Res Public Health; 2018
4. Agreed EU-LCI values (December 2021)
5. Tunga Salthammer; TVOC – Revisited; Environment International; Volume 167; 2022
6. Guidelines för Ventilation Requirements in Buildings; Europakommissionen; 1992
7. BS-EN 16798-1:2019; Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics – Module M1-6
8. How the nose decodes complex odors | National Institutes of Health (NIH)
9. Effects of low-level inhalation exposure to carbon dioxide in indoor environments: A short review on human health and psychomotor performance; Azuma K; Environment Int.; 2018
10. Associations between acute exposures to PM<sub>2.5</sub> and carbon dioxide indoors and cognitive function in office workers: a multicountry longitudinal prospective observational study; Environmental Research; 2021
11. Combined effects of ventilation rates and indoor temperatures; Riham Ahmed et al; Indoor Air; 2022
12. Reviewing How Bedroom Ventilation Affects IAQ And Sleep Quality; Ashrae Journal, April 2021, sid. 56-60
13. Ventilation and sleep quality; Pawel Wargocki; Centre for Healthy Indoor Environments; recorded seminar; 15 February 2023
14. Satish U et al; Is CO<sub>2</sub> an indoor pollutant? Direct effects of low-to-moderate CO<sub>2</sub> concentrations on human decision-making performance. Environ Health Perspect. 2012 Dec;120(12):1671-7
15. Allen JG et al; Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study of Green and Conventional Office Environments; Environ Health Perspect. 2016 Jun;124(6):805-12
16. Cao, X. et al; Heart Rate Variability and Performance of Commercial Airline Pilots during Flight Simulations. Int. J. Environ. Res. Public Health 2019, 16, 237
17. Jacobson, T.A., Kler, J.S., Hernke, M.T. et al. Direct human health risks of increased atmospheric carbon dioxide. Nat Sustain 2, 691–701 (2019)
18. Lowther, S.D. et al; Low Level Carbon Dioxide Indoors—A Pollution Indicator or a Pollutant? A Health-Based Perspective. Environments 2021, 8, 125.
19. Kolada, analysverktyg för kommunerna, regionerna, staten;  
<https://www.kolada.se/verktyg/jamforaren/?focus=16617&report=121849>
20. Förvaltarforum; Var är trångboddheten värst? Publ. 2018-06-15
21. Spanaren; Svenskarna mest trångbodda i Norden; Publ. 2021-10-01

*Bilaga. Sökning via Bing chat-robot:*

*Fråga: Is it scientifically correct to add arithmetically the ventilation rate needed to dilute the perceived air quality from bioeffluents with the ventilation rate needed to dilute the perceived air quality from building materials?*

According to the information I found, it is **not** scientifically correct to add arithmetically the ventilation rate needed to dilute the perceived air quality from bioeffluents with the ventilation rate needed to dilute the perceived air quality from building materials<sup>4</sup>. This is because, on one hand, ventilation rates for bioeffluents are **comfort based** and are largely dependent on experiments linking perceived IAQ and ventilation rate in controlled environments<sup>2</sup>. On the other hand, these ventilation rates for regulating building emissions are mainly **health based** and are determined by the acceptable levels of indoor contaminants and other chemicals<sup>1,4</sup>. Therefore, adding these two ventilation rates may not result in optimal IAQ for both comfort and health aspects. A more comprehensive approach would be to develop **health-based ventilation guidelines** that consider both human and building sources of pollutants, as well as their interactions and effects on occupants<sup>4</sup>.

*Källa: Konversation med Bing, 2023-06-07*

(1) On the Development of Health-Based Ventilation Guidelines: Principles ....

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6068630/>

(2) Studies of relationship between ventilation, pollution exposure and ....

<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1420326X16687602>

(3) ASHRAE Technical FAQ.

<https://www.ashrae.org/File%20Library/Technical%20Resources/Technical%20FAQs/TC-04.03-FAQ-35.pdf>

(4) Responses to Human Bioeffluents at Levels Recommended by Ventilation ....

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817350907>

(5) What we Think we Know about Ventilation - NIST.

[https://tsapps.nist.gov/publication/get\\_pdf.cfm?pub\\_id=860983](https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=860983)