



Metodik för utredning av ventilationsfunktion

Utarbetad av
Lars Ekberg, CIT Energy Management AB

Göteborg, December, 2015

Beställargruppen lokaler, BELOK, är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Sveriges största fastighetsägare med inriktning på kommersiella lokaler. BELOK initierades 2001 av Energimyndigheten och gruppen driver idag olika utvecklingsprojekt med inriktning mot energieffektivitet och miljöfrågor.

Gruppens målsättning är att energieffektiva system, produkter och metoder tidigare skall komma ut på marknaden. Utvecklingsprojekten syftar till att effektivisera energianvändningen samtidigt som funktion och komfort förbättras.

Gruppens medlemsföretag är:

Akademiska Hus
Castellum/Corallen
Diligentia
Fabege
Fortifikationsverket
Hufvudstaden
Jernhusen
Locum
Lokalförvaltningen - LF
Midroc
Skolfastigheter i Stockholm - SISAB
Specialfastigheter
Statens Fastighetsverk
Swedavia
Vasakronan
Västfastigheter

Till gruppen är även knutna:

Statens Energimyndighet
Boverket
Byggherrarna
CIT Energy Management

Förord

Under 2015 bildades en arbetsgrupp för ventilationsfrågor inom ramen för SWESIAQs verksamhet (Swedish Chapter of International Society of Indoor Air Quality and Climate, www.swesiaq.se). Gruppens uppgift är att utarbeta praktiskt användbara råd för hur man undersöker ventilationens funktion inom ramen för SWESIAQ-modellen – SWESIAQ:s metod för inomhusmiljöutredningar. Ambitionen är att ta fram råd som påtagligt bidrar till att ventilationsutredningar kan genomföras med tydlig systematik. Arbetsgruppen kommer att presentera en fördjupning och förstärkning av SWESIAQ-modellen under våren 2016. Föreliggande dokument kan ses som en delredovisning av detta arbete. Denna rapport behandlar i första hand ventilation med mekanisk till- och frånluft. De kommande råden från SWESIAQ kommer att behandla både mekanisk ventilation och självdragssystem.

Göteborg, 2015-12-13

Lars Ekberg, CIT Energy Management AB

Innehåll

Förord	3
1. Bakgrund	5
2. Nomenklatur	5
3. Krav på ventilation	8
3.1 Krav och allmänna råd från myndigheter	8
3.1.1 Hygienflöde i bostäder	8
3.1.2 Hygienflöde i arbetslokaler, skolor och lokaler för barnomsorg	8
3.1.3 Beträffande kontinuerlig eller intermitterande ventilation	9
3.1.4 Beträffande uteluftsintagets placering	9
3.1.5 Beträffande återluft	10
3.1.6 Vidare omnämns följande indikatorer på bristande luftkvalitet i Folkhälso-myndighetens råd:	10
4. Exempel på vanliga fel och funktionsbrister	12
4.1 S- och F-ventilation	12
4.2 FT- och FTX-ventilation	12
4.3 Skyddsventilation	13
5. Utredningsmetod	14
5.1 Enkla okulära kontroller	14
5.2 Klarlägg avsedd funktion	15
5.3 Klarlägg verklig funktion	15
5.4 Planera mätningar och fastställ kriterier	16
5.5 Genomför och tolka av mätningar	16
5.6 Redovisa resultat och slutsatser	17
Bilaga 1. Myndigheternas föreskrifter	18
Bilaga 2. Exempel på metoder för ventilationsmätningar	19
Bilaga 3 – Råd beträffande ventilationsflöden	20
Bilaga 4. Råd beträffande några specifika mätningar och kontroll	22
B4.1 Luftflöde	22
B4.2 Luftförling i rum	22
B4.3 Tryckförhållanden och luftrörelser mellan utrymmen	22
B4.4 Filterfunktion	23

1. Bakgrund

Klagomål på inomhusklimatet kan leda till misstanke om att det föreligger problem med ventilationssystemets kapacitet och funktion. Det uppstår då ett behov av att klarlägga hur ventilationssystemet fungerar med hänsyn till de förutsättningar som råder i den aktuella byggnaden. Ett värdefullt hjälpmedel är i det sammanhanget den obligatoriska ventilationskontrollen (OVK). Det kan dock bli nödvändigt att genomföra betydligt mer omfattande kontroller än OVK.

Grunden i de råd som ges i föreliggande dokument är att utredningen inleds med enkla kontroller och insamling av uppgifter om ventilationssystemets uppbyggnad och tänkta funktion. I många fall finner man redan i detta skede de svar man söker. I andra fall kan det bli aktuellt att genomföra detaljerade mätningar. Det är emellertid en utgångspunkt att arbetet ska hållas på en så enkel nivå som möjligt, och att man undviker att genomföra komplicerade specialmätningar.

