

#8144

Ventilationsguiden

Byggherrens guide för bostadsventilation

NYBYGGNAD

Göran Werner
Marie Hult
Lotta Bångens
Olle Källman

Redigering och grafisk produktion:
Hans Pettersson och Lena Forsberg, e-gruppen teknikinformation ab

Omslag:
Dagmar Forsberg, Byggeforskningsrådet

Illustrationer:
Hans Sandqvist, Bildinformation AB

Förord

Byggforskningsrådet satsar på forskning och utveckling om ventilation i bostäder och lokaler. Verksamheten innefattar såväl grundläggande forskning inom området som framtagandet av metoder för utformning av system och för speciella tekniska lösningar. Att föra ut kunskaperna från forskning och utveckling till dem som behöver dem i praktiken är också en viktig del av Byggforskningsrådets arbete.

En nyligen genomförd stor statistisk undersökning visar att ventilationen i svenska bostäder i oroande hög grad är otillfredsställande. I fyra av fem småhus ligger ventilationen under normen (0,35 l per sekund och m²) och i ungefär hälften av lägenheterna i flerbostadshusen.

Förutsättningarna för att man ska få ett väl fungerande ventilationsystem som är anpassat efter byggnaden och hur den ska användas ökar naturligtvis om man redan i ett inledande skede är helt klar över vilket inneklimat man vill ha, hur mycket de boende själva ska kunna påverka ventilationssystemet, konsekvenserna för drift och skötsel m m.

"Ventilationsguiden, Byggherrens guide för bostadsventilation" riktar sig i första hand till byggherren och de konsulter han tar till sin hjälp inför en nybyggnad eller mer genomgripande ombyggnad. Boken har tagits fram i ett projekt som initierats av Byggforskningsrådet och baseras på resultat från ett stort antal byggforskningsprojekt. Syftet är att boken ska vara en vägledning i valet av ventilationsystem. Ventilationsguiden fungerar på detta sätt som ett komplement till Boverkets Byggregler.

Det är Byggforskningsrådets förhoppning att Ventilationsguiden ska bli ett bra hjälpmedel och medverka till att vi får ett gott inomhusklimat med väl fungerande ventilation i våra bostäder i framtiden.

Stockholm i augusti 1993

Jan Lagerström
Byggforskningsrådet

Ventilationsguiden

– en vägvisare för bra bostadsventilation

Problem med dåliga ventilationsanläggningar i våra bostäder kan ofta hänföras till att man i inledande projektskeden, och vid teknikupphandling, inte vetat vilka krav man måste ställa och hur dessa ska formuleras. Det har då varit svårt att ”komma överens” med projektörer och entreprenörer om vad ventilationsanläggningen ska svara upp mot. En annan vanlig orsak är brister i uppföljning av ställda funktionskrav.

Byggherren har alltid det yttersta ansvaret för kvalitetssäkring i ett projekt. Resultatet styrs sedan av hur funktionskraven i programskedet preciseras och förmedlas till projektörer och entreprenörer. Man får det man beställer. Det är därför viktigt att byggherren klarar av att precisera och ställa dessa krav.

Ventilationsguiden är ett hjälpmedel för byggherrar att i programskedet upprätta en kravspecifikation för ventilationsanläggningen. Ventilationsguiden kan också användas för bedömning av program som upprättats av projektörer. Dels som ett komplement vid valet av inneklimatklass, dels för att bedöma anläggningens konsekvenser på drift och skötsel.

Ventilationsguiden ger vägledning för tekniska och ekonomiska konsekvenser av olika standardnivåer, där 80-talets normkrav ligger som lägsta nivå. Den högsta nivån används i projekt där man ställt höga krav på inomhusklimatet inklusive brukaranpassning och rationell förvaltning. Ventilationsguiden ger även förslag på hur de olika nivåerna kan uppnås.

Projektledare och huvudförfattare för arbetet med ventilationsguiden har varit Göran Werner, AIB installationskonsult. Medförfattare har varit Lotta Bångens, AIB, Marie Hult, Stockholm Konsult, och Olle Källman, INTEK.

Innehåll

Så här används Ventilationsguiden	7
Standardnivåer för bostadsventilation	8
Standardnivåer utifrån boendekrav	8
Standardnivåer utifrån förvaltarkrav	9
Översiktstabell standardnivåer	10
Ventilationsguiden	13
<i>Boende – Termisk komfort</i>	<i>14</i>
1. Rumstemperatur	14
2. Lufthastighet i vistelsezonen	15
3. Vertikal temperaturdifferens	16
4. Golvtemperatur	17
<i>Boende – Luftkvalitet</i>	<i>18</i>
5. Matos	18
6. Kolmonoxid i rumsluft	19
7. Koldioxid i rumsluft	20
8. Kvävoxidcr	21
9. Formaldehyd	22
10. TVOC, totalhalt lättflyktiga organiska ämnen	23
11. Partiklar i tilluften	24
12. Radon	25
<i>Boende – Buller från ventilationsanläggningar</i>	<i>26</i>
13. Ljudnivå	26
14. Ljudnivå – lågfrekvent buller	26
15. Ljudnivå – infrabuller	26
16. Ljudnivå utanför fastigheten	26
<i>Förvaltning – Driftekonomi</i>	<i>28</i>
17. Uppvärmningsenergi	28
18. Energiflexibilitet	29
19. Specifik fläkteffekt, SFP	30
20. Luftutbyteseffektivitet	31
21. Isoleringsgrad	32
<i>Förvaltning – Drift och underhåll</i>	<i>33</i>
22. Rensbarhet	33
23. Tillgänglighet och tillsyn	34
24. Övervakningsgrad	35
25. Periodiskt underhåll	36
<i>Förvaltning – Systemflexibilitet</i>	<i>37</i>
26. Totalflödesökning	37
27. Flödesjustering lägenhetsvis	38
28. Flödesomfördelning inom lägenhet	39
29. Behovsstyrd ventilation	40
Grundläggande ventilationsteknik	41
<i>Ventilationssystem</i>	<i>42</i>
Självdragssystem	42
Fläktförstärkt självdtag	42
Frånluftssystem	43
Från- och tilluftssystem	43
<i>Ventilationsprinciper</i>	<i>44</i>
Omblandande ventilation	44
Deplacerande ventilation	44
Värmeåtervinning	45
Värmepump	45
Värmeväxlare	46
Behovsstyrd ventilation	46
Normer och referenslitteratur	47

Så här används ventilationsguiden

Ventilationsguiden är i första hand utformad för att ge vägledning vid nyproduktion av flerbostadshus. Kraven kan även till stor del tillämpas för småhus och vid ombyggnad av bostäder. De tekniska lösningarna blir dock annorlunda vid ombyggnad. En ventilationsguide anpassad för ombyggnad av äldre bostadshus är under utarbetande.

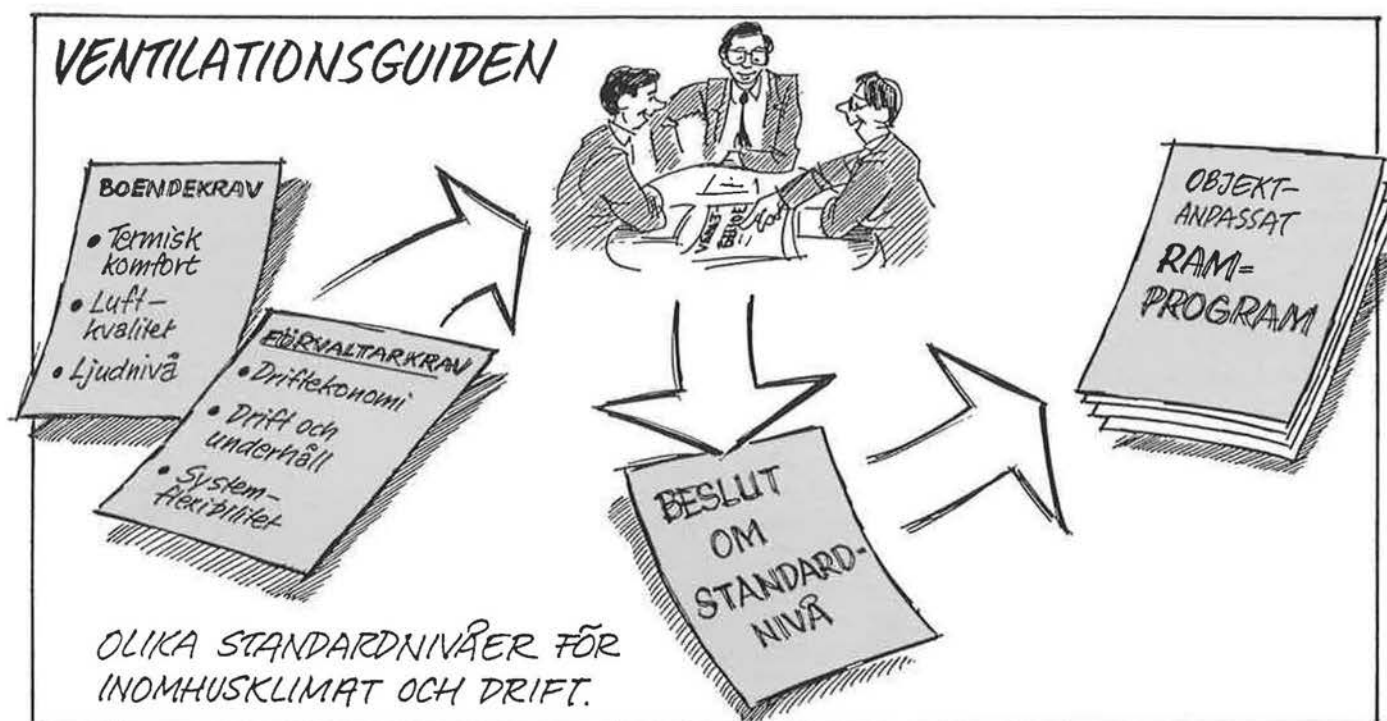
Ventilationsguiden hjälper byggherrar och projektledare att formulera sina funktionskrav. Ju högre standard som väljs desto större krav ställs det på de tekniska lösningarna.

Ventilationsguiden förespråkar ej något ventilationssystem före andra. De flesta kraven kan uppfyllas med såväl F-ventilation som med "naturlig" ventilation av typ fläktförstärkt självdrag, förutsatt att rätt komponenter väljs för att klara kraven på t ex ljud, filtrering eller drag från tilluftsdon. Förvaltar krav på drift och skötsel är också en viktig faktor.

För att underlätta valet av standardnivå har exempel på tekniska lösningar beskrivits kortfattat och i flera fall har även ungefärliga kostnader för att välja en högre standard angetts.

Som komplement till Ventilationsguiden 1, Nybyggnad, och 2, Ombyggnad, kommer det också att finnas en exempelsamling med beskrivning av objekt utförda med ventilationsguidens olika kravnivåer.

Utgångspunkten för kravspecifikationen är val mellan olika standardnivåer för var och en av flera parametrar som bestämmer byggnadens inneklimate samt drift- och skötselens egenskaper. Önskad standard väljs utifrån de boendes behov i samråd med sakkunnig. Välj mellan föreslagna standardnivåer för termisk komfort, luftkvalitet, ljudnivå samt möjligheter att påverka inneklimate. Sedan görs på samma sätt en funktionsbeskrivning och kravspecifikation utifrån förvaltarnas och driftpersonalens erfarenheter och synpunkter på drift- och underhållsarbetet. Efter val av lämplig standardnivå sammanställs kravspecifikationen till ett objektorienterat ramprogram. För att underlätta förståelsen finns en beskrivning av de vanliga ventilationssystemen, principerna för omblandande och deplacerande ventilation samt värmeåtervinning. Behovsstyrd ventilation beskrivs med exempel.



Standardnivåer för bostadsventilation

De olika parametrar som föreslås i ventilationsguiden för att ange alternativa standardnivåer är anpassade för bostäder i nyproduktion. De uttrycker vad som bedöms vara realistiska val i en bostadsmiljö. Vi har valt att kalla byggherrens kravspecifikation på inneklimat för "boendekrav" och kraven på drift och underhållsegenskaper för "förvaltarkrav". Parametrarna är i möjligaste mån uttryckta i mätbara storheter, t ex halten koldioxid

i rumsluften eller eleffektiviteten i ventilationsanläggningen. För respektive parameter ges exempel på hur uppföljning kan ske med tekniska mätningar eller boendeenkäter. Givetvis kan man välja olika parametrar från olika standardnivåer, alltefter vad som passar just i det enskilda projektet. Vissa kombinationer av standardnivåer kan dock vara svåra att genomföra vilket måste beaktas vid sammanvägningen.

Boendekrav – standardnivåer

Standardnivåerna är uppdelade på termiskt klimat, luftkvalitet och ljudnivå. Kraven har delats in i tre nivåer A, B och C. C är en basnivå enligt normer och praxis. B ger en bättre standard och A motsvarar de höga krav man ställer på allergi-

säkra hus. I alla standardnivåer förutsätts fukt- och vattenskadesäkra konstruktioner ha garanterats genom kvalitetssäkring och att lågemitrande byggnadsmaterial väljs efter inhämtande av uppgifter från tillverkarna.

A

Standardnivå A förutsätts innebära att ca 90% av de boende, vid enkätundersökning, bedömer inneklimatet som bra eller acceptabelt, bortsett från innetemperaturen varma somrardagar eftersom luftkonditionering inte föreslås. Standardnivå A förutsätter att de boende har bättre möjligheter till individuell styrning av sitt inneklimat än i nivå B.

B

Standardnivå B ställer högre krav på de enskilda klimatparametrarna. Det förutsätts innebära att ca 85% av de boende, vid enkätundersökning, bedömer inneklimatet som bra eller acceptabelt. Standardnivå B förutsätter att de boende har bättre möjligheter till individuell styrning av sitt inneklimat än i nivå C.

C

Standardnivå C svarar i stora drag mot byggreglernas miniminivå och Socialstyrelsens gränser för sanitär olägenhet. Denna nivå kan förutses innebära att ca 80% av de boende vid enkätundersökning bedömer inneklimatet som bra eller acceptabelt.

Förvaltarkrav – standardnivåer

Förvaltarnas och driftpersonalens krav på en ventilationsanläggning är sådant som påverkar anläggningens totalkostnad. Kraven har delats upp i huvudrubrikerna, driftekonomi, drift och underhåll samt systemflexibilitet.

