

# INOMHUSKLIMAT

## Finns det någon patentlösning?

Varför byggs det hus? Jo, för att skydda oss mot vårt bistra utomhusklimat och därmed möjliggöra ett gott inomhusklimat.

En förutsättning för att nå bra resultat är att ha en övergripande, målinriktad grundsyn och ett riktigt angreppssätt. Målet och förutsättningarna måste först fastställas. Först därefter är det möjligt att börja tänka på systemval och i nästa steg val av luftföringsteknik.



**Göran Danielsson**

*Göran Danielsson är civilingenjör och arbetar på AVD För Teknik och Marknad, Fläkt Inomhusklimat AB.*

**R**ätt system på rätt plats – rätt don på rätt plats kan synas vara gamla utslitna trivialiteter, men dessa rymmer, kanske mer idag än någonsin, aktualitet. Det finns inte några patentlösningar inom vår bransch heller. Att veta vad man gör är som tur är fortfarande det väsentligaste vid konstruktion av klimatanläggningar.

Målet är att skapa ett bra inomhusklimat på ett kostnadseffektivt sätt. Inomhusklimat är nämligen viktigt både för arbetsgivare och arbetstagare då det påverkar de tre intimt samhörande faktorerna Trivsel – Hälsa – Arbetseffektivitet/Risk.

För att begreppet inomhusklimat skall ha någon innebörd måste det definieras, med sina delfunktioner. Viktigast är det termiska klimatet och luftkvaliteten, men ljudnivån måste också noga beaktas. Delfunktionerna definieras med krav – kriterier – som skall vara realistiska och mätbara, vilket icke alltid är fallet.

Ett sätt att enkelt definiera luftkvalitet är att fastslå högsta tillåtna gränsvärde för koncentrationer. Sådana gränsvärden finns idag men dock endast för ett fåtal av de ämnen

### DET ÄR LÄTT ATT GÅ VILSE



- Gå från helheten till delen
- Fokusera på målet

människan är i kontakt med. Mätningar är här enkla och relativt säkra. För den praktiskt arbetande ingenjören är det dock svårt att omsätta ett gränsvärde till en praktisk dimensionering av en ventilationsanläggning. Därför uttrycks oftast luftkvalitet i specifikt luftflöde eller motsvarande. För kunden torde dock slutresultatet – funktionen – vara viktigare än antalet m<sup>3</sup>/s luft och kg plåt. Tanken att införa krav på ventilations- eller luftutbyteseffektivitet eller t o m val av luftföringsteknik är

lovvärd men missriktad, då detta leder till suboptimeringar. Det är den praktiska funktionen och slutresultatet – inomhusklimatet – vi är ute efter och ingenting annat.

Termiska komfortkriterier är komplexa då de består av flera delkomponenter som samverkar. Här har skett och sker en intressant utveckling där nya kriterier tillkommer och mätinstrument/metoder utvecklas. Nuvarande forskning pekar mot krav på ytterligare sänkta lufthastigheter. Svårtolkat är dock hur stor temperaturgradient vi tål och dess relation till lufthastigheten.

Då vi slutligen skall välja system och luftföreteknik måste vi även ta hänsyn till många andra funktionskrav, vilket visserligen är svårt, men nödvändigt.

**FUNKTIONSKRAV**

**TERMISKA KRAV**

- Temperatur
- Temp diff
- Strålning
- Luftrörelser
- Drag
- Fukt

**LUFTKVALITETSKRAV**

- Medelvärde
- Exponeringsvärde

**LJUD**

**SÄKERHET**

- Mot störningar
- Mot kravändringar

**FLEXIBILITET**

- Rumsflexibilitet
- Effektflexibilitet

**EKONOMI**

- Inst pris
- Totalkostnad

Till vårt förfogande för att infria funktionskraven har vi olika system för ventilation, värme och kyla. De kan vara separerade eller integrerade men de innehåller alltid ventilation. Intimt förknippad med system och kanske den viktigaste delen är luftföretekniken i rummet, som kan vara inriktad på omblandning eller kolvströmning (deplacering) men som oftast är något mellanting av dessa.

De vanligaste systemtyperna ses i *tabell 1*. "Fan-coil" och "kyltak" omfattar även ventilationsdelen.