Råden är i första hand avsedda att utgöra stöd dels för den som ska genomföra en ventilationsutredning, dels för den som beställer utredningen. Andra aktörer som kan ha nytta av skriften är:

- Brukare
- Förvaltare och driftpersonal
- Skadeutredande konsulter inom andra discipliner än just ventilation
- Miljö- och hälsoskyddsinspektörer

2. Nomenklatur

Ventilation	Utbyte av luft i ett rum eller en byggnad.
Mekanisk ventilation	Ventilation med hjälp av fläkt eller annan mekanisk anordning.
Ventilationssystem	Anordningar för att tillföra och distribuera luft till en lokal, byggnad e d.
Luftbehandlingssystem	Anordningar för att behandla (t ex värma eller kyla) den luft som tillförs en lokal, byggnad e d.
Luftdistributionssystem	Fläkt- och kanalsystem med don.
Klimathållningssystem	Anordningar för att hålla ett önskat klimat i en byggnad. I klimathållningssystemet ingår förutom ventilationssystem även värmesystem och kylsystem.
S-ventilation	Ventilation utan hjälp av fläkt eller annan mekanisk anordning

F-ventilation	Mekanisk ventilation med hjälp av frånluftsfläkt
FT-ventilation	Mekanisk ventilation med frånluftsfläkt och tilluftsfläkt
FTX-ventilation	Mekanisk ventilation med frånluftsfläkt, tilluftsfläkt och värmeåtervinning ur frånluften
Uteluft	Luft i det fria.
Tilluft	Luft som förs till rum (kan bestå av uteluft, överluft, återluft och cirkulationsluft).
Överluft	Luft som förs från ett eller flera rum till ett annat eller andra rum.
Frånluft	Luft som förs från rum.
Återluft	Luft som återförs till grupp av rum varifrån luften tagits.
Avluft	Luft som förs till det fria.
Cirkulationsluft	Luft som cirkulerar inne i ett rum eller till rummet återförd luft från samma rum.
Inomhusluft	Luft i rum.
Läckning	In- eller utströmning av luft till följd av otäthet.
Infiltration	Läckning av luft in i en byggnad genom otätheter i dess begränsningsytor mot det fria.
Exfiltration	Läckning av luft ut från en byggnad genom otätheter i dess begränsningsytor mot det fria.
Luftväxling	Luftflöde normerat till den fria luftvolymen i ett rum, dvs kvoten mellan luftflöde och rumsvolym (m^3/tim per m^3 eller rumsvolymer per timma = luftomsättning per timma).
Specifikt luftflöde	Luftflöde normerat till det ventilerade utrymmets storlek, vanligen golvarean (l/s per m^2 golv).
Hygienluftflöde	Det flöde av ren tilluft som krävs för att transportera bort föroreningar alstrade inomhus så att inomhusluften ska kunna betraktas som ren.
Luftföring	Luftens väg genom rummet. God luftföring innebär att hela vistelsezonen ventileras och att det inte förekommer kortslutning d v s att tilluft inte förs direkt ut via frånluftsdonen.
Vistelsezon	Den del av ett rum som utnyttjas för människors vistelse. De krav som ställts på inomhusklimatet ska vara uppfyllt i vistelsezonen. Vistelsezonen måste alltså definieras i samband med att kraven på inneklimatet formuleras. I Socialstyrelsens allmänna råd om temperatur inomhus (SOSFS 2005:15) definieras vistelsezonen som: "zon i

rum avgränsad horisontellt 0,1 meter och 2,0 meter över golv samt vertikalt 0,6 meter från innervägg och 1,0 meter från yttervägg”. Denna definition kan leda till att vistelsezonen blir mycket liten varför det under förutsättning att ytterväggen med fönster har tillräcklig värmeisolering kan finnas anledning till en alternativ definition, exempelvis: ”Vistelsezonen är området 0,6 m från yttervägg och upp till nivån 2,0 m över golv”.

3. Krav på ventilation

3.1 Krav och allmänna råd från myndigheter

Vid tidpunkten för utarbetandet av föreliggande dokument gäller nedan nämnda föreskrifter (fullständiga referenser och länkar till föreskrifterna återfinns i Bilaga 1).

- Folkhälsomyndighetens Allmänna råd om ventilation, FoHMFS 2014:18,
- Arbetsmiljöverkets föreskrift, Arbetsplatsens utformning, AFS 2009:2.
- Boverkets Byggregler, BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2015:3
- Regelsamling för funktionskontroll av ventilationssystem, OVK 2012, Boverket

Beträffande ventilationsflödets storlek kan föreskrifterna mycket kort sammanfattas med att bostäder bör ha ett uteluftsflöde på minst 0,35 l/s per m² golvarea och att lokaler utöver detta bör ventileras med minst 7 l/s per person. Nedan presenteras en något mer detaljerad sammanfattning av föreskrifterna för bostäder å ena sidan, och lokaler å den andra.

3.1.1 Hygienflöde i bostäder

- Det specifika luftflödet bör ej understiga 0,5 luftomsättningar per timma; råd från Folkhälsomyndigheten.
- Uteluftsflödet får inte understiga 0,35 l/s per m² golvarea då människor vistas i bostaden och 0,1 l/s per m² golvarea då ingen vistas där; krav enligt Boverket och råd från Folkhälsomyndigheten.
- Uteluftsflödet bör inte understiga 4 l/s per person; råd från Folkhälsomyndigheten.
- I bostäder bör inte skillnaden i absolut fuktighet inne och ute inne under vinterförhållanden regelmässigt överstiga 3 g/m³; råd från Folkhälsomyndigheten.