Inom varje rubrik har kraven delats in i tre nivåer, A, B och C, där A är högsta standard.

A

Standardnivå A ger en anläggning som blir mycket energisnål. Höga krav ställs på verkningsgraden för värmeväxlare och energieffektiviteten för i systemet ingående fläktar. Vidare erhålls stor flexibilitet vad gäller brukaranpassning och ändrad driftstrategi. Drift och underhåll är i denna nivå centraliserad och utrustningen finns i neutrala utrymmen, dvs utanför själva lägenheterna.

B

Standardnivå B ger en lägre energiåtgång än nivå C. Möjlighet till flexibilitet, skötsel och driftändringar är större än i nivå C.

C

Standardnivå C representerar normalkrav enligt normerna. Eventuell flexibilitet är vad system och komponenter råkar klara och vad som föreskrivs i byggnadsregler (t ex om forcering i kök). Drift- och underhållspunkter finns till stor del i lägenheter eller är svåråtkomliga på annat sätt. Verkningsgraden för värmeväxlare samt luftutbyteseffektiviteten är inte optimala med avseende på driftkostnader.

Översiktstabell – Standardnivåer

Boendekrav

Termisk komfort	A	B	C	Anteckningar
1 Rumstemperatur Vinterfall vid DUT högsta värde °C optimalvärde °C lägsta värde °C	Op.temp 23 22 21	Op.temp 24 22 20	Lufttemp. 26 22 18	
2 Lufthastighet inom vistelsezonen – Normaldrift m/s – Vid forcering av vent. m/s	0,11 0,15	0,15 0,20	0,15 0,25	
3 Vertikal temperaturdifferens, °C	1,5	2,0	3,0	
4 Golvtemperatur vid DUT Högsta värde °C Lägsta värde °C – i badrum °C	26 20 22	26 18 20	27 16 18	
Luftkvalitet	A	B	C	
5 Matos	Ingen spridning inom lägenheten	Ingen spridning mellan lägenheter	Ingen spridning mellan lägenheter	
6 Kolmonoxid, ppm	0,5	0,5	2,0	
7 Koldioxid, ppm	700	800	1.000	
8 Kväveoxider, mg/m³	0,05	0,08	0,20	
9 Formaldehyd, mg/m³	≤0,05	≤0,05	≤0,1	
10 TVOC, mg/m³	≤0,2	≤0,4	–	
11 Partiklar i tilluften Antal/m ³ luft (1-10 µm)	≤2.000	<20.000	–	
12 Radonhalterhalt, Bq/m³	70	70	70	
Ljudnivå	A	B	C	
13 Ljudnivå – rum dBA – kök dBA – forcering i kök dBA – badrum, WC dBA	25 30 35 33	27 32 40 36	30 35 – 40	
14 Ljudnivå lågfrekvent buller, dBC	40	45	50	
15 Ljudnivå infrabuller, dB	60	–	–	
16 Ljudnivå utanför fastigheten (1 m ifrån), dBA	40	40	–	

Förvaltarkrav

Driftekonomi	A	B	C	Anteckningar
17 Uppvärmningsenergi Nettoåtervinningsgrad, % (för energi i ventilationsluften)	70	60	50	
18 Energiflexibilitet	Ej direkt- verkande el	Ej direkt- verkande el	—	
19 Specifik fläkteffekt (SFP) – FT-ventilation, kW/m ³ /s – Frånluftsventilation, kW/m ³ /s	1,0 0,5	1,5 0,8	2,0 1,0	
20 Luftutbyteseffektivitet, %	50	45	40	
21 Isoleringsgrad Max temperaturfall på ventilationsluften, °C	1	1,5	2	
Drift och underhåll	A	B	C	
22 Rensbarhet	Neutrala utrymmen	Neutrala utrymmen samt i vissa lägenheter	Huvud- sakligen inom lägen- heten	
23 Tillgänglighet och tillsyn	Helt friliggande installationer. Tillsyn i neutrala utrymmen	Delvis fritt från stommen	Ingjutet/ inbyggt. Tillsyn i lägenheten	
24 Övervakningsgrad	Total driftstatistik i central övervakningsenhet. Överföring av larm	Överföring av larm och driftindikationer	Överföring endast larm avseende brand och frysning	
25 Periodiskt underhåll	Enligt central underhållsplan	Enligt produkt-specifik plan	Vid behov	
Systemflexibilitet	A	B	C	
26 Total flödesökning, %	0-100	0-50	—	
27 Flödesjustering lägenhetsvis	Luftflödet i varje lägenhet går att förändra var för sig	En begränsad grupp av lägenheter går att förändra	Ingen förändring utöver tillfällig forceering i kök och ev. badrum	
28 Flödesomfördelning inom lägenhet	Helt flexibel	Delvis flexibel	Ingen	
29 Behovsstyrd ventilation	Efter önskemål +100/-50% i olika rum	+/- 50% för hela lägenheten	Ingen	

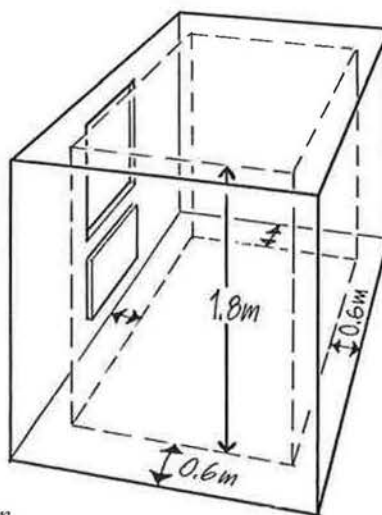
Ventilations- guiden

Kravnivåer, teknik, kostnader, kontroll och val av standardnivå

Om inget annat anges i tabellerna över standardnivåerna är den vistelsezon inom vilket de angivna nyckeltalen för termisk komfort, luftkvalitet och ljudklimat ska gälla, den som definierats av Nordiska Kommittén för Byggnadsbestämmelser, i NKBrapport nr 40, maj 1981, Inomhusklimat:

”Det område i rummet som horisontellt begränsas av golvet och ett vågrätt plan 1,8 m över golv. Vertikalt begränsas zonen av lodräta plan parallella med rummets begränsningytor på ett avstånd av 0,6 m från dessa.”

Kostnaderna i tabellen är angivna i form av skillnader i förhållande till nivå C.



Vistelsezonen.

BOENDE, Sid 14 – 27

Termisk komfort

Luftkvalitet

Buller från ventilationsanläggningar

FÖRVALTNING, Sid 28 – 40

Driftekonomi

Drift och underhåll

Systemflexibilitet

Boende – Termisk komfort

1. Rumstemperatur

	A	B	C
Vinterfall vid DUT	Operativ temperatur*		Lufttemp.
Högsta värde °C	23	24	26**
Optimalvärde °C	22	22	22
Lägsta värde °C	21	20	18***

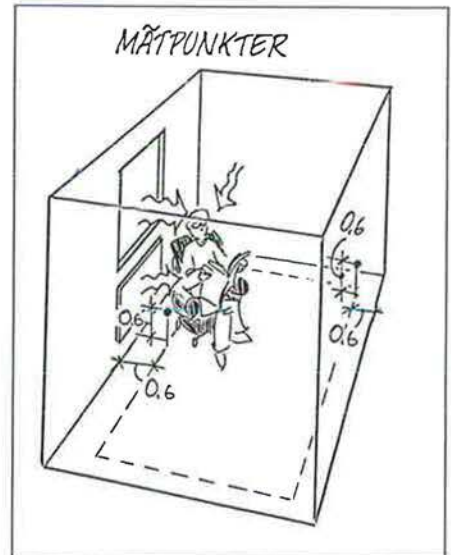
* Med antagen aktivitetsnivå 1,2 met och klädsel 1,0 clo. ** Kortvarigt
 *** 20°C om bostaden ska användas av känsliga grupper.

Teknik	Den jämnare temperaturnivån i nivå A och B kan erhållas genom följande åtgärder:
Reglersystem	Temperaturgivare i rummet i stället för på radiatortorn för att reglera bättre på rumstemperaturen. Med varma, välisolerade ytor kan lufttemperaturen hållas lägre än den operativa temperaturen.
Väggisolering	Bättre isolering av inner- och ytterväggar utjämnar temperaturvariationer "på andra sidan".
Golv	Golvvärme ger varmt golv och bra temperaturupplevelse.
Fönster	Med högisolerande fönster blir fönsterytan varmare.
Tilluft	Luftvärmesystem ger snabb temperaturreglering. Luftvärme med inblåsning vid tak eller innervägg bör kombineras med högisolerande fönster för att hindra "kallras" vid fönstret. Standardnivå A är svår att klara med F- och SF-ventilation utan förvärmning av uteluften som i dessa system tas in direkt i rummet.

Kostnader	A	B	C
Fönster	+	+	
– driftkostnad	–	–	
Reglersystem	+	+	
Isolering	+	+	
– driftkostnad	–	–	

Rumstemperatur	.....

Val av standardnivå	.....



Med operativ temperatur menas den sammanvägda temperaturupplevelsen. Luftförelserna förutsätts små (<0,11 m/s). Den operativa temperaturen påverkas av luftens och omgivande ytors temperatur, dels av hur man är klädd (beklädnad), dels av hur mycket man rör sig (aktivitetsnivå). 1 clo = byxor, skjorta och kavaj. 1,2 met = lätt arbete.

Mätning – kontroll

Operativ temperatur mäts med ellipstermometer eller annan metod. Lufttemperatur mäts enkelt med vanlig rumstermometer eller termoelement. Se "Allmänna råd från socialstyrelsen 1988:2".

Exempel på kostnader

(prisnivå hösten -92)
Fönster
 U-värde 1,2 W/m² K i stället för U-värde 1,8 W/m² K kostar ca 880 kr per fönster (1,2x1,2 m). Kostnadsökning ca 7.000 kr för en trerumslägenhet. Driftkostnaden sjunker dock med ca 300 kr per år. (Kostn. exkl. moms och arbete.)

Reglersystem

Merkostnaden för en temperaturgivare, som kan placeras i vistelsezonen, i stället för på radiatortorn, är ca 75 kr/radiator (exkl. moms).

Isolering

Utökad väggisolering med 5 cm kostar ca 4.000 kr/lgh. Driftkostnaden minskar dock pga lägre uppvärmningsbehov. (Beräknat på lgh-storlek 117 m² exkl. moms).

Boende – Termisk komfort

2. Lufthastighet i vistelsezonen*

	A	B	C
Normaldrift m/s	0,11	0,15 (0,11)**	0,15 (0,13)**
Vid forcering av ventilationen m/s	0,15	0,20	0,25

*3 minutersmedelvärde.

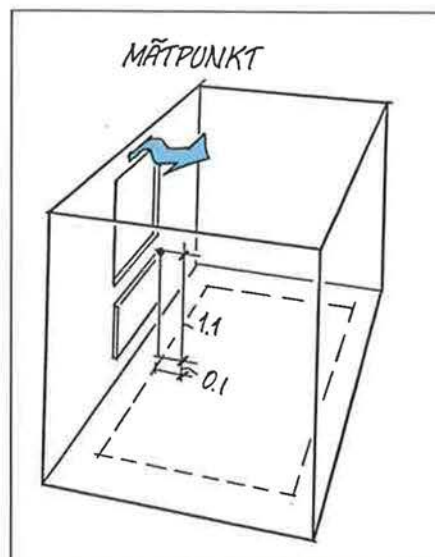
**De lägre värdena gäller om operativa temperaturen varaktigt beräknas understiga 20°C.

Teknik

Don och placering Välj don med låg inblåsningshastighet i vistelsezonen. Utanför vistelsezonen kan högimpulsdon användas för att få en god inblandning av rumsluften. Vid stora luftmängder kan luftströmmen delas upp på flera don.

Ventilationssystem I FT-system förvärms tilluften under uppvärmningssäsongen vilket ger mindre dragkänsla. I ett FT-system är det också lättast att kontrollera luftflöden och lufthastigheter. I F-system välj uteluftdon som ger förvärmad luft eller snabb inblandning av rumsluft.

Kostnader	A	B	C
Don	+		
Extra kanaler	+		



Höga lufthastigheter och inblåsning av undertempererad luft uppfattas som drag. Luftens hastighet vid inblåsning i rummet bör begränsas. Ju högre tillufttemperaturen är, inom komfortområdet, desto mindre känslig är man för lufthastigheten för upplevelsen av drag. System med låga lufthastigheter är därför speciellt viktigt vid F-ventilation utan förvärmning av uteluften.

Mätning – kontroll

Mäts bl a med termoanemometer.

I "Allmänna råd från socialstyrelsen 1988:2" anges lämpliga metoder för mätning av lufthastighet.

Exempel på kostnader

(prisnivå hösten -92)

1.000 - 1.500 kr/lgh för extra don

1.000 - 1.500 kr/lgh för extra kanaldragning i lägenhet

Totalt 2.000 - 3.000 kr per lägenhet (exkl. moms).

Lufthastighet i
Vistelsezonen

.....
.....

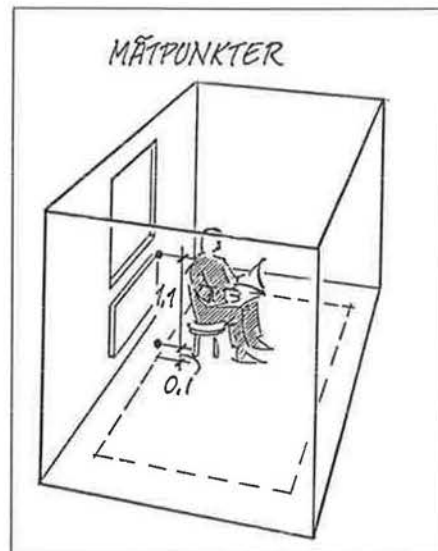
Val av
standardnivå

.....
.....

Boende – Termisk komfort

3. Vertikal temperaturdifferens

	A	B	C
Temperatur (0,1-1,1 m över golv)	1,5°C	2,0°C	3,0°C
Teknik			
Värmesystem	Golvvärme ger högre golvtemperaturer och svalare i huvudnivå.		
Ventilationssystem	Med luftburen värme finns risk för ogynnsamma skillnader i temperaturer mellan olika nivåer, t ex när övertempererad luft tillförs rummet i taknivå. Deplacerande ventilation kan ge kalla golv då luft som är kallare än rumsluften tillförs i golvnivå.		
Kostnader	A	B	C
Drift	–	–	



Vertikal temperaturdifferens, temperaturgradient, påverkas av värmesystemet och av ventilationssystemet. En vertikal temperaturskillnad kan vara behaglig om det är svalare i huvudnivå och varmare i golvnivå.