Tabell 1. Vanliga systemtyper.

System	Luftföreteknik	Möjliga systemfunktioner
CAV	Omblandande Deplacering	Vent, kyla, värme Vent, kyla
VAV	Omblandande Deplacering	Vent, kyla, värme Vent, kyla
"FAN-COIL/ Induktion"	Omblandande Deplacering	Vent, kyla, värme Vent, kyla
"KYLTAK"	Omblandande Deplacering	Vent, kyla, (värme) Vent, kyla, (värme)

*Skilj således på system och luftföreteknik!* Som synes kan de flesta system kombineras med valfri luftföreteknik. Men i praktiken är vissa kombinationer ointressanta.

**Luftföret i praktiken**

Luften i ett rum kan strömma på 3 olika sätt, nämligen:

- Kolvströmning (deplacering)
- Fullständig omblandning
- Kortslutning.

Strömningstypen bestäms av

- placering av till- och frånluftsdon,
- produktens egenskaper
- termiska krafter i rummet
- störningar i olika former.

All luftströmning består av alla 3 typerna, men andelarna varierar. Genom lämpligt val av don, donplacering, luftflöde samt över- och undertemperatur kan man påverka graden av de olika typerna och anpassa dem efter aktuell applikation. Kortslutning bör självfallet minimeras i samtliga fall.

- Man skiljer på 3 typer av luftströmning: deplacering, omblandning och kortslutning
- All luftströmning består i princip av alla 3 typerna. Bara olika mycket av varje
- Kortslutning innebär att tilluften går direkt till frånluftsdon och ut, utan att göra nytta och skall alltid minimeras
- Övrig kombination väljes beroende på applikationen

Uppfattningen att kortslutande luftströmning bara förekommer i system med omblandning ventilation är en myt. Dåliga lösningar görs tyvärr även med deplacering ventilation.

**Rätt system på rätt plats**

Att värdera alternativa systemlösningar är en svår uppgift. Framför allt därför att det är ett flertal delfunktioner som måste värderas. Alla går inte heller att värdera i ekonomiska termer på ett enkelt sätt.

Någon patentiösning finns inte, utan det är konstruktörens uppgift att värdera systemen och försöka optimera sitt val utifrån givna funktionskrav, belastningssituation och byggnadstekniska förutsättningar.

På applikationsnivå kan man ofta sätta upp tumregler eller ramar för "standardsituationer", vilket är ett bra utgångsläge. Detta skall dock bara delvis göras här då fokuseringen är lagd på val av luftförlingsteknik.

För mer nyanserade och detaljerade systemval finns idag dataprogram som kan användas vid utvärdering och som nu och i framtiden kommer att vara till ovärderlig hjälp.

### Val av luftförlingsteknik eller rätt don på rätt plats

Om vi slutligen ser på valet av luftförlingsteknik kan vi säga att luftförlingsteknik i princip är oberoende av systemval, vilket medför att vi kan betrakta valet av luftförlingsteknik separat.

Innan någon form av värdering kan ske måste vi dock studera de olika luftförlingsteknikernas praktiska egenskaper.

Deplacerande luftförling styrs av densitetskillnader p g a temperaturskiktning samt konvektionsströmmar och borde egentligen betecknas termisk deplacering. Luften flyter långsamt ut och stiger upp med konvektionsströmmarna. Detta innebär att luftströmmingen blir trög.

Omblandande luftförling styrs av hög luftimpuls. Luftströmmingen är relativt stabil och återhämtar sig snabbt efter störningar. Donplacering är mer flexibel än för deplacerande strömming.

Det skall betonas att man i praktiken måste anpassa valet till de förhållanden som kommer att råda. Vissa riktlinjer är dock klart skönjbara och ger en bra inramning till problemet. I fortsättningen kommer fokusering att ske på industri. Bostads- och komfortsidan kommer bara att kort kommenteras.

Inom segment bostäder är det ointressant att tala om deplacerande luftförling, då de luftflöden man talar om är för små. Däremot är det viktigt att välja och placera donen på ett riktigt sätt, så att kortslutning och drag minimeras och luften strömmar från mindre till mer förorenade rum.