3.1.2 Hygienflöde i arbetslokaler, skolor och lokaler för barnomsorg

- Koldioxidkoncentrationen bör ej regelmässigt stiga över 1000 ppm vid normal användning av lokalen. Halter över denna gräns anses vara en indikation på att ventilationsflödet är för lågt i förhållande till antalet personer som vistas i lokalen och att luftkvaliteten inte är tillfredsställande; råd från Arbetsmiljöverket och Folkhälsomyndigheten.
- Uteluftsflödet bör inte underskrida 7 l/s per person vid stillasittande sysselsättning. Högre flöde kan behövas vid högre aktivitetsnivå. Ett tillägg på minst 0,35 l/s per m² golvarea bör göras med hänsyn till föroreningar från andra källor än människor; råd från Arbetsmiljöverket och Folkhälsomyndigheten

- I lokaler för allmänna ändamål, där människor vistas stadigvarande, bör inte skillnaden i absolut fuktighet inne och ute under vinterförhållanden regelmässigt överstiga 3 g/m^3 ; råd från Folkhälsomyndigheten.

3.1.3 *Beträffande kontinuerlig eller intermitternt ventilation*

- För andra byggnader än bostäder får ventilationssystemet utformas så att reduktion av tilluftsflödet, i flera steg, steglöst eller som intermitternt drift, är möjlig när ingen vistas i byggnaden; Boverkets Byggregler.
- I vissa typer av lokaler kan det vara nödvändigt att ventilationssystemet är i drift kontinuerligt även då ingen verksamhet pågår. Detta gäller t.ex. i lokaler där det pågår processer som alstrar luftföroreningar, eftersom det finns risk att föroreningar via kanalsystemet kan spridas till rum där de normalt inte alstras, eller i byggnader med stora emissioner från byggmaterialet; råd från Arbetsmiljöverket.
- Efter en tid med reducerat flöde bör ventilationssystemet vara i drift med normalt luftflöde så länge att rumsvolymen omsätts minst en gång innan rummet återanvänds; råd från Boverket och Arbetsmiljöverket.
- Efter nybyggnad eller invändig renovering bör ventilationen gå kontinuerligt under det första året. Först därefter bör eventuell reduktion göras när lokalerna inte används; råd från Arbetsmiljöverket.

3.1.4 *Beträffande uteluftsintagets placering*

- Kvaliteten på luften som tillförs byggnaden bör säkerställas genom lämplig placering och utformning av uteluftsintag, intagskammare, tilluftsrening eller dylikt; råd från Boverket.
- Uteluftsintagen bör placeras så att påverkan från avgaser och andra föroreningskällor minimeras. Hänsyn tas till höjd över mark, väderstreck och avstånd från trafik, avluftsöppningar, spillvattenledningarnas luftningar, kyltorn och skorstenar; råd från Boverket och Arbetsmiljöverket.
- I mer förorenad miljö, t.ex. i stadskärnor, bör uteluftsintag placeras på tak eller mot en innergård och på en sådan höjd att föroreningar från marken inte suges in. I sådana miljöer behöver uteluften vanligen filtreras; råd från Arbetsmiljöverket.
- Temperaturförhållandena är också väsentliga. Uteluftsintag bör placeras där luften är så kall som möjligt och inte värms upp av t.ex. svarta tak eller soluppvärmda fasader; råd från Arbetsmiljöverket.

- Råd om placering av uteluftsintag och avluftsöppningar finns t.ex. i R1 - Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav utgiven av Miljö- och energitekniska föreningen; råd från Boverket och Arbetsmiljöverket.

3.1.5 Beträffande återluft

- Återluft till rum ska ha så god luftkvalitet att negativa hälsoeffekter undviks och besvärande lukt inte sprids. Återföring av frånluft från kök, hygienrum eller liknande utrymmen får inte ske. Återluft i bostäder tillåts endast om installationen utformas så att luft från en bostad återförs till en och samma bostad; krav från Boverket.
- Återluftsflödet bör kunna stängas av vid behov; råd från Boverket.
- En utredning om installation av återluft bör visa hur erforderlig luftkvalitet uppnås och hur systemets tillförlitlighet upprätthålls. Dokumentationen av utredningen bör förvaras i drift- och underhållsinstruktionen; råd från Arbetsmiljöverket.
- Återluftsflödet går vanligtvis att stänga av vid återluftssystem. Däremot har vissa värmeåtervinningssystem en funktion som innebär en viss återluft. T.ex. kan gasformiga föroreningar i varierande grad överföras i roterande värmeväxlare. Denna återluft går inte att stänga av. Detta förhållande är viktigt att ta hänsyn till i utredningen och när ventilationssystemet utformas; råd från Arbetsmiljöverket.

3.1.6 Vidare omnämns följande indikatorer på bristande luftkvalitet i Folkhälso-myndighetens råd:

- Att tilluften misstänks vara förorenad
- Att det ofta förekommer lukt från en annan plats än den egna bostaden eller lokalen, t.ex. matos eller andra påtagliga eller besvärande lukter,
- Att luften i bostaden eller lokalen strömmar från rum med lägre krav på luftkvalitet till rum med högre krav, t.ex. från kök eller badrum till sovrum, och
- Att rummen är oventilerade eller det saknas överluftsdon mellan rum där människor vistas stadigvarande.