Mätning – kontroll

Vertikal temperaturdifferens mäts med vanlig termometer på olika nivåer i rummet (0,1-0,8 m resp 0,1-1,1 m över golv).

Kostnader

En låg temperaturgradient behöver inte innebära en högre installationskostnad. Resultatet beror mer på att värmen tillförd rummet på rätt sätt. Ett jämnare rums-klimat leder oftast till lägre driftkostnader.

Vertikal temperaturdifferens

Val av standardnivå

Boende – Termisk komfort

4. Golvtemperatur

	A	B	C
Högsta värde °C	26	26	27
Lägsta värde °C	20*	18	16
– i badrum °C	22*	20*	18

Lägsta värdena för golvtemperatur gäller vid dimensionerande utetemperatur, DUT.

*Detta innebär speciella åtgärder på bottenvåning vid platta på mark.

Teknik

Förbättrad värmeisolering Exempelvis komfortisolering vid platta på mark. Köldbryggor leder ut värme från rummet och kan då ge kalla golv. Balkonger kan fästas utanpå fasaden utan genomföringar till lägenheten eller med väl isolerade genomföringar.

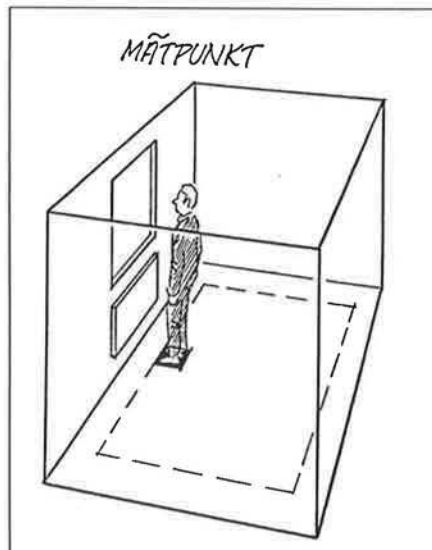
Golvvärmeslingor Placeras där temperaturen annars skulle bli för låg.

Golvvärmesystem Ger varma golv. Vattenburet system ger låg framledningstemperatur vilket gynnar t ex värmepumpdrift. Risk för vattenskador bör beaktas.

Golvmaterial Har betydelse för temperaturupplevelsen, trägolv bättre än stengolv.

Högsta U-värde för golv vid de olika nivåerna	A	B	C
	0,24 W/m ² ,K	0,5 W/m ² ,K	0,7 Wm ² ,K
Badrum		Badrum	Badrum
Golvslingor, Golvvärme		0,24 W/m ² ,K	0,5 W/m ² ,K

Kostnader	A	B	C
Investering	+	+	
Drift	–	–	



Golvtemperaturen är viktig för hur temperaturen i ett rum upplevs. Med en högre temperatur på golvet än normalt kan en lägre lufttemperatur accepteras. Låga golvtemperaturer ger i stället dålig termisk komfort. Bra bjälklagsisolering krävs vid platta på mark eller om det ligger en panncentral/undercentral under bostaden.

Platta på mark med 50 mm mineralull eller styrencellplast under ger U-värde ca 0,25 W/m²,K.

Mätning – kontroll

Golvtemperatur mäts med vanlig termometer eller termoelement. Känsliga ställen som speciellt bör mätas är t ex yta vid balkongdörr. Se även "Allmänna råd från socialstyrelsen 1988:2".

Exempel på kostnader

Golvvärme

Ett golvvärmesystem medför vanligen ingen ökad kostnad jämfört med ett konventionellt radiatorsystem, men vattenskaderisken bör beaktas.

Köldbryggor

En riktig kvalitetsstyrning av projektet ska normalt förhindra att allvariga köldbryggor uppstår och ska alltså inte innebära någon ökad byggkostnad.

Golvtemperatur

Val av standardnivå

Boende – Luftkvalitet

5. Matos

	A	B	C
Luktspridning	Ingenspridning inom lägenheten	Ingen spridning mellan lägenheter	

Teknik

Nivå A

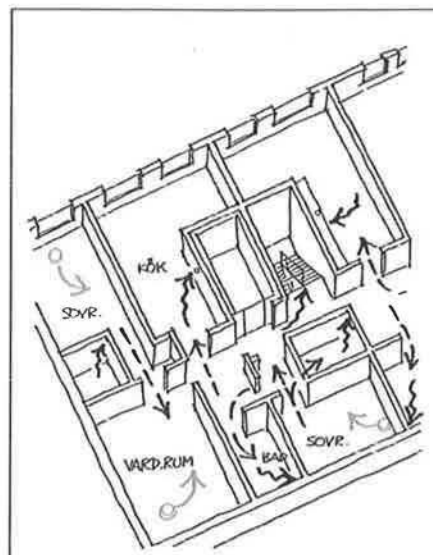
Tryckförhållandena måste uppmärksammas och konstanthållas för alla de driftfall de boende kan välja, t ex kan konstanttryckregulatorer användas.
 Extra frånluftdon i kök - utöver filterförsedd spiskåpa - som samlar upp det matos som spiskåpan inte klarar.
 Flödesomfördelning inom lägenheten som ger ökat flöde i köket eller sovrum nattetid.

Nivå C och B

Separata kanaler från kök.
 Vätskekopplade återvinningssystem undanröjer risk för återföring av lukter. Om luft/luftvärmväxlare används ska höga krav på tätthet mellan från- och tilluftssidan ställas.
 Filter i spiskåpan ska vara lätt att rengöra.
 Instruktion om skötsel ska finnas.

Kostnader	A	B	C
Vätskekopplat batteri		+	
Extra don i lägenheten	+	+	
Flödesomfördelning	+		

Matos	.....
Val av standardnivå	.....



Svagt undertryck i trapphall, t ex genom frånluftdon i trapphall, förhindrar läckage från trapphall in i lägenheterna (för kraftigt undertryck i trapphall kan dock ge spridning av matos inom lägenheterna). Läckage till andra rum i samma lägenhet förhindras genom tillräckligt frånluftsföde i kök i förhållande till andra frånluftdon (balans mellan frånluft i badrum och kök viktigt).

Mätning – kontroll

Detta krav kan följas upp med en enkätundersökning om luktspridning.

Exempel på kostnader

(prisonivå hösten -92)

Vätskekopplat batteri

Ett vätskekopplat batteri är ca 3 ggr dyrare än en luft/luft -värmväxlare.

Extra don i lägenheten

1.000 - 1.500 kr/lgh för extra don.
 1.000 - 1.500 kr/lgh för extra kanal-dragnig i lägenhet

Flödesomfördelning

För ett system där brukaren själv kan omfördela flödet inom lägenheten krävs spjäll, spjällmotorer och en kontrollpanel. Detta system kräver också större don i varje rum samt separata kanaler från en tryck/suglåda med spjäll och ljuddämpare ut till varje don.
 Kostnaden för detta är:
 Spjäll, motor, inställningsknapp/vred 3.000-4.000 kr alt. manuell spjällreglering 500 kr. Större tilluftdon 200-300 kr.
 För en trerumslägenhet innebär detta ökade kostnader med 2.000-11.000 kr. Komponenterna måste vara åtkomliga, vilket innebär att de tar stor plats.
 Se även förvaltarkravet "Systemflexibilitet".

Boende – Luftkvalitet

6. Kolmonoxid CO, i rumsluft

	A	B	C
Medelvärde CO 1 h, ppm*	0,5	0,5	2,0**
µg/m ³	0,6	0,6	2,5

*Förutsatt att gasspis eller rökning inte förekommer.

**Detta värde avser halt i tilluft.

Teknik

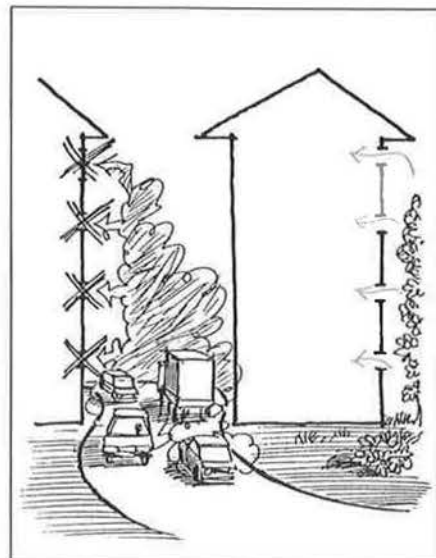
Nivå A och B

Luftintaget placeras på tak - eller på annat ställe med lägre föroreningshalter, om trafikerat läge (med trafikerad gata avses gata som har 2.000 eller fler fordon på ett dygn). Samtidigt krävs att byggnadens klimatskärm inte har otätheter. Frånluftssystem kan vara olämpliga i trafikerad miljö eftersom bilavgaser kan tillföras lägenheten direkt via uteluftintaget.

Kostnader

Investering

A	B	C
+	+	



Kolmonoxid finns t ex i bilavgaser.

Det avges också vid rökning och vid användning av gasspis. Kolmonoxid är tyngre än luft, stiger inte uppåt utan stannar vid mark/golvnivå. Det är en färg- och luktlös gas som bildas vid ofullständig förbränning. Inandning i små mängder under lång tid kan ge huvudvärk, illamående samt syn- och hörselrubbingar.

Stockholms miljöförvaltning använder 2,0 ppm för CO-halt i ineluften som en varningsgräns vid undersökning av eventuellt läckage in i byggnader från trafikerad gata. Utomhushalten på Sveavägen och S:t Eriksgatan i centrala Stockholm är 6-7 ppm (rullande 8-timmarsvärde) med toppar på 25 ppm i timvärde vid hög trafik. NR anger som allmänt råd att halten i tilluften inte bör överstiga 1/10 av gränsvärdet från Arbetarskyddsstyrelsen (AFS 1990:3), dvs 2,0 ppm.

Kolmonoxid kan tillföras bostaden från trafikerade gator genom läckage i fasaden eller via ventilationssystemets uteluftintag. Speciellt om luftintaget är placerat i gatunivå vid busshållplats, parkeringsplats, bensinmack e d. Garage och byggnader med otäta bjälklag kan ge förhöjda CO-halter.

Mätning – kontroll

CO-halten bör kontrolleras i såväl rumsluft (nedre del av rummet) som i tilluften om misstanke finns att avgaser från gata eller annan förbränning kan läcka in i rummet. Detta sker med en CO-mätare, t ex av typ IR-analysator.

Exempel på kostnader

(prisnivå hösten -92)

FT-system ca 15.000 kr dyrare per lgh än F-system.

Kolmonoxid, CO,
i rumsluft

Val av
standardnivå

Boende – Luftkvalitet

7. Koldioxid CO₂, i rumsluft

	A	B	C
Medelvärde			
1 h, ppm	700*	800*	1.000*

1ppm=1,2 mg/m³

*Värdena gäller tvåbädds-sovrum med två personer och stängd dörr i 8 h.
I övriga rum gäller NR (luftflöden)

Teknik

Nivå A För ett sovrum för två personer krävs ett flöde på 20 l/s. Tekniska lösningar som för nivå B, men i större omfattning.

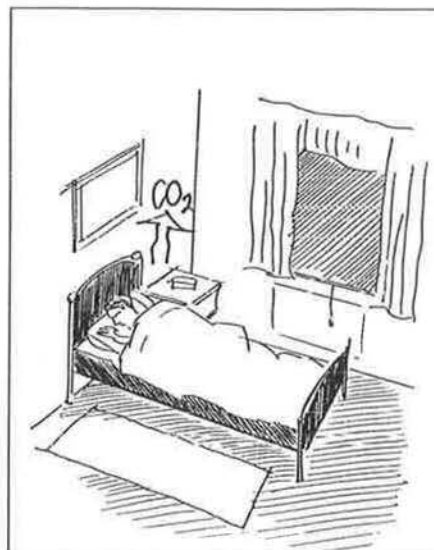
Nivå B För ett sovrum för två personer krävs ett flöde på 15 l/s. För frånluftventilation krävs flera, väl utformade, uteluftsdon för att tillräcklig luftmängd ska kunna tas in utan risk för kalldrag. Alternativt omfördelning av luftflödet mellan sovrum och vardagsrum så att tillräckligt flöde uppnås, men då inte i alla rum samtidigt. Hyresgästen omfördelar tillförseln av luft med uteluftsventiler. Ett överluftdon mellan vardagsrum och sovrum samt ett frånluftdon som öppnas nattetid i sovrummet är en annan lösning. Risken för luktspridning från WC och kök till sovrum måste beaktas. WC och kök måste ha lägre tryck än sovrummen. Vid hårt trafikerad gata där CO₂-halten kan öka till ca 500 ppm bör man tänka på placering av uteluftintag.

Nivå C För ett sovrum för två personer krävs ett flöde på 10 l/s. NRs krav är 8 l/s (4 l/s och sovplats).

Kostnader	A	B	C
Extra uteluftsventiler i F-system	+	+	
Flödesomfördelning	+	+	

Koldioxid, CO₂, i rumsluft

Val av standardnivå



Koldioxid, CO₂, är en färg- och luktlös gas. Utandning från människor är en av källorna. CO₂-halten har visat sig vara en bra indikator på hur människan upplever luftkvaliteten samt på hur ventilationen fungerar. Typiska CO₂-halter i utomhusluft är idag ca 350-400 ppm. Halten förhöjs något på trafikerad gata. T ex är halten på S:t Eriksgatan i centrala Stockholm 500 ppm. Socialstyrelsen anger CO₂-halter på över 1000 ppm, till följd av personbelastning vid normal användning, som sanitär olägenhet i bostäder. Enligt Nybyggnadsreglerna bör tilluftens halt av koldioxid inte överstiga 500 ppm.

Mätning – Kontroll

CO₂-halten i ett befolkat rum är ett mått på ventilationens effektivitet. Mätningen bör göras vid normal personbelastning. I bostäder görs den lämpligen nattetid med stängda dörrar. Små, enkla IR-mätare finns idag i handeln för mätning av CO₂.

Exempel på kostnader

(prisnivå hösten -92)

Åtgärder i F-system för nivå A och B

Extra uteluftsventiler i varje rum (som ger hastigheter < 0,15 m/s) ger en extra kostnad på ca 200 - 400 kr /rum.