Inom segment komfort gäller att relativt stora ventilationsbehov och begränsade kylbehov talar för deplacerande luftförling. En begränsning kan vara den praktiska utformningen av lokalen som i många fall leder till att man måste välja omblandande luftförling.

Deplacerande luftförling bör kunna hävda sig i större publika lokaler och konferensrum. I cellkontor eller liknande bör oftast omblandande

luftförling väljas. Speciellt eftersom ventilationsluftflödets storlek ofta väljs nära byggnormens krav och krav på flexibel möblering och framtida rumsförändringar försvårar donplacering vid deplacerande teknik.

Stora skillnader i behov av ventilation, värme och kyla, för att inte tala om yttre och inre störningar samt tillgänglighet för installationer inom samma typ av industri leder till att en industritypsorienterad indelning inte är funktionell. Att relatera prioritering av luftförlingsteknik till behoven är bättre.

I fortsättningen koncentrerar vi oss till de viktigaste faktorerna, nämligen behovet av ventilation, värme och kyla, och förutsätter bl a att:

- Föroreningskällor inkapslas och avsugs i den utsträckning det är praktiskt möjligt.
- Störkrafter är hanterbara – talar annars för omblandande.
- Vistelsezon är klart avskiljbar och takhöjd tillräcklig för ackumulering av föroreningar – talar annars för omblandande.
- Möjlighet finns till donplacering, inklusive närzon – talar annars för omblandande.

En förenklad modell för val av luftförlingsteknik och system kan byggas upp utifrån följande hörnstenar och gäller allmänventilationen.

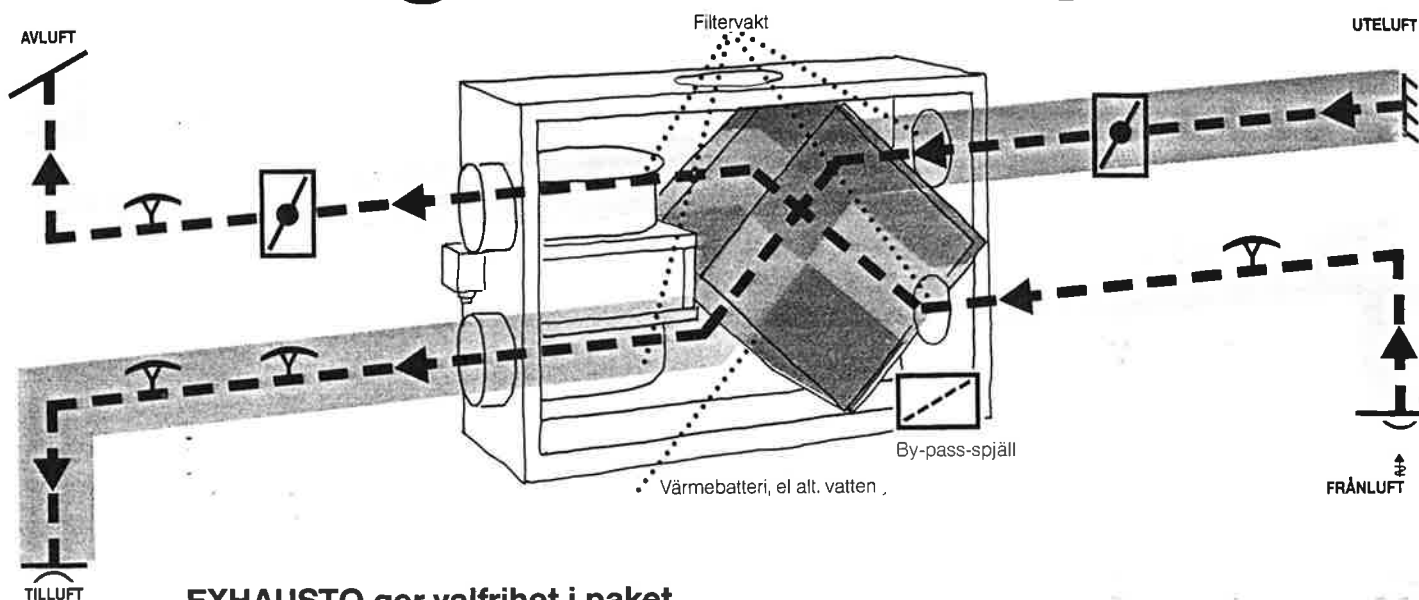
- A ○ Stort ventilationsbehov talar för deplacerande luftförling, ty något bättre allmänhygienisk luftkvalitet kan uppnås. Observera dock att allmänhygienisk luftkvalitet ej är ett arbetshygieniskt kriterium.
- Litet ventilationsbehov talar för omblandande luftförling, ty små luftflöden är ej styrbara med deplacerande teknik utan störs mycket lätt. Undantag kan vara platsorienterad ventilation.
- B ○ Stort värmebehov talar för omblandande luftförling, ty värmeförlust är ej förenlig med deplacerande teknik. Värmeförlust kan visserligen ske separat, men driftkostnaderna blir alltid högre.
- Litet värmebehov talar inte utpräglat för någondera av teknikerna.