Vidare så sägs att det vid bedömningen av om olägenhet för människors hälsa föreligger bör en helhetsbedömning göras av byggnadernas eller lokalernas förutsättningar för den aktuella verksamheten. I skolor, lokaler för barnomsorg och lokaler för allmänna ändamål är det betydelsefullt att hänsyn tas till antalet personer som vistas i lokalen, användningssättet, vistelsens längd, vädringsmöjligheter och rutinerna för vädring.

Kommentar:

Kravet och råden beträffande ventilationsflödets storlek avser uteluft. Den tillförda uteluften kan vara obehandlad eller behandlad (värmad, kyld eller filtrerad). I bostäder med S- eller F-ventilation sker mätningar i allmänhet av frånluften, inte tilluften. Således mäter man egentligen inte den faktor som kravet avser och det kan vara svårt att bedöma mängden uteluft. Allt för stora undertryck kan medföra att en betydande del av den luft som tillförs utrymmet inte är uteluft via avsedda ventilationsdon, utan istället luft som tillförs genom läckage från angränsande utrymmen eller konstruktionsdelar. Vid kontroll av ventilationens funktion räcker det alltså inte alltid att mäta flödets storlek. Man måste också förvissa sig om att frånluftsflödet ersätts med uteluft som tillförs på rätt sätt.

4. Exempel på vanliga fel och funktionsbrister

4.1 S- och F-ventilation

Bostäder är ofta ventilerade genom självdrag eller med frånluftsventilation. Dessa två principlösningar liknar varandra i och med att det i båda fallen normalt handlar om att tillföra obehandlad uteluft. Vintertid är alltså tilluften kall, vilket gör att man måste begränsa luftflödet för att det inte ska uppstå problem med upplevelse av drag (lokal avkylning av kroppen på grund av kall luft som rör sig allt för kraftigt). Väl utformade S- och F-system kan därför tillföra ett ventilationsflöde som motsvarar lite drygt 0,5 luftomsättningar per timma, inte mer. Om det uppstår problem med drag är det inte ovanligt att bukarna själva försöker reducera problemet genom att blockera uteluftstillförseln på olika vis. Om det är för små och/eller för få öppningar för tilluften kommer uteluftstillförseln att bli för liten, vilket leder till att luften känns instängd och dålig. Vid måttliga tryckuppsättningar klarar exempelvis en spaltventil endast 4 á 5 l/s. Det räcker knappt till för en person och det är definitivt för lite i ett rum för flera personer. Det är dessvärre ganska vanligt att antalet uteluftsdon är för litet. Under den varma årstiden kan dessutom drivkrafterna i ett självdragshus bli allt för små, speciellt om uteluftsdonen är för små eller för få. Drivkrafterna i ett flervåningshus avtar drastiskt högre upp i huset vid samma temperaturdifferens ute/inne. Sommartid kan luftflödena bli så små att de överhuvudtaget inte går att mäta.

Fördelningen av den tillförda uteluftens kan bli ojämn i hus med S- och F-ventilation. Exempelvis kan vardagsrummet bli välventilerat om ett fönster står på glänt där. Samtidigt kanske sovrummet får väldigt lågt uteluftsflöde om både fönstret och innerdörren till sovrummet är stängda, speciellt om det inte finns en tillräckligt stor överluftsöppning i sovrummet. Det mesta av ventilationsluften kommer då att passera via vardagsrummet, inte sovrummet.

Ett annat problem med S- och F-ventilation är att luften tas in via uteluftsdon som ibland kan vara placerade nära hårt trafikerade gator där koncentrationen av luftföroreningar periodvis kan vara hög.

4.2 FT- och FTX-ventilation

En del bostäder och de allra flesta lokalbyggnader har mekanisk ventilation i form av FT- eller FTX-system. I dessa fall förväms ventilationsluften vilket medger högre luftflöden utan att det uppstår drag, under förutsättning att tilluftsdonen är lämpligt utformade och placerade. Lämplig placering och utformning av donen är också avgörande för att luftföringen ska bli bra utan att det uppstår kortslutning mellan tilluft och frånluft. Normalt behöver tilluften vara kallare än rumsluften för att luftföringen ska bli god.

I kontor där behovet av komfortkyla tillgodoses med vattenburna system motsvarar ventilationsflödet ofta runt 2 luftomsättningar per timma. Detta krävs för att luftens kvalitet ska kunna bli bra. I kontor där komfortkylningen sker med ventilationsluft kan luftflödena motsvara 3 á 4 luftomsättningar per timma. Då är det behovet att transportera bort överskottsvärme som blir dimensionerande, inte lufthygien. I skolor

krävs normalt 4-5 luftomsättningar per timma för att uppfylla de krav myndigheterna ställer för att ventilationen ska bidra till bra luftkvalitet.

I mekaniskt ventilerade hus finns risken att fläktarna inte har tillräcklig kapacitet, eller att luftdistributionssystemet inte är tillräckligt bra injusterat. Det kan leda till allt för låga luftflöden generellt i huset, eller i vissa rum. Moderna hus har ofta någon form av automatisk behovsstyrning vilket innebär att rumsluftens temperatur och/eller koldioxidkoncentration mäts och automatiskt påverkar ett spjäll eller don. Detta leder i sin tur till att fläktarnas varvtal automatiskt ökas för att kunna upprätthålla ventilationens drivkraft – som i det här fallet är trycket i kanalsystemet. Rätt ventilationsfunktion i denna typ av system hänger på att en lång rad mer eller mindre avancerade tekniska komponenter och delsystem fungerar felfritt. För att det verkligen ska fungera krävs att någon har ansvaret för att utföra funktionskontroller och sköta tekniken löpande.