Flödesomfördelning mellan vardagsrum och sovrum

För ett brukarstyrt system krävs spjäll, spjällmotorer och en kontrollpanel. Detta system kräver också större don i varje rum samt separata kanaler från en tryck/suglåda med spjäll och ljuddämpare ut till varje don. Kostnaden för detta är: Spjäll, motor, inställningsvred 3.000-4.000 kr alt manuell spjällreglering 500 kr. Större tilluftsdon 200-300 kr. För en trerumslägenhet innebär detta ökade kostnader med 2.000-11.000 kr. Komponenterna måste vara åtkomliga, vilket innebär att de tar stor plats.

Boende – Luftkvalitet

8. Kväveoxider NO_x, i rumsluft

	A	B	C*
Kväveoxider, ppm	0,025	0,04	0,05
Medelvärde 24 h, mg/m ³	0,05	0,08	0,10

*Gäller tilluften och om källan är bilavgaser

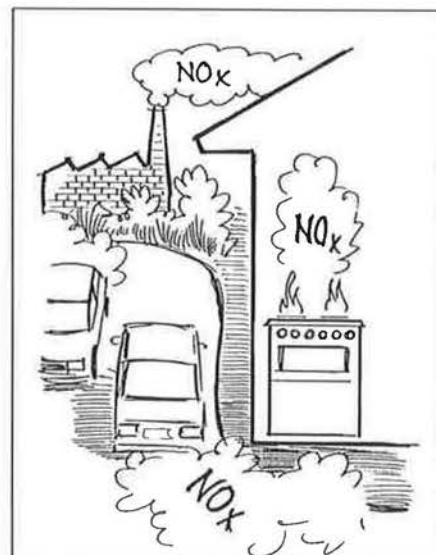
Teknik

Nivå A Utöver nivå B och C: Gasspis bör inte installeras.

Nivå B Utöver nivå C krävs: Vid installation av gasspis bör avgivningen av NO_x vara minimal. Begär varuinformation. Ökade luftflöden kan bli aktuellt.

Nivå C Ingen omfattande inläckning av bilavgaser, eller andra förbränningsgaser, får förekomma. Viktigt med placering av uteluftintag.

Kostnader	A	B	C
Investering	+		



Kväveoxider, NO_x, bildas vid förbränning av organiskt material, t ex i värmeanläggningar, gasspisar eller bilar. Naturvårdsverket har för uteluft föreslagit gränsvärdet 0,11 mg/m³, och för inomhusluft 0,08 mg/m³ (nivå B). Personer med astma är speciellt känsliga för kväveoxider. För att bostäder ska ha god luftkvalitet även för känsliga personer bör NO_x-halten inte överstiga 0,05 mg/m³ (nivå A) medelvärde under ett dygn. I NR rekommenderas att kväveoxidhalten i tilluft inte ska överstiga 1/20 av gränsvärdet för arbetsplatser, vilket innebär en halt på 0,20 mg/m³ (nivå C). Tekniska konsekvenser av höga krav liknar de för CO och CO₂.

Mätning – kontroll

NO_x-halten bör mätas om misstanke finns att förhöjda värden kan förekomma i inomhusluften, t ex på grund av gasspis eller om inläckning av avgaser eller annan förbränningsluft misstänks förekomma.

Mätning av NO_x sker med hjälp av IR-analysator eller reagensrör.

Kväveoxider

Val av standardnivå

Boende – Luftkvalitet

9. Formaldehyd

	A	B	C
Medelvärde 0,5 h, mg/m ³ *	≤0,05	≤0,05	≤0,1
ppm	≤0,04	≤0,04	≤0,08

*avser halt i rumsluften i färdig, omöblerad lägenhet.

Teknik

Nivå C Undvik i största möjliga utsträckning produkter som innehåller lim av typ karbamidharts och ureaformaldehydharts. Se till att spånskivor, MDF-skivor, skåp och dörrsnickerier uppfyller E1-klass.

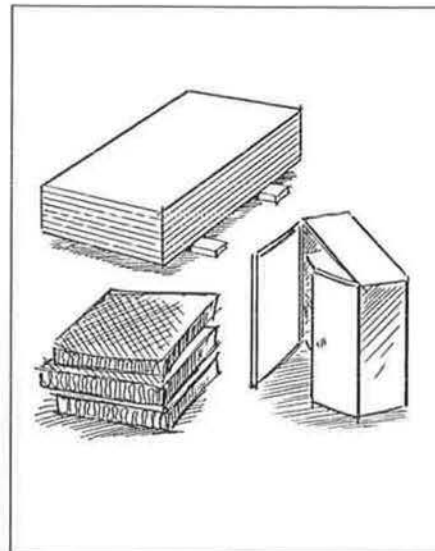
Nivå B och A Utöver nivå C krävs: att färger och limmer inte innehåller mer fri formaldehyd än vad som motsvarar E1-klass. (Formaldehyd används bl a som konserveringsmedel i vissa färger).

att fogmassor, spackel, betongtillsatser, filter, spjällådor, ljudbafflar mm kontrolleras med avseende på formaldehydinnehåll. Begär varuinformation från tillverkarna och jämför olika produkter.

att om spånskivor används i hela vägg- eller golvytor bör de ha ännu lägre emission av formaldehyd än E1-klassen (t ex den tyska skivan MEGRA som ger en jämviktskoncentration i kammaren som inte överstiger 0,003 ppm).

Kostnader	A	B	C
Projektering	+	+	
Drift	-	-	

Formaldehyd	.....
Val av standardnivå	.....



Formaldehyd är en färglös, vattenlöslig gas med stickande lukt som verkar kraftigt irriterande på slemhinnorna. Det är en lättflyktig organisk förening, men ingår inte bland de ämnen som normalt mäts som TVOC (se avsnitt 10). Många byggnads- och inredningsmaterial innehåller formaldehyd, bl a karbamidharts, urealimner, mineralullsskivor, spånskivor, MDF-skivor, syrahärdade lacker, färger och spackel. Formaldehyd ersätts alltmer med andra ämnen pga hälsoriskerna.

Formaldehydhalter över 0,25 mg/m³ är en sanitär olägenhet, enligt socialstyrelsens författningssamling SOSF 1989:13. Socialstyrelsen har föreslagit ett nytt gränsvärde på 0,10 mg/m³ (nivå C). Många allergiker reagerar för halter som överstiger 0,05 mg/m³ (nivå A och B). Värdena avser maximal formaldehydhalt i rumsluften i de färdiga lägenheterna (vid byggherrens slutbesiktning). Ju högre fukthalten är desto mer formaldehyd avges från byggnadsmaterialet. Även höga temperaturer ökar avgivningen. Den tyska klassningen i E1, E2 och E3 används som beteckning för formaldehydavgivning. Svensktillverkade spånskivor och skivor i skåpsnickerier uppnår idag klass E1, vilket är den bästa klassen. Att välja högre luftflöden istället för att välja byggnadsmaterial med låg formaldehydavgivning är i allmänhet inte att rekommendera. Det är en oekonomisk lösning och halterna kan stiga om ventilationen inte skulle fungera.

Mätning – kontroll

Mätning sker enklast med diffusionsprovtagning på tenaxrör eller med IR-analysator.

Exempel på kostnader

Se 10. TVOC

Boende – Luftkvalitet

10. Totalhalt lättflyktiga organiska ämnen, TVOC

	A	B	C
TVOC, mg/m ³ *	≤0,2	≤0,4	-**

*avser halt i rumsluft i färdig icke inflyttad lägenhet (mätt med tenaxrör med SPs metod uttryckt i toluénekvivalenter)

**enligt PBL skall byggnader vara hälsosäkra

Teknik

Nivå A	Samma projekteringsteknik som för nivå B, Räkna även med fogmassor, spackel, betongtillsatser, filter, spjällådor, ljudbafflar m fl material som kan ha betydelse för rumsluftens TVOC-halt.
Nivå B	Begär redovisning av TVOC-emissionsfaktor för ytskiktmaterial (inkl. lim och färg) som kommer att täcka stora ytor av väggar, tak och golv. Kontrollberäkna vilka totalhalter TVOC de kan ge till rumsluften.
Nivå C	Välj byggnadsmaterial efter klass MEC A i Inneklimatsinstitutets "Klassindelade inneklimatsystem" (R1).

Kostnader	A	B	C
Projektering	+	+	
Material	+		
Drift	-	-	

TVOC	.....
Val av standardnivå	.....

$$C = \frac{EF}{X \cdot Y}$$

C = HALTEN FLYKTIGA ÄMNINGAR I RUMSLUFTEN UTTRYCKT I $\mu\text{g}/\text{m}^3$

EF = EMISSIONSFAKTOR UTTRYCKT I $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$

X = ANTAL LUFTVÄXLINGAR/TIMME UTTRYCKT I OMS/h

Y = TAKHÖJDEN I RUMMET UTTRYCKT I m

TVOC är en totalhalt av flera olika lättflyktiga föroreningar. Halten kan liksom CO₂-halten vara ett mått på luftkvaliteten i rummet. TVOC-halten säger dock mer om emissioner från byggnadsmaterial än om personbelastningen, som CO₂-halten är ett mått på. Det är inte ointressant hur sammansättningen av de olika ämnena ser ut. Om ett hälsofarligt ämne har en kraftig dominans kan en totalhalt på 0,2 mg/m³ vara skadlig. I regel sjunker halterna avsevärt under det första halvåret. Med materialens sk emissionsfaktor (som utgår från emissions hastigheten) dels fyra veckor efter tillverkningen, dels 26 veckor efter tillverkningen, kan materialets ungefärliga bidrag till TVOC-halten i rumsluften beräknas. Idag kan dessa uppgifter inte erhållas för alla material. Att välja högre luftflöden istället för att välja material med låg emission, enbart med syftet att minska TVOC-halten i rumsluften, är en oekonomisk lösning och halterna kan stiga om ventilationen är ur funktion.

Mätning – kontroll

I färdiga rum mäts TVOC genom uppsugning av rumsluften på Tenaxadsorbent. Tenaxröret analyseras sedan med hjälp av gaskromatografi/masspektrometer. Det finns också möjlighet att använda spårgasteknik.

Exempel på kostnader

Framst ökade kostnader för inskaffande av information om och bedömning av emissioner från byggmaterialen, dvs för kvalitetssäkring. Kostnaden minskar i takt med att detta blir en rutin och med att tillverkarna sanerar sitt sortiment. I vissa fall kan materialen bli dyrare.

Boende – Luftkvalitet

11. Partiklar i tilluften

	A	B	C
Antal partiklar/m³ luft i storleksintervallet 1-110 µm (mikrometer)*	< 2.000	<20.000	–

*Mätt med Roycoinstrument 226

Teknik

Nivå A Tilluftsfilter typ EU8 till EU9. Halten kan minimeras ytterligare med centraldammsugare eller dammsugare med s k "mikrofilter".

Nivå B Tilluftsfilter av lägst EU7-klass. Vid starkt trafikerade lägen bör EU7-filter användas.

Nivå C Ingen särskild åtgärd.

Kostnader	A	B	C
Filter	+	+	
Dammsugare	+		



Små partiklar i storleksordningen 1-10 µm kommer lätt ner i lungorna. Dessa små partiklar, t ex sot, kan verka starkt irriterande för personer med luftvägsproblem, t ex astmatiker. Huvuddelen av dessa partiklar kommer inte via ventilationen utan alstras i rummen.

Ev. kan centraldammsugare vara ett tillval för de boende. Dammsugare med "mikrofilter" inköps i handeln som vanlig konsumentprodukt.

Mätning – kontroll

Mäts med partikelräknare.

Exempel på kostnader

(prisnivå hösten -92)

Tilläggskostnad för ett EU7-filter jämfört med ett EU5-filter. Till detta kommer att EU7-filtret kräver ett större utrymme i aggregatet och att det måste bytas något oftare. Vid val av filterklass bör livslängd, utbytesintervall och energikostnad jämföras.

Centraldammsugare för en lägenhet kostar ca 15.000 kr med montering av rör och dammuppsamlare. En dammsugare med "mikrofilter" är inte dyrare än en vanlig dammsugare, men filtret, som måste bytas relativt ofta, kostar ca 300 kr. Det finns även specialfilter som kan monteras i tilluftsdon.

Partiklar i tilluften

Val av standardnivå

Boende – Luftkvalitet

12. Radon

Radondotterhalt Radondotterhalten har i byggreglerna begränsats till 70 Bq/m³ som högsta årsmedelvärde, vilket här gäller för samtliga klasser.

Teknik

- Lågradonmark** Inga särskilda byggnadstekniska åtgärder.
- Normalradonmark** Radonskyddande utförande. Inga uppenbara otätheter mot mark, samt balanserad ventilation. Undvik kantisolering som släpper igenom jordluft längs ytterkanterna på betongplatta, Täta rör genom bottenplatta, Ventilerat kryprum minskar risken för inträngande markradon i förhållande till platta på mark. Även i bjälklag över kryprum görs fogar och genomföringar lufttäta. Undvik rena F-system och andra ventilationssystem som kan skapa undertryck i bottenvåningen.
- Högradonmark** Radonsäkert utförande. Högre krav på täthet. Utöver de radonskyddande åtgärderna kan t ex följande göras:
Betongplatta utförs tät och spricksäker.
Källarytterväggar utförs i betong.
Dräneringen läggs i det kapillärbrytande lagret under platta på mark och kopplas till rör som dras upp genom huset eller till plattans ytterkant. Vid hög radonhalt monteras en fläkt på röret.
Alternativt kan, vid platta på mark, ventilerade golv (typ Platonmatta eller liknande) användas på bottenbjälklaget. Detta ger samtidigt ett varmare och mer fuktskadesäkert golv.

Kostnader

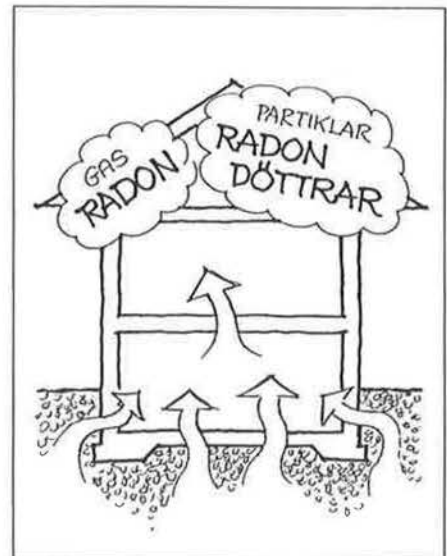
FT-system +

Radon

Val av standardnivå

.....