### Förenklad modell för val av luftförling och system

FALL	VENT-BEHOV		VÄRME-BEHOV		KYL-BEHOV		OMBLANDANDE		DEPLACERANDE	
	CAV	VAV	CAV	VAV	CAV	VAV	CAV	VAV	CAV	VAV
1	1	1	1	1	x					
2	1	5	1	1	x					
3	1	5	5	5		x	(x)			
4	1	1	5	5				x	(x)	
5	5	1	1	1		x				
6	5	5	1	1		x				
7	5	5	5	5		x				x
8	5	1	5	5						x

1= små/inga 5= stora/påtagliga

# Du behöver inte utrusta en EXHAUSTO-anläggning med så här mycket styrfunktioner. Vi vill bara visa att det går – till ett rimligt pris!



## EXHAUSTO ger valfrihet i paket

EXHAUSTO värmeåtervinning är den perfekta lösningen på ventilationsproblem i bostäder, kontor, skolor, barnstugor, institutioner, restauranger, industrier.

EXHAUSTO-systemet omfattar 3 olika typer av värmeåtervinningsaggregat VEX 1, 2 och 3 samt mer eller mindre avancerade styrenheter för automatisk styrning av anläggningen. En pakettlösning som ger stor valfrihet – och det till mycket rimlig kostnad.

EXHAUSTO värmeåtervinningsaggregat har effektiva korsströmsvärmexlaren med stora överföringsytor som ger hög verkningsgrad. Utmärkande för samtliga aggregat är också de invändiga detaljerna i rostfritt stål, de robusta fläktarna som är gnistfria och korrosionsbeständiga. De modulbyggda, servicevänliga aggregaten kan levereras med inbyggt värmebatteri för el eller vatten. Men valfriheten gäller i hög grad även automatiseringsgraden – från den enklaste styrning av tilluftstemperaturen till total automatisering av hela ventilationssystemet.



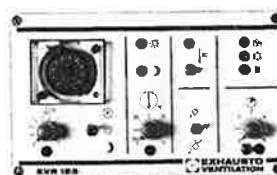
### EVR 12

styr tilluftstemperaturen med el- eller vattenbatterier. Överhettningsskydd ingår.



### EVR 23

Värmeledning lika EVR 12 men dessutom försedd med filtervaktslampa samt spjällomkopplare för vinter/sommar drift. Dubbla utgångar till externa avstängningsspjäll för körning on/off. Önskas separat hastighetsreglering finns tyristor (EX 3,5S) i samma design.



### EVR 123

Total automatisering och optimal styrning med ur, steglös hastighetsreglering, timer, dag/natt hast. och temp., by-passomkopplare, indikationslampor för brand, frost och filter mm. Allt för maximal kombination av hög komfort och låg total kostnad.

#### Till Alig Ventilation · Box 158 · 542 01 Mariestad

- Sänd mig fullständig teknisk information om EXHAUSTO (DAN-TOP) värmeåtervinningsaggregat med styr/regl.
- Sänd mig katalog över ert kompletta produktprogram.