En annan orsak till att luftflödet inte räcker till är att hyresgästen ibland tillåter fler personer i en lokal än vad ventilationen är dimensionerad för. Detta leder till att det blir för varmt och att luftkvaliteten upplevs som dålig.

4.3 Skyddsventilation

I laboratorier och skolor med kemisalar och slöjdsalar används punktutsug, dragskåp, kemikalieskåp och andra lösningar för att fånga in luftföroreningar där de alstras. Sådana ventilationstekniska lösningar hör till kategorin skyddsventilation, eftersom de har till uppgift att skydda personer från att exponeras för hälsovådliga ämnen, och eller att skydda de produkter som hanteras i verksamheten. Den här typen av ventilation är intermitterent och kräver stora luftflöden när de används. När skyddsventilationen är aktiv påverkas även systemet för allmänventilation. Antingen måste tilluftsflödet ökas tillräckligt för att kunna ersätta den luft som evakueras via exempelvis ett eller flera dragskåp. Ett annat alternativ är att minska allmänventilationens frånluftsflöde. Om det saknas fungerande automatisk regelring av luftflödena kan det periodvis bli mycket kraftig obalans mellan till och frånluftsflöden med stora tryckskillnader mellan olika rum och mellan rum och det fria.

För att ett dragskåp eller ett punktutsug ska fungera som avsett måste luftflödet vara tillräckligt stort. I arbetsöppningen i exempelvis ett dragskåp behöver lufthastigheten vara åtminstone ca 0,5 m/s. I punktutsug kan det kandra om 10-20 m/s. Allt för låg lufthastighet kan ha flera olika orsaker, exempelvis att luftflödesregelringen är bristfällig eller att frånluftsknalen är igensatt.

5. Utredningsmetod

Ventilationsutredningen skall genomföras systematiskt och inledas med enkla kontroller och insamling av uppgifter om ventilationssystemets uppbyggnad och tänkta funktion. Därefter kan det bli aktuellt att genomföra mer detaljerade mätningar. Vad som ska kontrolleras beror på vad det är för typ av ventilationssystem och om det finns en driftorganisation eller inte. En lämplig arbetsgång är:

1. Enkla okulära kontroller.
 - a. Luftflöden:
 - Är det flöde i donen?
 - Verkar det råda ofördelaktiga tryckskillnader mellan utrymmen?
 - Går eventuell överluft åt rätt håll?
 - b. Inspektera fläktrum
 - c. Uteluftsintag.
2. Klarlägg avsedd funktion.
 - a. Granska driftkort och annan dokumentation
 - b. Samtala med driftpersonal
 - c. Vilken verksamhet är ventilationen projekterad för?
3. Klarlägg verklig funktion
 - a. Granska OVK-protokoll och annan dokumentation av genomförda kontroller (t ex besiktningsprotokoll).
 - b. Hur sköts och underhålls anläggningen?
 - c. Fortsatt diskussion med driftpersonal
 - d. Intervjua brukare
4. Planera mätningar och fastställ kriterier för godkännande.
5. Genomför och tolka mätningar
 - a. Luftflöden
 - b. Luftföring i rum
 - c. Tryckförhållanden
 - d. Luftrörelser mellan utrymmen
 - e. Temperaturer (tilluft, rumsluft)
 - f. Filterfunktion
 - g. Överläckning (i värmeväxlare samt mellan avluft och luftintag)
6. Redovisa resultat och slutsatser

Utredningsmetodikens moment behandlas i tur och ordning nedan.

5.1 Enkla okulära kontroller

- Fastställ ventilationsteknisk lösningsprincip.
- Är det flöde i donen? Testa t.ex. med servett eller näsduk vid både till och frånluftsdon.

- Föreligger risk för kortslutning mellan till- och frånluftsdon? Kan vara självklart utifrån placering, men kan även testas med rök.
- Verkar luftföringen lämplig? Kan man känna att luftströmmarna når ut i rummet?
- Verkar det råda ofördelaktiga tryckskillnader mellan utrymmen? Testa genom att öppna ytterdörrar och fönster. Det ska varken vara tydligt baksug (undertryck) eller så att dörren/fönstret blåser upp (övertryck).
- Går eventuell överluft åt rätt håll? Luftströmmar ska gå från rum med högre krav på luftkvalitet till rum med lägre krav. Testa på samma sätt som vid kontrollen om det är flöde i donen, alternativt med rök vid springan under toalettdörr eller vid kontor ut mot korridor.
- Mät temperaturen på tilluften och rumsluften. Tilluften bör vara 2-3 grader kallare än rumsluften.
- Inspektera fläktrum. Är filter och kanaler smutsiga? Verkar filterinfästningar vara täta? Verkar fläktmotorer fungera tillfredställande (kraftiga vibrationer, missljud etc).
- Uteluftsintag. Finns det fungerande avskiljare så att inte snö, regn eller organiskt material som löv och kvistar kan komma in i ventilationskanalen? Hur är intaget placerat? Finns det risk för att t.ex. avgaser från trafik kommer in i ventilationskanalen?
- Avluftsdonens placering i relation till uteluftsintag. Finns det risk för kortslutning?