.....



Radon är en ädelgas som bildas när det radioaktiva ämnet radium sönderfaller. Radon sönderfaller i sin tur och radondöttrar bildas. Vid sönderfallen avges strålning som kan ge upphov till lungcancer. Numera tillverkas inte material med så hög radiumhalt att någon påtaglig risk skall uppstå. Man får dock se upp med grus till grunder och ballast till betong (bohusgranit). Källan till höga radondotterhalter inomhus är markradonet, dvs radon som sugts in i byggnaden från underliggande mark. När en byggnad planeras bör markens radongenomsläpplighet kontrolleras i ett representativt antal punkter på tomten. Beroende på mätresultat klassas marken i Sverige efter följande skala:
Lågradonmark: <10.000 Bq/m³ (kalksten, sandsten, lera)
Normalradonmark: 10.000-50.000 Bq/m³ (morän)
Högradonmark: >50.000 Bq/m³ (alunskiffer, grusåsar och graniter).

Mätning – kontroll

Kontrollera kommunernas radonkartering vid projektering. Komplettera med radon-mätning eftersom lokala variationer före-kommer. I färdig byggnad mäts radon-dotterhalten i inomhusluften med av Strål-skyddsinstitutet rekommenderad metod. Högsta värden i småhus kan förväntas vara i källare/souterrängvåning och i flerbostadshus i lägenheter i botten- eller souterrängvåning.

Exempel på kostnader

(Prisnivå hösten -92, exkl. moms) Kostnaden för ett FT-system är ca 15.000 kr mer per lägenhet än för ett F-system.

Boende – Buller från ventilationsanläggningar

13. Ljudnivå*

	A	B	C
– rum	25 dBA	27 dBA	30 dBA
– kök	30 dBA	32 dBA	35 dBA
– forcering i kök	35 dBA	40 dBA	–
– badrum, WC	33 dBA	36 dBA	40 dBA

Mätt på dBA- och dBC-kurvan samtidigt där 40 dBC ska klaras för alla rum i A- och B-nivå

14. Ljudnivå, lågfrekvent buller*

40 dBC	45 dBC	50 dBC
--------	--------	--------

15. Ljudnivå, infrabuller*

60 dB	–	–
-------	---	---

16. Ljudnivå utanför fastigheten**

40 dBA	40 dBA	–
--------	--------	---

*Sammanlagrat ljud från ventilation.

**Gäller 1 m från fastigheten.

Avser kontinuerligt, icke avstängningsbart buller från ventilationsanläggningar.

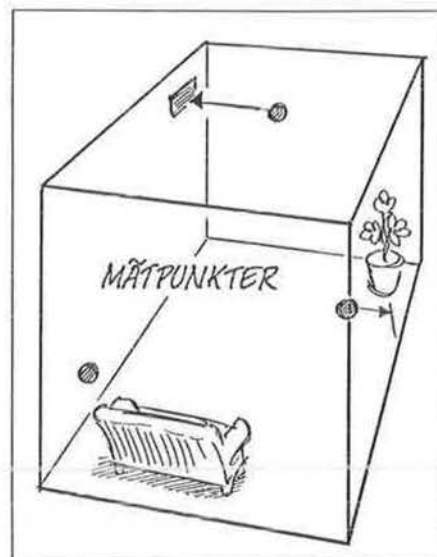
Teknik

Aggregat

Låga tryckförluster minskar ljudproblem. Kabelstegar och röranslutningar avvibreras från stommen. Baffelfällor för låga frekvenser monteras avvibrerade från stommen på till- och frånluftside på aggregatet. Mjuka kanalstosar. Tunna väggar kring fläktrummet. Avvibrering av fläktaggregat med vibrationsisolatorer av typen stålfjäderdämpare eller gummiisolatorer. Det bästa sättet att avvibrera ett aggregat är att det ställs på ett stativ som pendlas från taket. Pendlarna förses med beräknade stålfjäderdämpare.

Kanalinstallation

Gemensam tilluftkanal i schakt till flera lägenheter förses med injusteringspjäll och ljudfälla. Ljudfällor efter injusteringspjäll på avgreningarna. Alla grader tas bort i kanalskarvar. T-rör i avgreningar



Inomhusbuller.



Lågfrekvent buller.



Fläktbuller utomhus.

Övriga åtgärder	Turbulens i kanaler ger upphov till störande ljud. För att minimera problemen, projektera enligt "Råd om ljud i hus", BFR T10:1991.
Evakuering bad och klädkammare	På varje evakuering monteras ljudfälla mellan eventuellt injusteringspjäll och rum. Alternativ lösning: Separata kanaler till resp. lägenhet minskar behovet av ljuddämpare och behöver inte bli en dyrare lösning. Denna lösning har även andra fördelar t ex enklare injustering av flödet till resp lägenhet då flödet är mätbart i separat kanal på vind.
Evakuering kök - spiskåpa	Välj spiskåpa med låg ljudalstring. Med gemensam stamkanal för frånluften är det stor risk för överhörning mellan lägenheterna. En övre ljuddämpare, vid kanalens anslutning vid väggen, förbättrar isoleringen och minskar fläktljudet. Ännu en ljuddämpare, i själva spiskåpan, ger bästa effekt speciellt för lågfrekvent buller.
Tilluftssystem	Inblåsning av luft i omblandande system ger ljudalstring bl a genom tryckändring i donet. En bättre lösning från ljudsynpunkt är lågimpulsdon. Detta system ger mycket låga lufthastigheter och blir därmed tystare.
Injustering	Minimal strypning i donen i rummen. Största tryckfallen i pjäll med efterföljande ljuddämpare. Noggrann injustering ger riktiga flöden och hastigheter, som inte skapar onödig ljudstörning.
Fläktar	Fläktarnas varvtal bör inte överstiga 2.500 varv per minut. Fläktens arbetslinje (luftflödet genom fläkten vid ett visst mottryck i förhållande till luftflödet vid friblåsning) bör vara mellan 2 och 5 för lägsta ljudnivå. Fläktar med bakåtriktade skovlar har lägre ljudnivå än fläktar med framåtriktade.

Kostnader	A	B	C
	+	+	

Buller från ventilationsanläggningar	.....
Val av standardnivå	.....

Ljudnivå uttrycks i dB (decibel). Den A-vägda nivån, dBA, är anpassad till det mänskliga örats förmåga att höra olika toner vid olika frekvenser. Vid mätning av lågfrekvent buller används lämpligen C-filter.

Infraljud är lågfrekvent (under 20 Hz), icke hörbart ljud, men som ändå kan påverka vårt välbefinnande.

Lågfrekvent ljud (mellan 20 Hz och 200 Hz) skapar mest problem. Hänsyn till detta tas inte i nivå C och B.

Mätning – kontroll

Ljudnivån i rummen i den färdiga byggnaden kontrolleras enligt Svensk standard SS 025263 "Mätning av ljudnivå i rum – Fältprovning".

F-system är i regel tystare än FT-system. Om det är bullrigt utanför byggnaden kan FT-system vara bättre än F-system. Vid F-system - tänk på att använda särskilt ljuddämpande uteluftsdon.

Exempel på kostnader

(prisnivå hösten -92)

Aggregat, fläkttrum, detaljer

+ 1.100 kr/lgh, exkl. moms.

Större aggregat, pendlat

Högre investeringskostnad men detta kan kompenseras av lägre elkostnad för fläktdriften.

Åtgärder i kanalinstallation

+ 1.000 kr/lgh.

Ljudfälla vid evakuering

< 100 kr/lgh

Spiskåpa, dämpare

+ 2.000 kr/lgh

Tilluft med lågimpulsdon

+ 150 kr/lgh

Förvaltning – Driftekonomi

17. Uppvärmningsenergi

	A	B	C
Nettoåtervinningsgrad* (för energi i ventilationsluften)	70%	60%	50%

*Energiverkningsgrad enligt definition i NR samt med hänsyn till ökad elåtgång, p g a värmeåtervinning för fläktar samt kanalförluster.

Teknik

Värmeväxlare Olika värmeväxlare har olika verkningsgrad, dvs olika mycket energi kan återvinnas. En roterande värmeväxlare för med sig en viss del av frånluftens föroreningar tillbaka in igen, vilket gör den olämplig att använda vid bostadsventilation.

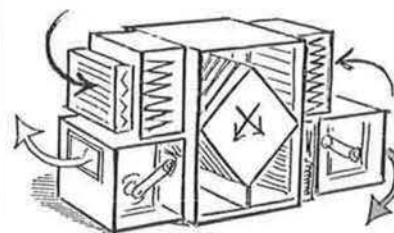
Fläktar och kanaler För att erhålla en hög total energiverkningsgrad ska fläktar vara eleffektiva. Kanalförlusterna ska vara små dvs kanalerna ska vara välisolerade.

Kostnader	A	B	C
Värmeväxlare	+	+	
Fläktar/kanaler			
Driftkostnad	-	-	

Uppvärmningsenergi

Val av standardnivå

FTX-AGGREGAT



Den nettoenergi som åtgår för uppvärmning av ventilationsluften är beroende av återvinningsgraden. En högre återvinningsgrad innebär inte självklart en bättre totalekonomi då bland annat behovet av drivel normalt ökar med ökande återvinningsgrad. (I NR finns undantag från kravet på värmeåtervinning. I dessa fall rekommenderas ändå att en total energibalans görs som grund för beslut om värmeåtervinning.)

Exempel på kostnader

(prisnivå hösten -92)

För ett hus med 15 lägenheter kostar bytet av värmeväxlartrustning som höjer verkningsgraden med 10% ca 25.000 kr, alltså ca 1.700 kr per lgh. Driftkostnaderna kommer dock att sjunka vilket innebär att totalkostnaden ej behöver öka.

Mätning – kontroll

Genom att mäta till- och frånluftflödena, lufttemperatur före och efter värmeväxlare, lufttemperatur på tilluften vid don i rum samt tryckfallet över värmeväxlaren kan nettoåtervinningsgraden beräknas.

Luftflöde beräknas genom att mäta luft-hastighet. Vid svåra mätförhållanden eller där hög noggrannhet krävs rekommenderas mätning med spårgas.

Förvaltning – Driftekonomi

18. Energiflexibilitet

	A	B	C
Värmning av ventilationsluft	Ej direktverkande el	Ej direktverkande el	-

Teknik

Uppvärmning	Energiflexibilitet för värmning av ventilationsluften bör eftersträvas för att fritt kunna välja energiform.		
-------------	--	--	--

Ventilations-system	Direktverkande el minskar möjligheterna att konvertera till annat energislag. Lägenhetsvisa FTX-aggregat innebär ofta, i standardutförande, att tilluften eftervärms med direktverkande elbatterier. Detta system uppfyller således inte kraven i nivå A och B.		
---------------------	---	--	--

Kostnader	A	B	C
Investering	+	+	
Drift	-	-	



Exempel på kostnader

Kostnaderna för de olika åtgärderna är svåra att uppskatta utan blir specifika för varje hus.

Energiflexibilitet

Val av standardnivå

Förvaltning – Driftekonomi

19. Specifik fläkteffekt, SFP

	A	B	C
SFP, FTX-vent. kW/m ³ /s	1,0	1,5	2,0
SPF, Frånluftvent. kW/m ³ /s	0,5	0,8	1,0

Detta är drivelen för alla i ventilationssystemet ingående fläktar redovisad i kW el per distribuerad m³ luft per sekund. (SFP, specific fan power)

Teknik

Ventilationssystemets dimensionering och utformning samt val av komponenter påverkar fläktelbehovet i hög grad. Krav på ett lågt värde ställer krav på konstruktören att undvika detaljlösningar i systemet som ger onödigt höga tryckfall. Vidare kan positiva spin-off-effekter erhållas som lägre ljud och större flexibilitet.

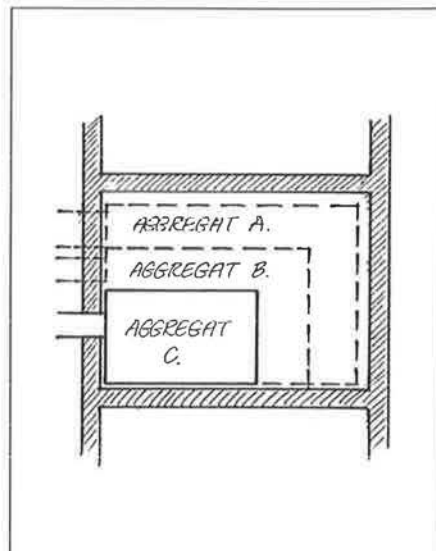
FTX-ventilation

Om nivå C motsvarar ett normalt modernt ventilationssystem kan en minskning av drivenergi-behovet med en fjärdedel (nivå B) uppnås genom att man minskar tryckfallet i kanalsystemet. För att nå ner till hälften av ursprungligt behov (nivå A) krävs ytterligare en minskning av kanalförlusterna samt att aggregatförlusterna minskas och att fläkt och motor har höga verkningsgrader.

Kostnader	A	B	C
Installation	+	+	
Areabehov	+	+	
Driftkostnad	-	-	

Specifik fläkt-effekt

Val av standardnivå



Mätning – kontroll

Fläktens (fläktarnas) eleffekt och distribuerad luftmängd (luftflöde) mäts. Distributionseffekten kan sedan beräknas och jämföras med nivågränserna.

Exempel på kostnader

Installationskostnaderna för ovanstående åtgärder är svåra att uppskatta. Det är väsentligt att komma ihåg att åtgärder kan "kosta" lägenhetsyta vilket i sin tur betyder mindre uthyrningsbar yta och mindre lånegrundande yta.

Ökade installationskostnader kompenseras dock av minskade driftkostnader, vilket innebär att totalkostnaden på lång sikt inte behöver öka.

Förvaltning – Driftekonomi

20. Luftutbyteseffektivitet

	A	B	C
Procentuell luftutbytes-effektivitet	50%	45%	40%

Teknik

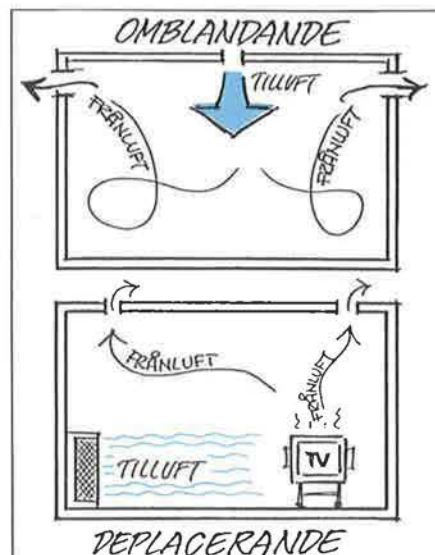
Nivå C Motsvarar dagens ventilation med uteluft-/tilluftsdon i "rena" rum (sovrum, vardagsrum och dylikt) och frånluft i kök, bad och toalett.

