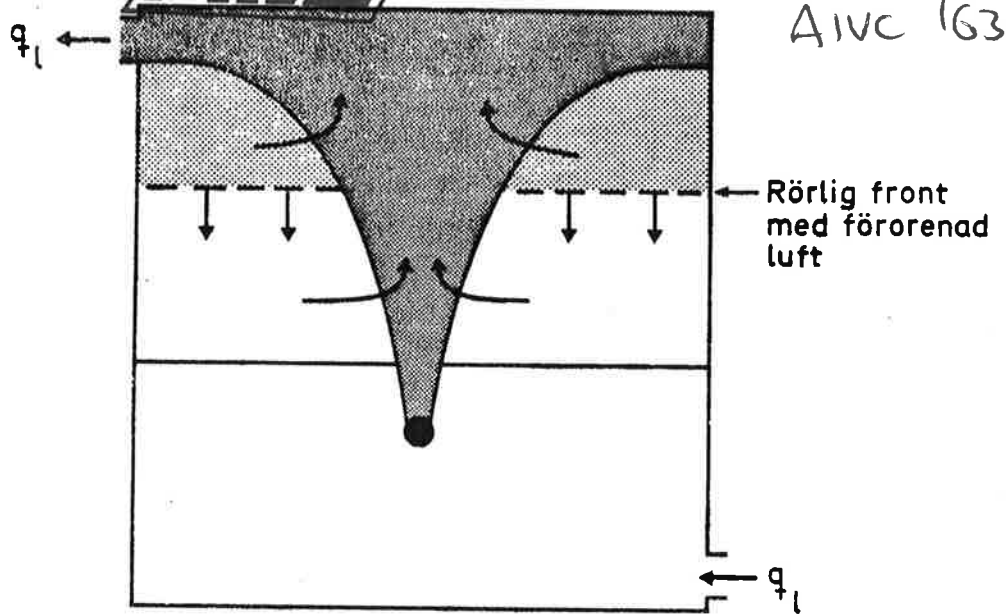


Figur 1. Principiellt funktionssätt hos deplacerande ventilation.



Deplacerande ventilation i teori och praktik

Deplacerande ventilation har blivit "inneventilation", som från industriventilation spritt sig till kontorsventilation. Efter några år med brist på nya idéer beträffande lufttillförsel har ventilationsbranschen fått ett "nytt" inblåsningssystem.

Nyheten har ett egenvärde i sig själv och alla vill pröva det nya systemet. Antalet installationer växer snabbt men det tar mycket lång tid att genomföra en systematisk kartläggning av ett nytt systems funktion.

Vid införande av nya system blir det därför en kunskapslucka som det tar tid att täppa igen. Vi får ofta förfrågningar om deplacerande system och vi har båda genomfört egna provningar och uppdragsprovningar av sådana system.



Mats Sandberg

Mats Sandberg är laboratorieförstaplan vid laboratoriet för uppvärmnings- och ventilations-teknik, Statens institut för byggnadsforskning.



Claes Blomqvist

Claes Blomqvist är utredare vid laboratoriet för uppvärmnings- och ventilationsteknik, Statens institut för byggnadsforskning. ▶

Det finns två principiellt olika sätt att med fläktstyrd tilluft tillföra ventilationsluften till rummet. Det vanligaste är att tillföra luften med hög hastighet och skapa fullständig omblandning av både luft och föroreningar alstrade i rummet. Detta kallas för *omblandande ventilation*.

Fullständig omblandning av föroreningarna är detsamma som fullständig spridning av föroreningarna. Ett synonymt begrepp som används för denna typ av ventilation är därför utspädningsventilation. Eftersom luften blåses in med hög hastighet kan luften ej tillföras direkt till vistelsezonen. Man tvingas tillföra luften längs någon av rummets begränsningsytor, längs taket eller uppåt längs fönsterväggen.

Vid det andra sättet, *deplacerande ventilation*, strävar man efter att hålla föroreningarna isolerade för att så snabbt som möjligt avlägsna dessa från rummet. I *vinjetten* visas det principiella tillvägagångssättet. Ventilationsluftflödet, q_v , tillförs med låg hastighet till rummet och med någon grads undertemperatur i förhållande till rumsluften. Eftersom tilluften är tyngre än omgivande luft "rinner" den ut på golvet i ett mycket tunt skikt. När den kommer fram till varma uppåtgående konvektionsströmmar dras den in i den luftströmmen.