5.2 Klarlägg avsedd funktion

- Granska driftkort, ritningar. Om det saknas driftkort och relationsritningar kan det vara en god idé att efterlysa handlingar från projekteringen, exempelvis bygghandling VVS och STYR
- Samtala med driftpersonal. Vilken verksamhet är ventilationen projekterad för? Är systemlösningen och funktionen ändamålsenlig med hänsyn till huset och verksamheten?

5.3 Klarlägg verklig funktion

- Granska OVK-protokoll och annan dokumentation av genomförda kontroller (t.ex. besiktningsprotokoll).Fortsatt diskussion med driftpersonal
- Har driftsstörningar observerats?
- Finns det tydliga fel som driftpersonalen noterat?
- Finns loggade data (flöden, tryck, temperatur, styrsignaler etc)
- Finns och följs rutiner för skötsel och underhåll?
- Är rutinerna rimliga med avseende på filterbyten, städning, kontroll av vattenlås vid dräneringspunkter etc.

Har någon enkätundersökning gjorts? Vad blev resultatet? Om inte, intervju brukare.

5.4 Planera mätningar och fastställ kriterier

Behovet av mätningar beror på arten av de problem som ska utredas, och på resultatet av de föregående utredningsstegen. Ofta blir det fråga om att mäta luftflöden och/eller koldioxidkoncentration. Luftförling i rum, luftrörelser mellan utrymmen, och filterfunktion är exempel på andra delar av ventilationens funktion som kan behöva undersökas genom mätningar.

Generellt gäller att mätningar av inneklimatparametrar och ventilation så långt som möjligt bör genomföras med etablerade/standardiserade metoder. Det finns en rad publicerade metodbeskrivningar som kan utnyttjas i detta sammanhang, exempelvis sådana från Nordtest.

Mätning av luftflöden i ventilationsinstallationer ska utföras enligt skriften T9:2007 från Formas. Exempel på andra etablerade metoder återfinns i Bilaga 2.

Innan mätningarna startar måste utredaren noggrant tänka igenom vad syftet är och hur mätarbetet ska genomföras. Om uppdragsgivaren så önskar ska utredaren kunna redovisa en mätplan som preciserar:

- Vad som skall mätas och med vilken metod.
- På vilka platser mätningar skall göras och varför dessa platser valts ut (typrum, väderstreck, försörjande aggregat, verksamhet).
- När varje mätning skall utföras.
- Vilka omständigheter som kan påverka resultatet (exempelvis väder och vind, tekniska installationers driftstatus och personbelastning)
- Vilket resultat som förväntas, vilket innefattar bl a en sammanställning av kriterier och krav som skall verifieras

5.5 Genomför och tolka av mätningar

Mätningarna ska genomföras med ledning av den framtagna planen. Förutom själva mätarbetet att läsa av mätvärden, måste mätteknikern också dokumentera systemets driftstatus, verksamhetens omfattning i lokalerna och väderleksförhållandena vid mättillfället eller under mätperioden. Mätpunkternas läge måste dokumenteras. Mätteknikern ska föra protokoll som tillsammans med ritningar, skisser och eventuellt även foton klargör när, på vilka platser och under vilka förhållanden mätningarna genomförts. Materialet ska verifiera att man följt mätplanen, eller klargöra om, och i så fall varför, man tvingats göra avsteg från planen.

I Bilaga 4 sammanfattas några viktiga råd beträffande mätning och kontroll av luftflöden, luftförling i rum, tryckförhållanden och filterfunktion.

5.6 Redovisa resultat och slutsatser

Redovisningen av mätresultaten ska precisera om det förekommit avvikelser från mätplanen. Av mätrapporten ska använd mätapparat framgå (modellbeteckning, serienummer) och uppgift om senaste kalibrering (kopia av giltigt kalibreringsbevis ska kunna bifogas).

Analysen av mätresultaten ska tillsammans med övriga observationer leda fram till en bedömning av ventilationssystemets funktion. Om funktionen inte befunnits fullgod skall observerade brister och deras orsak anges. Slutsatserna ska formuleras så att det framgår om den bristande funktionen beror på:

- att ventilationssystemets uppbyggnad och utformning är olämplig i förhållande till
 - Myndigheternas krav och råd
 - Byggnaden och den verksamhet som bedrivs där idag
- att någon enskild komponent fungerar felaktigt eller är feldimensionerad
- brister i styr- och reglersystemet
- felaktig injustering av luftdistributionssystemet
- bristande underhåll

Om utredningen pekar på att det föreligger ventilationstekniska funktionsbrister bör förslag på åtgärder alltid ges. Vilken grad av detaljering åtgärdsförslagen ges beror på hur uppdraget specificerats.