Nivå B Tilluftdon Antalet tilluftdon kan behöva ökas. Dessutom krävs en noggrann projektering av donens placering och utformning med hänsyn till möjligheten att justera kastlängd och flödesriktning.

Nivå A Ventilations-system Kräver någon form av deplacerande ventilation. Deplacerande ventilation innebär att undertempererad luft tillförs i golvnivå. Luften stiger av termisk stigningskraft och sugas ut frånluftdon i takhöjd. Ett rum med större värmealstring får större luftflöden än svalare rum. Detta kan också innebära högre tilluftflöden för att erhålla samma luftkvalitet som med omblandande system för att få den deplacerande funktionen i hela vistelsezonen.

Kostnader	A	B	C
Extra don	+	+	
Kanaldragning	+	+	

Luftutbytes-effektivitet	.....
Val av standardnivå	.....



Luftutbyteseffektiviteten är ett mått på hur effektivt distribuerad luft används för att byta luft i den ventilerade lokalen. Effektiviteten är systemberoende varför ett deplacerande (undanträngande) system har högre verkningsgrad än ett omblandande. Inom varje system är det slutligen donplaceringen, donval och flöden som avgör verkningsgraden. Hög verkningsgrad innebär bl a att kortslutningsfenomen undviks. Väljs don med låg impuls, för att minimera ljud- och dragproblem (luftvärme med förhöjd inblåsningstemperatur), bör luftutbytes-effektiviteten studeras extra noggrant för nivå A och B.

Deplacerande ventilation kräver undertempererad tilluft. I bostäder är det normalt inte aktuellt med särskilda kylmaskiner för detta. Under större delen av året erhålls naturlig kylning med uteluften. Om det finns en värmepump i anläggningen kan denna utnyttjas som kylmaskin sommartid (obs högre el-åtgång). I övriga fall kan man tänka sig att acceptera den något sämre luftutbyteseffektiviteten som blir då tilluften inte är undertempererad. Detta inträffar sommartid då det går bra att komplettera med fönstervädring.

Mätning – kontroll

Relativt komplicerad mätning. Utförs av mätkonsult med tillgång till utrustning för spårgasmätning.

Exempel på kostnader

(prisnivå hösten -92)
Nivå A och B: Extra kostnader för don 1.000-1.500 kr/lgh. Extra kanaldragning 1.000-1.500 kr/lgh. Totalt 2.000-3.000 kr/lgh.

Förvaltning – Driftekonomi

21. Isoleringsgrad

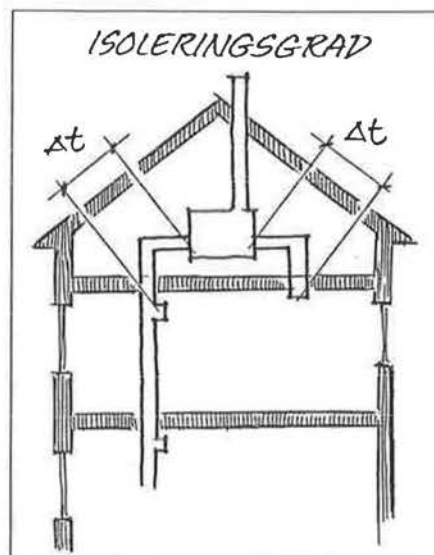
	A	B	C
Maximalt temperaturfall på ventilationsluften	1°C	1,5°C	2°C

Teknik

Kanalisolering Isolering av till- och frånluftskanaler före värmeåtervinning är ett måste om systemet ska fungera. Graden av isolering bör bestämmas utifrån vad som är ekonomiskt i varje enskilt projekt.

Kanaltäckning Ventilationskanalen kan täckas med isolermatta eller lösull.

Kostnader	A	B	C
Investering	+	+	
Drift	-	-	



Kravet gäller frånluftskanaler anslutna till återvinningsaggregat och för tilluftskanaler. Temperaturfallet på frånluftsidan gäller mellan don i rum och värmeväxlare. På tilluftsidan avses temperaturfall mellan värmeväxlare och don i rum. Temperaturfallet avser de delar av kanalsystemet som går genom ouppvärmda eller delvis värmda lokaler.

Mätning – kontroll

Tilluft

Lufttemperaturen efter värmeväxlaren mäts och jämförs med lufttemperaturen på tilluften vid don i rum.

Frånluft

Lufttemperaturen i rummet mäts och jämförs med temperaturen på frånluften före värmeväxlaren.

Isoleringsgrad

Val av standardnivå

Förvaltning – Drift och underhåll

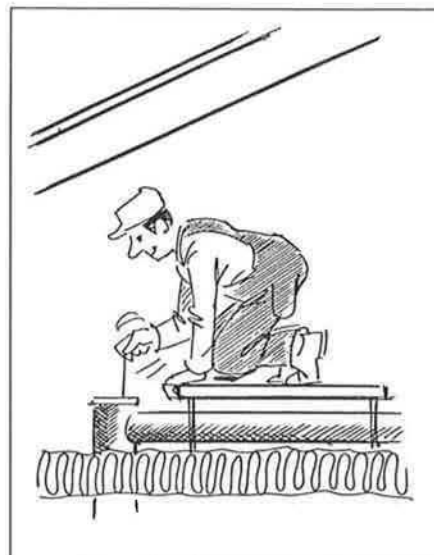
22. Rensbarhet

	A	B	C
Åtkomlighet	Neutrala utrymmen	Neutrala utrymmen + vissa i lgh	Huvudsakligen inom lgh
Teknik			
Nivå C	Exempelvis lägenhetsaggregat som inte nås från trapphus eller med separata fläktar för frånluft (kök, WC). Rensbarheten är minimal eftersom man måste gå in i lägenheten för att utföra allt rensningsarbete.		
Nivå B	Motsvarar en anläggning med ett centralt placerat aggregat eller centralt placerad frånluftsfläkt. Detta motsvarar det vanligaste sättet att bygga idag.		
Nivå A	Motsvarar en anläggning där hela ventilations-systemet är tillgängligt från neutrala områden. Denna lösning har vissa svårigheter pga att från- och tilluftsdoor är placerade i lägenheten. En lösning för nivå A är att den boende själv sköter alla installationer i lägenheten. Detta kräver utbildning och informationsblad om hur rensning utförs samt någon form av kontroll att arbetet utförs.		

Kostnader	A	B	C
Administration		+	+
Rensning		+	+
Drift	-		

Rensbarhet

Val av standardnivå



Med rensbarhet avses möjligheterna att rengöra kanaler/kanaldetaljer och aggregat. Effektivitet i detta arbete är starkt knutet till i vad mån man måste in i lägenheterna. Kravnivåerna avser utrymmen varifrån ventilationskanalerna ska vara tillgängliga.

Ny lagstiftning gällande ventilations-system samt problem med sjuka hus gör att kraven på rensbarhet ökar.

Mätning – kontroll

Rensbehov kontrolleras okulärt och med luftflödesmätning.

Förvaltning – Drift och underhåll

23. Tillgänglighet och tillsyn

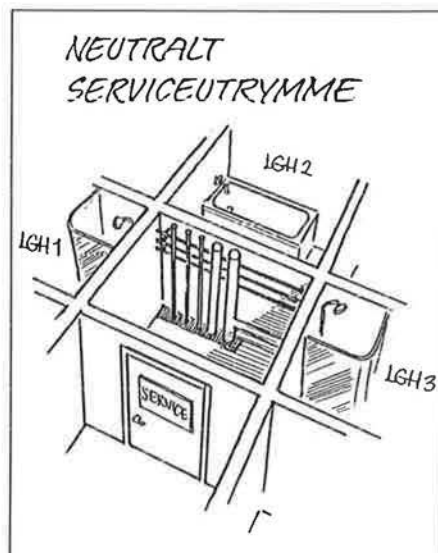
	A	B	C
Åtkomlighet	Helt friliggande installationer. Tillsyn i neutrala utrymmen.	Delvis fritt från stommen.	Ingjutet/inbyggt. Tillsyn i lägenhet.

Här avses möjligheterna att komma åt delar av ventilationssystemet för utbyte/reparation. Uppfyllelsen av kraven blir olika beroende på om det är centralt eller lokalt placerade aggregat.

Teknik

Nivå C	Endast installationer på vind samt don tillgängliga för utbyte/reparation. Typiskt F-/FX-system. Aggregat i lägenhet kräver brukarens samarbete/tillstånd.
Nivå B	Åtkomliga installationer men ganska stora byggnadstekniska ingrepp krävs för utbyte/reparation. Typiskt FTX-system.
Nivå A	Helt åtkomliga installationer. Detta alternativ kräver inklädnad eller undertak. Ganska stora ingrepp byggnadstekniskt krävs ändå för utbyte/reparation. FTX-system. Då lägenhetsaggregat väljs krävs att dessa är åtkomliga från neutrala utrymmen.

Kostnader	A	B	C
Investering	+	+	
Drift	-	-	+



Mätning – kontroll Driftinstruktion.

Exempel på kostnader

Investeringsökningarna måste ställas mot minskade framtida utbyteskostnader. Underhållet kan bli billigare om brukaren själv sköter det men kvaliteten på underhållet blir troligen högre om det utförs av driftpersonal. Bättre underhåll ger lägre driftkostnader. Lägenhetsaggregat kräver kvällsarbete av driftpersonal vilket är kostsamt.

Tillgänglighet och tillsyn

Val av standardnivå

Förvaltning – Drift och underhåll

24. Övervakningsgrad

	A	B	C
Omfattning	Total driftstatistik i central övervakningsenhet. Överföring av larm.	Överföring av larm och driftsindikationer.	Överföring endast av larm avseende brand och frysning.

Teknik

Nivå C Larm för frysning i batteriväxlare. Brandlarm.

Nivå B Som C kompletterad med driftindikationer till central i huset.

Nivå A Som B och C kompletterad med driftstatistik till central i huset eller annat ställe.

Kostnader	A	B	C
Investering	+	+	



Avser graden av centraliserad övervakning av en enskild anläggning. Högre övervakningsgrad ger bättre skötsel och drift av fastigheten. På kort sikt görs bara marginella besparingar, men på lång sikt betalar sig den höga övervakningsgraden pga att man på ett tidigt stadium kan se när underhålls- och reparationsarbeten behöver utföras.

Mätning – kontroll
Driftinstruktion.

Exempel på kostnader
(prinsnivå hösten -92)

Initialkostnaderna för hög övervakningsgrad är stora – 100.000 kr/system och uppåt. Utvecklingen inom teknikområdet är emellertid snabb både avseende användarvänlighet och kostnader.

Övervakningsgrad

Val av standardnivå

Förvaltning – Drift och underhåll

25. Periodiskt underhåll

	A	B	C
Kravnivå	Enligt central underhållsplan	Enligt produkt-specifik plan	Enligt Boverkets föreskrifter funktionskontroller

Här tas förvaltarens krav på underhållsarbete fram.
Hög grad av centralisering styr materialval och systemlösningar.

Teknik

Installation	Nivå C kan innebära förfall av fastigheten på sikt. Åtgärder blir kostsamma och omfattande. Det kan till slut bli billigare att riva och bygga nytt, t ex vid omfattande fuktskador.		
Underhållsplan – manuell – datoriserad	Nivå B innebär att fastighetens livslängd ökar väsentligt.		
	Nivå A är det alternativ som absolut ska eftersträvas eftersom det ger en fastighet med minimala problem.		

	A	B	C
Kostnader			
Drift	–	–	



Underhållsaspekten måste finnas med redan vid projekteringen så att riktiga materialval görs. Detta för att erhålla lägre kostnader under brukstiden för fastigheten.

Mätning – kontroll
Driftinstruktion.

Periodiskt underhåll

Val av standardnivå

Förvaltning – Systemflexibilitet

26. Totalflödesökning, %

	A	B	C
Möjlig flödesökning	100%	50%	–

Här anges möjligheterna att öka totalflödet för hela anläggningen med bibehållna krav på drag och ljud. Möjligheter att justera totalflödet gör att man kan anpassa flödet efter ändrad verksamhet eller ändrade inneklimatkrav.

Teknik För att kunna justera totalflödet enligt de tre nivåerna med bibehållna krav på klimat, ljud och drag krävs:

Nivå C Viss flödesjustering (+/-20%) är nästan alltid möjlig. Detta gäller de flesta installationer i bostäder (FTX). Ökad luftmängd kan ge ljudproblem.

Nivå B Reglering +50% kräver överdimensionerat aggregat med flödesreglering, kanalsystem, värmeledningar och schakt för att klara såväl tryckförluster som ljud vid högre flöde.

Nivå A Som B men i större omfattning.

Kostnader	A	B	C
Investering	+	+	
Drift	+	+	



Mätning – kontroll
Flödesmätning.

Exempel på kostnader
Kostnaderna varierar kraftigt från objekt till objekt.
Den investering som görs är ofta låg jämfört med vad det kostar att ändra i ett senare skede. Man måste dock vara vaktsam så att inte driftekonomi blir dålig pga felaktiga driftkurvor för fläktar etc.

Totalflödesökning

Val av standardnivå

Förvaltning – Systemflexibilitet

27. Flödesjustering lägenhetsvis

	A	B	C
Möjlig flödesändring	Varje lägenhet går att förändra för sig.	En begränsad grupp av lägenheter kan förändras.	Ingen förändring möjlig.
Teknik			
Nivå C	Konstant luftmängd i varje lägenhet med t ex konstantflödesdon.		
Nivå B	Ny injustering och ev omvarvning av fläkt med bibehållet aggregat och kanaler eller ombyggnad med nytt aggregat. Förberedelser görs i schakt. För detta krävs ett justerbart spjäll i kanal gemensam för en grupp av lägenheter.		
Nivå A	Kräver variabelt flöde på aggregat och någon form av flödesstyrning i varje lägenhet. Kanalsystemet måste dimensioneras för det maximala flödet och med t ex konstantryckregulator för stabil drift.		