Vinjetten visar en varm punktkälla som avger både värme och en förorening. Luftflödet i den uppåtgående luftströmmen ökar successivt genom att den hela tiden drar med sig omgivande luft. När konvektionsströmmen når taket är luftflödet i denna i allmänhet större än ventilationsluftflödet. Hela luftflödet i konvektionsströmmen kan därför ej evakueras utan den återstående delen återcirkuleras tillbaka mot vistelsezonen.

Vi får en front med förorenad luft som rör sig nedåt. Fronten stannar vid den nivå där luftflödet i den uppåtgående plymen är lika med ventilationsluftflödet. På så sätt får vi en indelning av rummet i två zoner; en undre "ren" zon och en övre förorenad zon. Därför brukar man även kalla deplacerande ventilation för undanträngande ventilation, den "rena" ventilationsluften tränger undan den förorenade luften.

Jämfört med omblandande ventilation koncentreras all förorening till den övre zonen och koncentrationen där blir högre än vid omblandande ventilation.

Ett nödvändigt villkor för deplacerande ventilation är att luften tillföres med ett låghastighetsdon. Men detta villkor är ej tillräckligt. Andra faktorer spelar även roll; temperaturen på tilluften och relationen mellan tilluftslöden och konvektionsströmmarna längs varma och kalla ytor.

Vanliga frågor kring deplacerande ventilation

De flesta frågor vi får om deplacerande ventilation gäller komforten. Vilka temperaturskillnader i höjddled får man och vilka blir lufthastigheterna längs golvet? Andra vanliga frågor rör ventilationssystemets funktion. Hur hög blir den "rena" zonen och vad händer när en dörr till ett cellkontor öppnas?

Vilken är inverkan av möbler, blockeras systemets funktion av till exempel ett stort bord? Dessa frågor har vi behandlat i våra undersökningar. Proven har genomförts i en kontorsmodul med volymen 38 m^3 och med golvarean 15 m^2 och takhöjden $2,5 \text{ m}$. Luftflödena i de olika försöken har varierat mellan 50 och $150 \text{ m}^3/\text{timme}$. Personbelastningen har simulerats med hjälp av en termisk mannekäng sittande mitt i rummet. Olika don för tillförsel av luft med låg hastighet har använts. Både kommersiella don och don av egen tillverkning har använts.

Temperaturskillnader i höjddled

I *figur 1* visas uppmätt medeltemperaturskillnad i rummet mellan nivåerna $1,2 \text{ m}$ och $0,1 \text{ m}$ över golv. I rekommenderade krav för klimatkomfort i förslag till svensk standard anges att temperaturskillnaden mellan $1,1 \text{ m}$ och $0,1 \text{ m}$ skall vara mindre än 3°C . Enligt *figur 2* ger detta en maximal temperaturskillnad av ca 10°C mellan till- och frånluft. Nära donet får vi naturligtvis större temperaturskillnader i höjddled.

I *figur 3* visas ett exempel på uppmätt temperaturprofil på olika avstånd från donet. Temperaturskillnaden mellan till- och frånluft uppgick till ca 10°C . Vi ser att vi måste avlägsna oss från donet minst $1,5 \text{ m}$ för att uppfylla kravet på temperaturskillnaden i höjddled.

Lufthastigheter längs golvet

I *figurerna 4 och 5* redovisas exempel på uppmätta lufthastigheter på nivån $0,1 \text{ m}$ över golvet. Lufthastigheterna är uppmätta mitt för donet i strålens centrumlinje. Detaljmätningar av hastigheterna visar att den maximala hastigheten ej alltid uppträder i tilluftsstrålens centrumlinje. Detta beror på dontyp. Ofta uppnås den maximala hastigheten vid sidan om centrumlinjen.