Bilaga 1. Myndigheternas föreskrifter

Folkhälsomyndighetens Allmänna råd om ventilation, FoHMFS 2014:18,
<http://www.folkhalsomyndigheten.se/publicerat-material/foreskrifter-och-allmanna-rad/fohmfs-201418/>

Arbetsmiljöverkets föreskrift, Arbetsplatsens utformning, AFS 2009:2.
http://www.av.se/lagochratt/afs/afs2009_02.aspx

Boverkets Byggregler, BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2015:3
<http://www.boverket.se/sv/lag--ratt/forfattningssamling/gallande/bbr---bfs-20116/>

Regelsamling för funktionskontroll av ventilationssystem, OVK 2012, Boverket.
<http://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/publikationer/2012/regelsamling-for-funktionskontroll-av-ventilationssystem-ovk/>

Bilaga 2. Exempel på metoder för ventilationsmätningar*Verifiering av krav på hygienluftflöden*

Rapport T9:2007, Metoder för mätning av luftflöden i ventilationsinstallationer, Formas.

Återföring av avluft:

Nordtestmetod NT VVS 063, Air transference: Intake and inlet air.

Luftomsättningsmätning:

Nordtestmetod NT VVS 055, Buildings: Total outdoor air inflow.

Spårgasmätning för bestämning av luftflöde i rum

Nordtestmetod NT VVS 074, Total ventilation rate: Continuous measurement – constant flow technique.

Passiv spårgasteknik:

Nordtestmetod NT VVS 105, Flow rate, total effective . by single zone approximation.

Koldioxid och lokalt ventilationsindex:

Nordtestmetod NT VVS 114, Indoor Air Quality: Measurement of CO₂.

Luftutbyteseffektivitet:

Nordtestmetod NT VVS 047, Buildings – Ventilating air: Mean age of air.

(Det bör här påpekas att denna metod är tämligen tidskrävande och erfordrar hög grad av expertkunnande. Ett alternativ som bör övervägas är Nordtestmetod NT VVS 114, se ovan. Detta alternativ beskriver mätning av lokalt ventilationsindex med hjälp av koldioxid, vilket är betydligt enklare).

Filterfunktion:

Nordtestmetod NT VVS 128, Ventilation filters: Field test of efficiency.

Bilaga 3 – Råd beträffande ventilationsflöden

Här återges tidigare råd från Boverket. Tabellerna har hämtats från R1 – Riktlinjer för specifikation av inneklimatekrav, Energi & Miljötekniska Föreningen.

Tidigare råd från Boverket beträffande hygienluftflöden

Till och med år 2006 omfattade Boverkets byggregler (18) följande råd om hygienluftflöden. Uteluftsflödet till rum eller del av rum bör anordnas med lägsta kapacitet enligt tabell B.4.1. Frånluftsflödet vid mekanisk ventilation bör anordnas med lägsta kapacitet enligt tabell B.4.2.

Tabell B.4.1 Uteluftsflöde

Utrymme	Minsta luftflöde
Bostäder Rum eller del av rum för sömn och vila	4 l/s per sovplats
Samlingslokaler, butikslokaler o.d Rum eller del av rum där personer vistas mer än tillfälligt	7 l/s för varje person som samtidigt kan förväntas vistas där

(BFS 1998:38)

Tabell B.4.2 Frånluftsflöde

Utrymme	Minsta frånluftsflöde
Bostäder, vårdlokaler, hotell o.d	
Kök	10 l/s, forcering med minst 75 % uppfångningsförmåga för luftföroreningar
Pentry, kokvrå	15 l/s
Bad- eller duschrum med öppningsbart fönster	10 l/s 2*
Bad- eller duschrum utan öppningsbart fönster	10 l/s med forcering till 30 l/s eller 15 l/s 2*
Toaletterum	10 l/s
Fritidslokal	10 l/s 2*
Samlingslokaler, butikslokaler o.d.	
Rum särskilt avsett för rökning	20 l/s per person

forts. nästa sida

Hygienrum avsett för allmänheten	20 l/s per toalettstol	
Serviceutrymmen		
Städtrum	3 l/s per m ² golvarea, dock minst 15 l/s	
Tvättstuga, torkrum	10 l/s	2*
Avfallsrum	5 l/s per m ² golvarea	
Avfallsrum avsett enbart för torra sopor	0,35 l/s per m ² golvarea	
Sopnedkast	50 l/s	
Hisschakt	8 l/s per m ² schaktarea	3*
Garage (antal parkeringar/plats ≤ 1 per 8 tim.)	0,9 l/s per m ² golvarea	4*
Garage (antal parkeringar/plats > 1 per 8 tim.)	1,8 l/s per m ² golvarea	4*

(BFS 1998:38)

2* Om golvarean är större än 5 m², bör frånluftsflödet ökas med 1 l/s för varje tillkommande m² därutöver. Om man skall kunna installera tvättmaskin, torktumlare eller liknande i badrum, bör ökade krav ställas på luftväxling.

3* Om hisschakt ventileras med självdrag, bör ventilationsöppningarnas sammanlagda area vara minst 0,01 m²/m² schaktarea.

4* Om garage ventileras med självdrag och golvarean är större än 50 m² bör ventilationsöppningarnas sammanlagda area vara minst 0,03 m²/m² golvarea när antal parkeringar/ plats ≤ 1 under den mest belastade 8-timmarsperioden. Vid livligare parkeringstrafik bör ventilationsöppningarnas sammanlagda area vara minst 0,06 m²/m² golvarea. Om garage ventileras med självdrag och golvarean i garaget är mindre än 50 m², bör ventilationsöppningarnas sammanlagda area vara minst 0,002 m²/m² golvarea.