Namn \_\_\_\_\_  
Företag \_\_\_\_\_  
Adress \_\_\_\_\_ Tel. \_\_\_\_\_  
Postnr/Ort \_\_\_\_\_

VVS & Energi 5/86

Representant Norge:

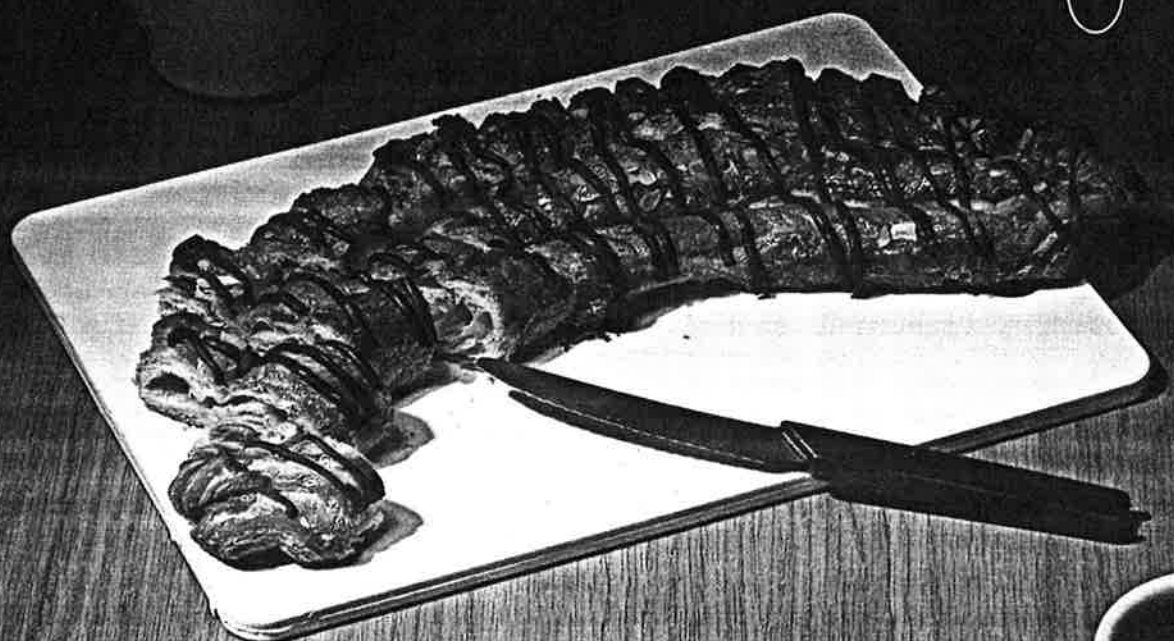
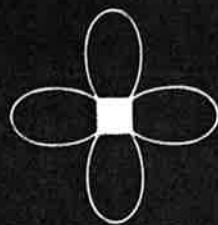
## EXHAUSTO Norge A/S

Gladengveien 14  
0661 OSLO 6 · Tel. 02-68 90 06

## VENTILATION

Box 158 · 542 01 MARIESTAD · Tel. 0501-137  
Representant Stockholm Thelanco AB 0764-640  
Representant Umeå 090-18 7  
Representant Malmö 040-97 40

# Stifab



## Du har väl fått vår nya handbok?

Malmö:

Tel. 040-722 15

Göteborg:

Tel. 031-2898 55

Jönköping:

Tel. 036-1650 40

Stockholm:

Tel. 08-4403 05

Borlänge:

Tel. 0243-270 45

- C ○ Stort kylbehov talar för deplacerande luftförling, ty stora luftmängder med under-temperatur kan vid rätt dimensionering till-föras lokaler utan att skapa dragproblem. Deplacering utnyttjar dessutom tillgänglig kyleffekt bäst.
- Litet/inget kylbehov talar för omblan-dande luftförling, ty deplacerande luftförling förutsätter att interna värmekällor förekom-mer i samband med förorenings-sprid-ningen.

### Hur skall den förenklade modellen tolkas?

*Fall 1.* Är en byggnad med litet eller inget ventilations-, värme- och kylbehov och kan exempelvis vara en lagerbyggnad. Litet venti-lationsbehov talar för omblandande luftförling. Små värme- och kylbehov talar inte utpräglat för den ena eller andra tekniken varför om-blandande prioriteras.