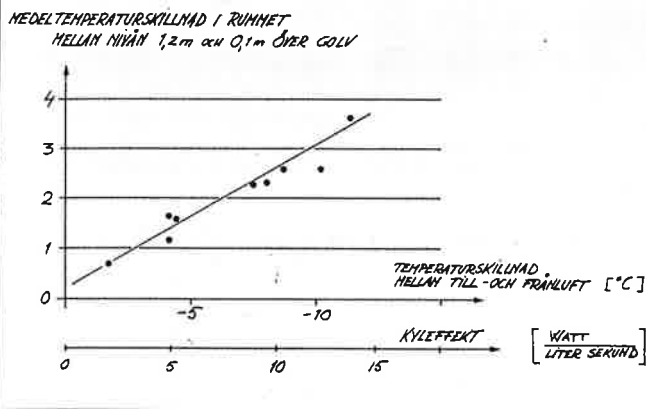
I *figurerna 4 och 5* är som referensfall inlagt uppmätta hastigheter vid isotermiska förhål-

landen. För båda flödena gäller självklart att vid undertemperatur på tilluften ökar luft-hastigheterna jämfört med det isothermiska fal-let.

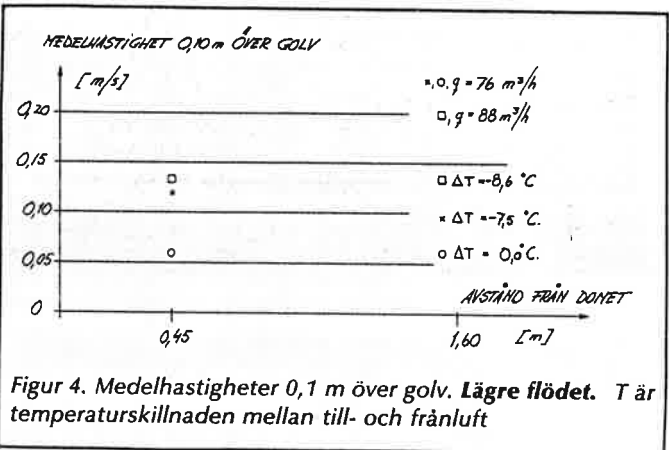
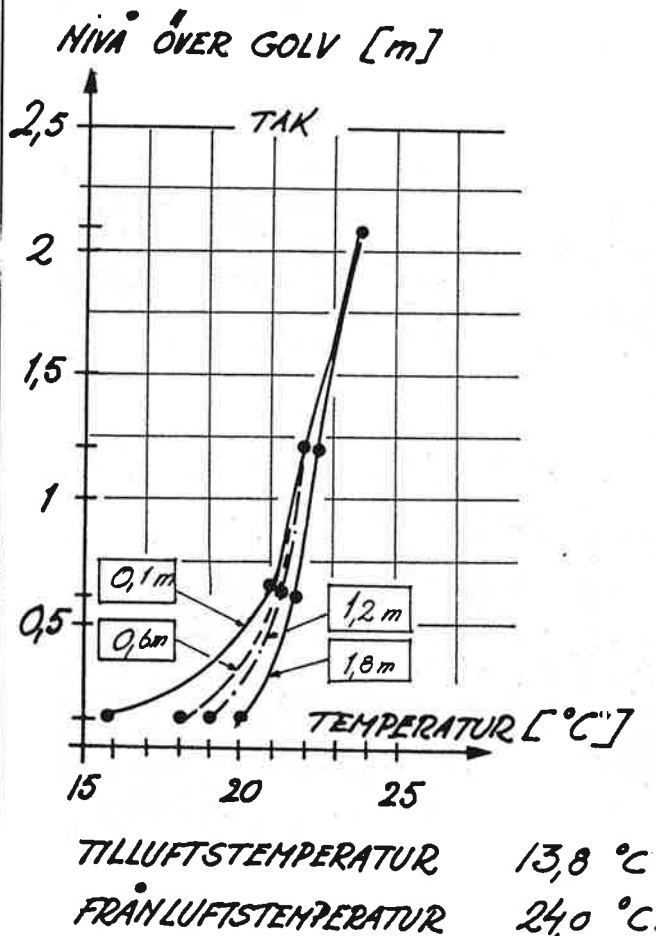
Inverkan av möbler

Grundidén med deplacerande ventilation är att skapa en uppåtgående luftrörelse genom