Bilaga 4. Råd beträffande några specifika mätningar och kontroll

B4.1 Luftflöde

I samband med utredning av inomhusmiljöproblem kan mätningar genomföras med olika syften. Mycket enkla kontroller kan inledningsvis göras för att ge en orientering om ventilationssystemets driftstatus. Om det råder misstanke om att uteluftsflödet är för lågt måste detta mätas upp och jämföras med en adekvat referens. I första hand är det de projekterade luftflödena som utgör referens, men det är nödvändigt att samtidigt klargöra om verksamheten förändrats så att ventilationsbehovet i praktiken är större än vad systemet dimensionerats för. Man bör därför jämföra med de riktlinjer som kan finnas för olika typer av verksamhet i huset.

B4.2 Luftföring i rum

Förutom tillförsel av tillräckligt stort uteluftsflöde skall ventilationssystemet fördela luften på ett lämpligt sätt i lokalerna, d v s luftföringen skall vara lämplig. Hela vistelsezonen skall vara välventilerad utan att det uppstår s k kortslutningseffekter med stagnationszoner som följd. Kortslutningseffekter föreligger om en del av tilluften transporteras bort från rummet utan att först ha passerat vistelsezonen. Detta skulle kunna uppkomma om tilluftstemperaturen är för hög, om tilluftsdonen är av en olämplig typ med hänsyn till luftflödets storlek och temperatur, eller om donen är olämpligt placerade. Bedömningen av luftföringen i rum bör i första hand baseras på en bedömning av dessa faktorer. Enkla kontroller kan göras med rök. Undantagsvis kan det bli aktuellt med spårgasmätning för bedömning av ventilationens karaktär (ventilationens effektivitet).

B4.3 Tryckförhållanden och luftrörelser mellan utrymmen

Tilluften ska tillföras via avsedda ventiler eller tilluftsdon, medan frånluften evakueras via frånluftsdon, ofta placerade på toaletter, i kök, duschrum etc. I arbetslokaler med större luftflöden kan det vara aktuellt med processventilation i form av punktutslug, dragskåp eller annan skyddsventilationsutrustning som är i periodvis drift. Utformningen och styrningen av systemen för tilluft och frånluft påverkar tryckförhållandena i huset.

Om det råder olämpliga tryckförhållanden kan luft föras oönskade och ofördelaktiga vägar mellan olika utrymmen. Om det är stora otätheter i konstruktionsdelar som skiljer olika utrymmen i huset kan det uppstå luftläckage som i sin tur leder till spridning av luftföroreningar (exempelvis från kryppgrund eller vind till vistelserum). Sådana förhållanden kan alltså orsakas av byggnadstekniska brister snarare än brister i ventilationssystemet. Hur stort luftläckage som uppstår kan dock starkt påverkas av ventilationssystemets funktion. Förekomsten av oönskade luftrörelser mellan utrymmen och läckage genom otätheter i konstruktionsdelar kan undersökas genom rökvisualisering och/eller med hjälp av spårgasmätningar.

B4.4 Filterfunktion

I system som innefattar mekanisk tilluft kommer partiklar att deponeras på tilluftssystemets inre ytor om tilluftsfiltren är skadade eller bristfälligt installerade. Deponerade partiklar binds rätt hårt till ytan och risken torde vara liten för att de skulle lossna igen och senare tillföras rumsluften. Om dammansamlingen är omfattande kan detta tänkas leda till ett ökat flödesmotstånd med allt för låga luftflöden som följd. Detta sker normalt inte i tilluftskanaler där tilluftsaggregatet är utrustat med fungerande filter. I frånluftskanaler kan det dock bli aktuellt, eftersom dessa exponeras för ofiltrerad rumsluft som ofta innehåller en betydande mängd stora partiklar.

Det är normalt inte meningsfullt att mäta partikelhalten i tilluften för att avgöra om kanalsystemet är nedsmutsat. Däremot kan sådana mätningar visa om luftfiltrens funktion motsvarar den aktuella filterklassen. Gasmätningar i tilluften kan bli en god indikation på felaktigt placerade uteluftsintag. Rekommendationen är dock att i första hand genomföra okulära kontroller.

Ett flertal undersökningar, bl a från Danmark, har pekat på att tilluftsfilter som inte byts tillräckligt ofta kan ge upphov till luktproblem. Bland de mest långtgående riktlinjerna för att råda bot på detta potentiella problem återfinns de finska inneklimatriktlinjerna. Dessa rekommenderar bytesintervaller på ½ till 1 år beroende på hur filtret är placerat i luftbehandlingsaggregatet. Samma riktlinjer rekommenderar att filter som varit blöta under en längre tid (någon vecka i sträck) skall bytas. I samband med kontroll av ventilationssystemet kan det vara aktuellt att klarlägga hur länge filtren varit i drift och hur ofta filtren brukar bytas i det aktuella huset. Om det finns misstanke om att de aktuella innemiljöproblemen beror på dålig tilluftskvalitet och tilluftsfiltren varit i drift i mer än ett år bör dessa bytas mot nya filter, om möjligt av lägst filterklass F7. Filtrens kvalitet bör vara säkrad enligt SPs P-märkning eller motsvarande.