Kostnader	A	B	C
Investering	+	+	
Drift	+	+	



Här avses möjlighet att permanent eller temporärt förändra flödet för hela lägenheter/grupper av lägenheter via åtgärder som utförs av driftpersonal. Nödvändigt om det ska bedrivas annan verksamhet i lägenheterna.

För vissa grupper av allergiker är det angeläget att också kunna stänga av utelufttillförseln korta perioder, t ex då uteluften tillfälligt innehåller rök från förbränning utomhus.

Mätning – kontroll

Flödesmätning.

Exempel på kostnader

(prisnivå hösten -92, exkl. moms.)

Nivå A

Ett nummer större aggregat (för 15 lägenheter) ca 30.000 kr, med ledskenreglering 25.000 kr och utrustning för konstant tryckhållning ca 5.000 kr.

I lägenhet krävs spjäll och reglerutrustning 3.000-5.000 kr. Per lägenhet blir kostnaden 7.000-9.000 kr.

Nivå B

Kostnaden för ett justerbart spjäll är ca 1.000 kr.

Flödesjustering lägenhetsvis

Val av standardnivå

Förvaltning – Systemflexibilitet

28. Flödesomfördelning inom lägenhet

	A	B	C
Möjlig flödesomfördelning	Helt flexibel	Delvis flexibel	Ingen* flexibilitet

*Ingen omfördelning utöver inställning av tillufts/uteluftsdon i olika rum och tillfällig forcering i kök och badrum.

Teknik

Nivå C Med F-ventilation kan flödesomfördelning göras mellan sovrum och vardagsrum genom att reglera uteluftsdon. Kök och badrum ändras med tillfällig forcering.

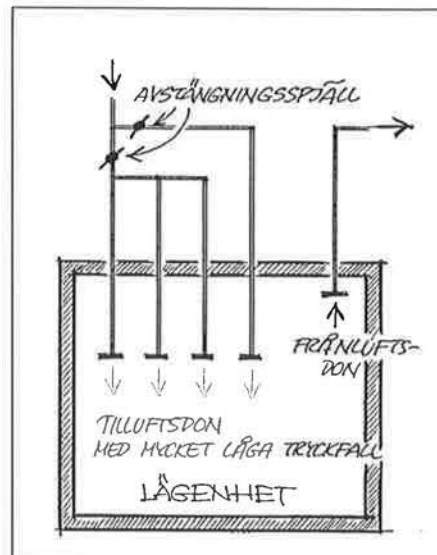
Nivå B Omfördelning mellan ett sovrum och vardagsrum t ex dag/natt genom manuell reglering av tilluftsdon för såväl F- som FT-system.

Nivå A Omfördelning mellan alla sovrum och vardagsrum, kräver spjäll, spjällmotorer och någon form av kontroll- och informationspanel där brukaren fördelar om flödet inom lägenheten. Detta system kräver normalt större don i varje rum samt separata kanaler från en tryck/suglåda med spjäll och ljuddämpare.

Kostnader	A	B	C
Investering			
– F-system	+		
– FT-system	+	+	
Drift			

Flödesomfördelning inom lägenhet	.....

Val av standardnivå	.....



Möjligheter att temporärt eller permanent omfördela luftflödet inom en lägenhet. Åtgärderna utförs av de boende. Se även pkt 29 "Behovsstyrd ventilation".

Omfördelning av luft mellan vardagsrum och sovrum, FT-system

I detta system sker behovsstyrning enligt följande: Lägenheterna förses med luft från ett centralaggregat. I lägenheterna ska luft kunna omfördelas mellan vardagsrum och sovrum, medan lägenheten totalt får ungefär samma luftflöde. Med hjälp av manuella och motordrivna spjäll regleras tilluften till vardagsrum och sovrum. Genom att stänga spjället till t ex vardagsrummet ökar flödet till sovrummet. Om kanalsystemet är rätt dimensionerat kan omfördelning av luftflöden inom lägenheten fungera utan att konstantflödesdon eller konstanttryckregulatorer behöver installeras.

Mätning – kontroll

Flödesmätning.

Exempel på kostnader

Prisnivå hösten -92, exkl. moms.

Nivå B

Kostnaden för omfördelning kan medföra en ökad kostnad på 5.000-6.000 kr/lgh, enligt A, vid FT-system. Med F-system kan enklare don med manuell omställning användas. Ökad kostnad: 0 - 100 kr/lgh.

Nivå A

Spjäll, motor, inställningsknapp 3.000-4.000 kr/lgh alt manuell spjällreglering 500 kr/lgh. Större (eller fler) tilluftsdon 200-300 kr/lgh. För en trerumslägenhet innebär detta 2.000 - 13.000 kr.

Detta är komponenter som måste vara åtkomliga vilket innebär att plats för detta måste med i planeringen av lägenheten.

Förvaltning – Systemflexibilitet

29. Behovsstyrd ventilation

	A	B	C
Påverkan	Efter önskemål +100%/-50% i olika rum	+/-50% för hela lägenheten	Ingen utöver forcing i kök + ev. badrum enl NR

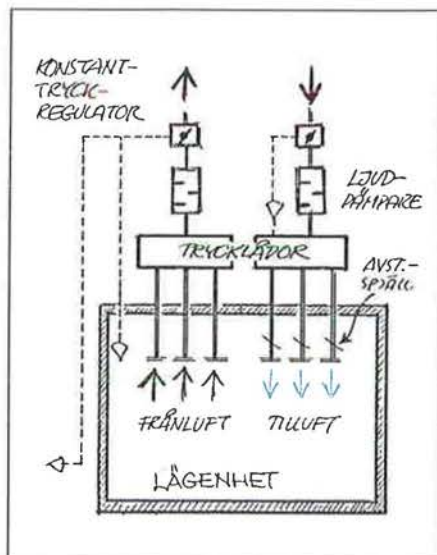
Här avses möjlighet för de boende att påverka såväl det totala luftflödet i lägenheten som fördelningen av luft mellan rum.

Teknik

Begränsade drifterfarenheter. Flera hus med behovsstyrd ventilation kommer att byggas inom de närmaste åren.

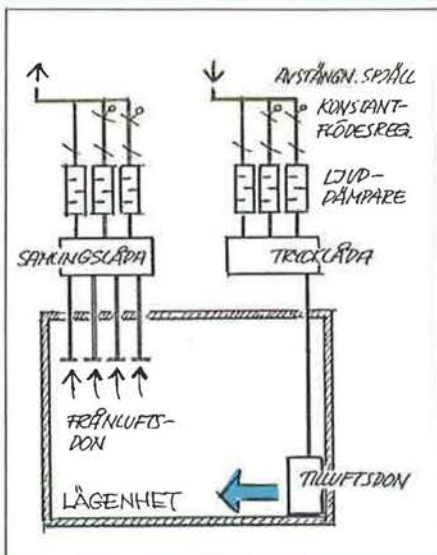
Här presenteras några lösningar med FT-system.

Med F-system kan liknande lösningar tillämpas dock måste uteluftsintagen placeras och dimensioneras så att problem med drag och ljud undviks.



Variabelt flöde i varje rum – konstanttryckregulatorer, exempel 1

I systemet kan tilluften till varje rum varieras mellan grundflöde och forcerat flöde via timer. Användningen av konstanttryckregulatorer gör att en flödesökning i ett av tilluftdonen inte påverkar övriga flöden, se skiss. Trycket i trycklådan på tilluftsidan hålls konstant vilket innebär att en flödesökning i ett don inte påverkar övriga tilluftflöden (trycket i trycklådan jämförs med atmosfärstrycket). När tilluften ökas, så ökas frånluftsflödet så att trycket i lägenheten hålls konstant (trycket i lägenheten jämförs med atmosfärstrycket).



Reglering av totalflöde till lägenhet – konstantflödesregulator, exempel 2

Tilluftflödet till varje lägenhet regleras i tre steg efter behov. Följdreglering av frånluftsflödet sker. Före trycklådan till respektive lägenhet fördelas tilluftflödet på tre kanaler. Två förses med avstängningsspjäll och samtliga med konstantflödesdon. På detta sätt kan tre nivåer på tilluftflödet erhållas.

Kostnader	A	B	C
Inv. Drift	+	+	

Behovsstyrd ventilation

Val av standardnivå

.....

.....

.....

.....

.....

Grundläggande ventilationsteknik

Ventilationens syfte är framförallt att föra bort dålig luft och ersätta den med frisk luft med rätt temperatur.

De parametrar som man arbetar med är bl a:

- luftföroreningar utifrån
- lukt från bl a människor och verksamheter, t ex matlagning
- hälsofarliga ämnen från bygg- och inredningsmaterial
- koldioxid från människor och uteluften
- fukt från matlagning, bad och tvätt samt byggfukt
- överskottsvärme.

Tillförseln av friskluft måste vara tillräcklig. Olika parametrar är dimensionerande i olika utrymmen. Exempelvis är koldioxidhalten dimensionerande för luftflödet till ett sovrum medan fukthalten är dimensionerande för ett badrum.

Tillförseln av friskluft får inte medföra problem med drag, buller eller alltför stora temperaturskillnader i rummet. Ventilationssystemet måste också vara så utformat och skött att det inte i sig tillför föroreningar och lukter till rummet. Systemet måste också vara lätt att underhålla och rengöra och möjliggöra en ekonomisk drift.

Ventilationsguiden är avsedd att vara en vägledning för att ställa kvalitetskrav för de parametrar som, via ventilationen, påverkar inneklimatet.

VENTILATIONSSYSTEM, Sid 42-43

Sjävdragssystem – S

Fläktförstärkt självdrag – SF

Frånluftssystem – F

Från- och tilluftssystem – FT, FTX

VENTILATIONSPRINCIPER, Sid 44-46

Omblandande ventilation

Deplacerande ventilation

Värmeåtervinning

Värmepump

Värmeväxlare

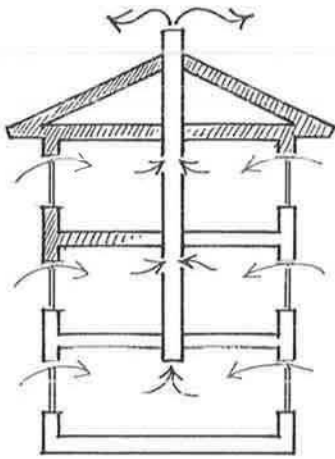
Behovsstyrd ventilation

Ventilationssystem

S

Självdragssystem

Med självdragssystem menas ett system utan fläktar. Istället för fläktar utnyttjas termiska stigkrafter hos luften. Varm luft är lättare än kall och stiger därför uppåt. Den uppåtstigande varma luften måste ersättas och kall, frisk luft kommer att sugas in i byggnaden.



Självdragssystem. Luften inomhus värms upp av människor, apparater, radiatorer m m. Den stiger då uppåt och ersätts av ny frisk luft utifrån.

I äldre byggnader kommer uteluften vanligtvis in genom otätheter i fönster och dörrar med drag- och ljudproblem som följd. Problem med drag och ljudisolering kan åtgärdas med moderna uteluftsventiler. För att förhindra att uteluften som kommer in är alltför kall vintertid kan uteluftsventilerna t ex placeras bakom radiatorerna, ovanför fönster eller utformas så att lufthastigheten ej blir för stor.

Den termiska stigkraften hos luften ökar då skillnaden mellan inne- och utetemperatur ökar, vilket innebär större ventilationsflöden vintertid och mindre sommartid. Även vindförhållanden påverkar ventilationsflödet.

I Nybyggnadsreglerna (NR) anges minsta ventilationsflöde för olika rum i bostäder. Dessa värden ska gälla kontinuerligt, dvs även sommartid. Det kan därför vara svårt att nå upp till kraven med ett självdragssystem. Dispens måste då sökas från Boverket.

Fördelar

- Enkelt system
- Inga mekaniska komponenter ingår vilket ger lågt servicebehov
- Ingen elförbrukning för fläktdrift
- Möjlighet att reglera tilluftventilerna
- Inget buller eller vibrationer

Nackdelar

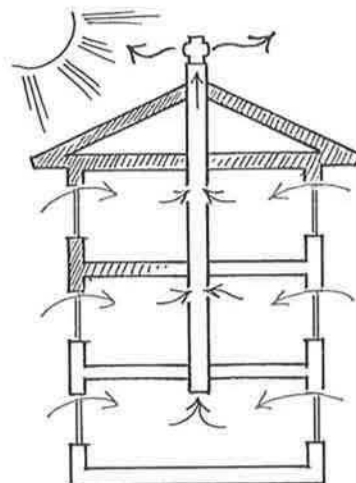
- Ventilationsflödet beroende av utetemperatur och vindförhållanden
- Svårt att beräkna ventilationsflödet
- Svårt att reglera
- Låg temperatur på friskluften vintertid (ev. dragproblem)

SF

Fläktförstärkt självdrag

Idag byggs också bostäder med sk fläktförstärkt självdrag. Det är en vidareutveckling av självdragssystemet som innebär att en frånluftsfläkt sommartid "hjälp" självdragssystemet. Denna fläkt kan t ex vara styrd på utomhustemperaturen eller av frånluftsflödet. Tilluften kan styras med automatik som minskar tillförseln vid kallt och blåsig väder. Förstärkt självdrag har i princip samma fördelar och nackdelar som system F.

Systemet arbetar med låga tryckförluster och stora kanalareor. Detta ger fördelar i form av mindre risk för ljudproblem, lågt behov av fläktel samt bra möjligheter att rengöra kanalsystemet.



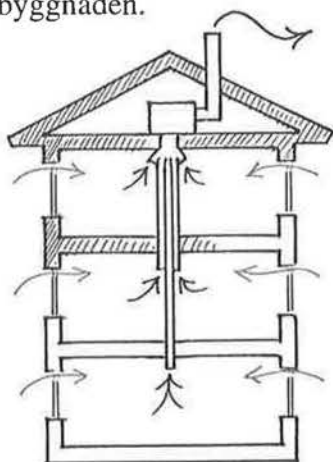
Exempel på förstärkt självdrag.

F, FX

Frånluftssystem

Frånluftssystem, F-system, är en form av mekanisk ventilation. Den skämda luften sugas ut med en frånluftsfläkt. Trycket i byggnaden blir då lägre än trycket utomhus, med följd att ny luft utifrån sugas in i byggnaden. Den nya luften kommer in via uteluftventiler och i viss mån genom springor i byggnaden.

Frånluftssystem. Luften sugas ut ur byggnaden med en frånluftsfläkt. Ett undertryck bildas som gör att ny luft sugas in i byggnaden.