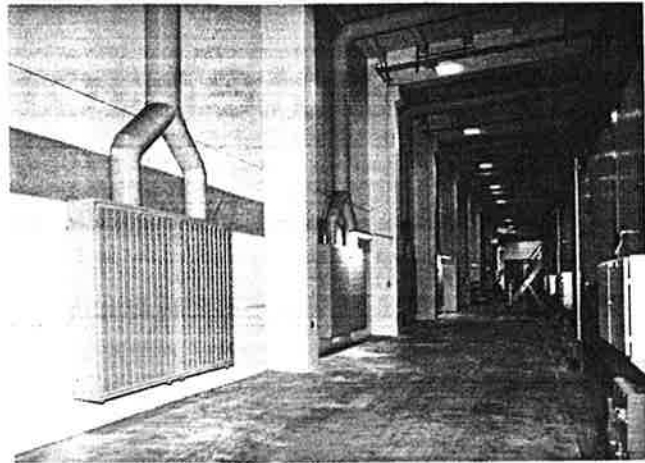


*Omblandande tillufts-förling i monteringshallen, Volvo Lastvagnar, motsvarande fall 2.*

*Fall 2.* Litet ventilationsbehov och stort vär-mebehov talar för omblandande. Kylbehovet påverkar ej bilden varför omblandande priori-teras. Lokalen motsvarar exempelvis en monteringshall.

*Fall 3.* Lika fall 2, men här förekommer även ett kylbehov. Om kylfunktionen prioriteras högre än driftskostnad, eller om kylbehovet har större varaktighet än värmebehovet är de-placerande aktuell, annars omblandande. Lo-kalen har antingen intermittent drift med stor värmeavgivning eller säsongsvis värme- eller kylbehov.

*Fall 4.* Litet ventilationsbehov talar för om-blandande medan kylbehovet talar för depla-cerande. Eftersom inget värmebehov förelig-ger bör kylfunktionen prioriteras, vilket talar för deplacerande. Deplacerande luftförling ut-nyttjar nämligen fri kyla effektivt. Exempel på lokal kan vara en datahall.



*Deplacerande tillufts-förling i ugnshallen vid Wasa Bröd motsvarande fall 4.*

*Fall 5.* Stort ventilationsbehov talar för depla-cerande. Litet kylbehov – avsaknad av interna värmelaster – talar för omblandande som därför prioriteras. Exempel på lokal kan vara lager där avgasning av icke önskvärda ämnen sker.

*Fall 6.* Stort ventilationsbehov talar för depla-cerande, stort värmebehov och avsaknad av interna värmelaster talar för omblandande som därför prioriteras. Exempel på lokal kan vara "smutsig industri".

*Fall 7.* Beroende på prioritering och övriga faktorer kan den ena eller andra tekniken väl-jas. Vid värderingen bör beaktas att rummets värmeeffektbehov ökas med ungefär produk-ten av totalluftflödet (massflödet) och tempe-raturgradienten. På motsvarande sätt minskar kyleffektbehovet i kylfallet. Dessa fakta före-faller obekanta för en del. Exempel på lokal kan vara stora hallar med flerfunktionsan-vändning, typ mässhallar.

*Fall 8.* Idealfallet för deplacerande luftförling. Kan exempelvis vara gjuterihallar/ugnhallar.

### Nytt utvidgat synsätt

En stor begränsning i debatten kring venti-lationseffektivitet, deplacerande och omblan-dande tillufts-förling är att den hittills enbart berört allmän ventilation och allmän luftkvali-tet i lokalen.

I de fall då arbetshygien, exponeringsvär-det, är den styrande parametern måste be-greppen vidgas till att gälla arbetsplatsen.

För att förstå sambanden och händelseför-loppen i praktiken måste vi introducera hel-hetssynen att en lokal kan indelas i 3 separata zoner som skall betraktas var för sig men som också påverkar varandra; nämligen – Total-volym, Bakgrund och Plats.

Här har varje zon sin angreppsmetodik, och för att slutligen nå våra komfortkriterier på ar-betsplatsen, måste samtliga zoner beaktas vid dimensioneringsförfarandet. Mer om detta ar-betssätt, inklusive exempel, kommer att be-handlas senare.