Med ett frånluftssystem kommer det alltid att vara undertryck i byggnaden. Detta är en fördel eftersom fuktig luft då inte "trycks ut" i väggarna, vilket kan ge fuktskador och försämrade isoleringsförmåga hos isolermaterialet. För att förhindra att uteluften som kommer in ger drag och är alltför kall vintertid kan uteluftventilerna exempelvis placeras bakom radiatorer, ovanför fönster eller utformas så att lufthastigheten ej blir för stor. Vid risk för radoninläckning från mark bör ventilationssystem inte ge stort undertryck. I ett F-system finns det möjligheter att återvinna energi genom att en värmepump återvinner värme ur frånluften. Värmen avges sedan till radiator- och/eller tappvarmvattnet. Ett F-system med värmeåtervinning betecknas FX-system.

Fördelar

- Alltid undertryck i byggnaden
- Garanterat luftflöde (även varma dagar)
- Möjlighet till värmeåtervinning
- Möjlighet att reglera tilluftsventilerna
- Relativt enkelt system

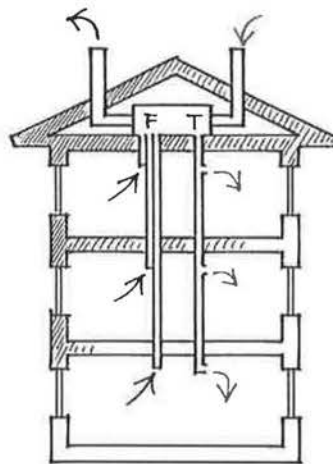
Nackdelar

- Låg temperatur på uteluften vintertid
- Visst servicebehov
- Risk för drag vid stora flöden
- Svårt att dämpa ljud utifrån
- Svårt att ordna filtrering av tilluften
- Undertryck kan öka radoninläckning

FT, FTX

Från- och tilluftssystem

I ett från- och tilluftssystem, FT-system, används fläktar för både till- och frånluft.



FT-system. En tilluftsfläkt förser byggnaden med tillräckliga luftmängder året om. Luften sugas ut ur byggnaden med frånluftsfläkt.

Med ett FT-system går det att styra tillförseln av luft till olika rum, dvs reglermöjligheterna är större än för enklare system. Liksom vid F-ventilation kan energi återvinnas ur den varma frånluften. Här kan denna värme exempelvis användas för att värma den inkommande uteluften (tilluften). Värmen återvinns antingen med en värmexväxlare eller en värmepump. Ett FT-system med värmeåtervinning betecknas FTX-system.

Fördelar

- Reglermöjligheter
- Garanterat luftflöde (även varma dagar)
- Möjlighet till värmeåtervinning
- Möjlighet att styra temperaturen på tilluften
- Filtrering av tilluften möjlig

Nackdelar

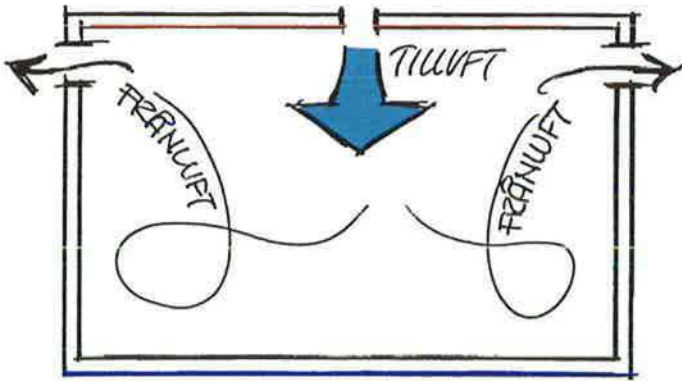
- Komplicerat system med många ingående komponenter
- Ökat servicebehov jämfört med F-system
- Risk för ljudproblem ökar i sovrum och vardagsrum
- Risk för förorenad tilluft i långa kanaler med många komponenter

Ventilationsprinciper

Inom ventilationstekniken används två olika principer för hur ventilationsluften ersätter luften i rummet, omblandande ventilation samt deplacerande, undanträngande, ventilation.

Omblandande ventilation

Omblandande ventilation innebär att tilluften tillsätts i taknivå och "späder" ut luften i rummet. Koncentrationen av föroreningar blir då ungefär lika stor överallt i rummet.

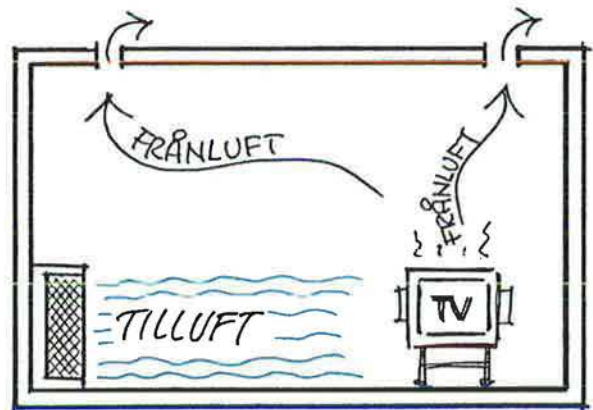


Omblandande ventilation. Luften tillförs och bortförs i taknivå. Den friska luften späder ut rumsluften så att samma föroreningskoncentration erhålls i hela rummet.

Med omblandande ventilation blir temperaturskillnaderna i lokalen mycket små, vilket är en fördel från komfortsynpunkt.

Deplacerande ventilation

Här tillförs luften med låg hastighet i golvnivå. För att denna ventilationsprincip ska fungera krävs att temperaturen på tilluften är något lägre än rumstemperaturen. Den kalla luften breder ut sig över golvet, värms så småningom upp av människor, apparater m m och stiger då uppåt. Frånluften bortförs i taknivå.



Deplacerande ventilation. Kall luft tillsätts i golvnivå, värms, stiger uppåt och bortförs i taknivå.

Fördelen med deplacerande ventilation är att det är ett effektivt sätt att bortföra föroreningar på. Nackdelen är att temperaturgradienten (skillnaden i temperatur mellan golv och tak) kan upplevas som för stor.

I bostäder kan deplacerande ventilation vara ett problem sommartid, eftersom tilluften ska ha lägre temperatur än rumsluften. Det är viktigt att tänka på att frånluftsdonet inte placeras rakt ovanför tilluftsdonet eftersom det, speciellt sommartid, kan bli kortslutning mellan till- och frånluft.

Värmeåtervinning

Med värmeåtervinning i FT-system avger den varma frånluften en del av sin värme till tilluften, antingen via en värmepump eller via en värmväxlare. På detta sätt kan stora energibesparingar göras.

Vid installation av värmeåtervinning måste dock beaktas att den elenergi som åtgår för att driva värmeåtervinningssystemet inte överstiger den återvunna energin.

Olika ventilationssystem ger olika stora möjligheter att återvinna energi ur den varma frånluften. Flest möjligheter finns i ett FT-system.

Typ av ventilations-system	Värmeåtervinning med: Värme-pump	Värme-växlare
----------------------------	----------------------------------	---------------

Självdrag	nej	nej
-----------	-----	-----

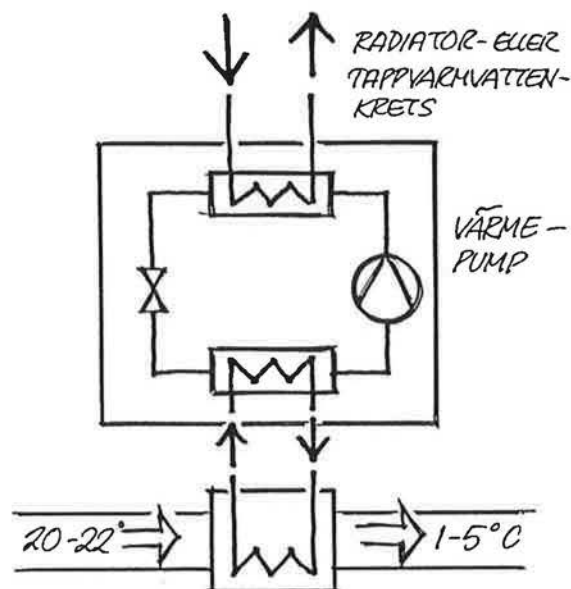
SF-system	ja	nej
-----------	----	-----

F-system	ja	nej
----------	----	-----

FT-system	ja	ja
-----------	----	----

Värmepump

I ett system med frånluftsvärmepump avges värmen antingen till radiator- eller tappvarmvattensystemet.

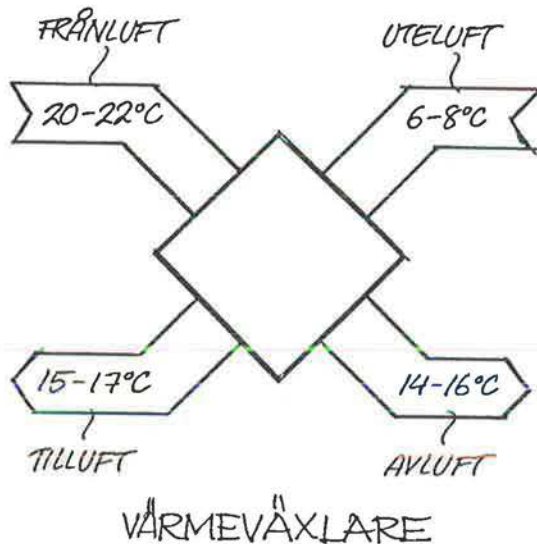


Värmeåtervinning med värmepump. Frånluften avger sin värme till radiator- eller tappvarmvattnet.

Elåtgången i ett värmepumpsystem är ungefär en tredjedel av den återvunna energimängden. Om värmen ska återvinnas ur ett fläktförstärkt självdragssystem måste kylningen av frånluften ske med mycket låga tryckfall.

Värmeväxlare

I en värmeväxlare växlas den varma frånluften direkt med den inkommande uteluften (eller i vissa system indirekt via ett vätskesystem). Den temperatur där värmen avges är lägre än i ett system med värmepump.



Värmeåtervinning med värmeväxlare. Värmen i frånluften avges till den inkommande kalla uteluften.

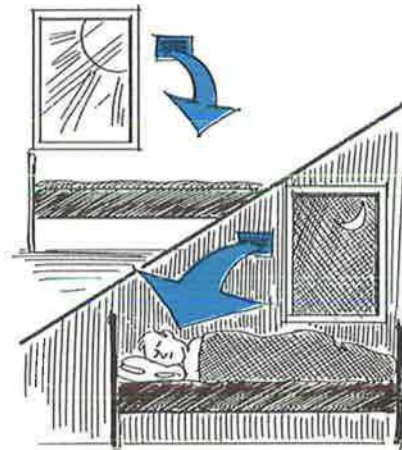
Elenergin till fläktarbete ökar med värmeåtervinning. Den ökade elåtgången i ett system med värmeväxlare beror främst på ökat tryckfall i kanalsystemet (ökat tryckfall innebär ökad fläktenergi). Den ökade fläktenergin är i ett väl utfört ventilationssystem liten i förhållande till den återvunna energimängden i värmeväxlaren.

Behovsstyrd ventilation

En möjlighet till behovsstyrning som länge använts är forcering av frånluft i kök och badrum. Fönstervädring är en annan vanlig behovsstyrd åtgärd.

En form av behovsstyrning som finns på marknaden idag är s k lägenhetsaggregat. Dessa ger möjlighet till individuell styrning av luftflödena till varje lägenhet, men medför istället andra problem; höga ljudnivåer, med följd att aggregaten stängs av, filter som inte rengörs enligt instruktion, vilket innebär försämrad funktion samt ökad elåtgång, låg totalverkningsgrad då varje lägenhet har en egen fläkt i stället för en stor gemensam, m m.

I nyare system finns möjlighet att anpassa totalflödet till lägenheterna efter behov. Det finns också system där tilluften till olika rum inom samma lägenhet kan regleras efter önskemål.



Behovsstyrd ventilation.

Varför behovsstyrd ventilation?

De två starkaste skälen till att installera behovsstyrd ventilation är:

- att den efterfrågas av de boende. Enkätundersökningar visar att flertalet boende vill kunna styra sin ventilation. Däremot vill bara var tredje också rengöra och sköta det. Detta talar ej för lägenhetsvisa aggregat.
- att den ger högre luftflöden när och där det verkligen behövs.
När behovet är litet kan flödena sänkas. Det innebär ökad luftkvalitet utan att elåtgången för drift totalt sett måste öka.

På sidan 40, "Systemflexibilitet", presenteras några lösningar för system med behovsstyrd ventilation.

Normer och referenslitteratur

De olika kravnivåerna i Ventilationsguiden är baserade på normer, praxis och erfarenheter från objekt som projekterats för höga krav på inomhusklimatet.

Varje nivå har diskuterats ingående med sakkunniga i ett omfattande remissarbete.

Referenslitteraturen omfattar många titlar varför vi valt att presentera ett urval som vi tror ger läsaren praktisk och relevant information.

Nybyggnadsregler 1

Föreskrifter och allmänna råd,
Boverkets författningssamling:
BFS 1988:18, NR 1 med tillägg
BFS 1990:28, NR 2
BFS 1991:38, NR 3

Klassindelade inneklimatsystem.

Riktlinjer R 1 – Projektering och upphandling
Svenska Inneklimatinstitutet, 1990

Klassindelade inneklimatsystem.

Anvisningar A 1 – Projektering och upphandling
Svenska Inneklimatinstitutet, 1991

NKB rapport nr 40, Inomhusklimat

Nordiska Kommittén för Byggnadsbestämmelser,
1981

Översikt över vanliga Mätmetoder, Instrument, Normer och Riktvärden för Boendemiljön.

Arbetsgruppen för Hus o Hälsa,
Stockholms stad.

Enkätmetoder för att ta tillvara brukarnas upplevelser av inneklimat.

Utrednings- och Statistikkontoret,
Stockholms stad

Råd om ljud i hus

Byggforskningsrådet, T10:1991

Det tysta huset

Byggforskningsrådet, T9:1991

Lågfrekvent buller från ventilations- anläggningar

Byggforskningsrådet, T6:1993

Ventilation av bostäder.

Nordisk handbok

Byggforskningsrådet, T3:1993

Hus & Hälsa. Kunskapsbas.

Sju skrifter inom olika ämnesområden.
Byggforskningsrådet, U11:1992

Handlingsplan mot buller.

SOU 1993:65