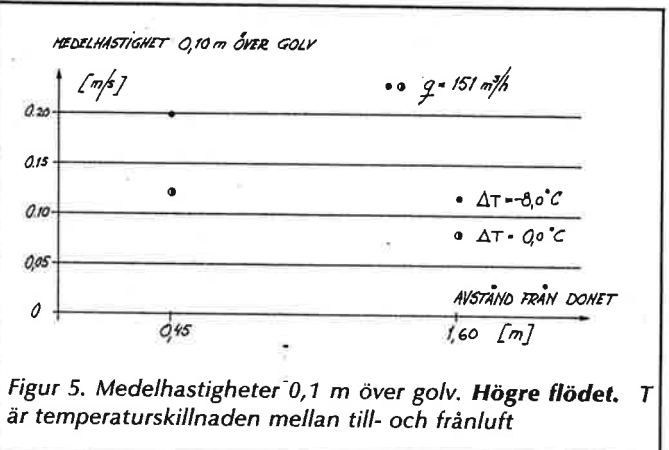
Figur 3. Medeltemperaturskillnad i höjdlid som funktion av temperaturskillnaden mellan till- och frånluft.



Figur 2. Temperaturprofil i höjdlid vid olika avstånd från donet.



Figur 4. Medelhastigheter 0,1 m över golv. Lägre flödet. T är temperaturskillnaden mellan till- och frånluft



Figur 5. Medelhastigheter 0,1 m över golv. Högre flödet. T är temperaturskillnaden mellan till- och frånluft

Tema i nr 7/8

Export av VVS- och inneklimatteknik

Utkommer den 22 augusti
Sista materialdag annonser den 30 juli

Boka plats redan nu!

rummet som samverkar med lätta uppåt-gående föroreningar. En naturlig fråga är om ett bord blockerar luftströmlinerna. För att undersöka detta placerades ett bord med ytan $1,7 \text{ m}^2$ i rummet. Luftens medelhastighet under och över bordet mättes upp. Med ett bord i rummet tog det obetydligt längre tid för luften att nå fram till nivån över bordet. Resultaten finns redovisade i TM 279-280 från KTH Stockholm.

Ventilationseffektivitet och luftutbyteseffektivitet

Först erinrar vi om att luftutbyteseffektiviteten definieras så att den vid fullständig omblandning uppgår till 50 %. Den teoretiska övre gränsen uppgår till 100 %. Vid våra mätningar har luftutbyteseffektiviteten legat mellan 60 och 70 %, dvs klart högre än vid fullständig omblandning.

Medelventilationseffektiviteten för ett givet föroreningsutsläpp definieras som kvoten mellan koncentrationen i frånluften dividerad med medelkoncentrationen i rummet. I motsats till luftutbyteseffektiviteten kan ventilationseffektiviteten bli större än 100 %. Vid fullständig spridning av föroreningen blir koncentrationen överallt lika med koncentrationen i frånluften, dvs ventilationseffektiviteten blir 100 %. Vid deplacerande system har vi uppmätt medelventilationseffektiviteter upp till 130 %. Det vill säga medelkoncentrationen i rummet är ca 75 % lägre än vid fullständig omblandning.

Vad händer när dörren öppnas?

Luftflödet genom en dörr är en funktion av bl a temperaturskillnaden mellan rummet och korridoren samt av luftflödesbalansen i det fläktstyrda ventilationssystemet. Ju större detta luftflöde är i förhållande till ventilationsluftflödet desto större inverkan på förhållandena i vistelsezonen kan vi förvänta oss. Vid försöken med öppen dörr uppgick ventilationsluftflödet till $88 \text{ m}^3/\text{timme}$. Temperaturskillnaden mellan till- och frånluften var -10°C .

Situationen med öppen dörr påverkade ej hastigheterna framför donet på nivån 0,1 meter över golvet. Temperaturskillnaderna mellan nivåerna 1,2 m och 0,1 sjönk från $3,5^\circ\text{C}$ vid stängd dörr till $2,5^\circ\text{C}$ vid öppen dörr. Vidare sjönk föroreningskoncentrationerna till hälften jämfört med fallet med stängd dörr. Dessutom fick vi ett snabbare utbyte av luften i rummet. Allt detta är en effekt som kan tillskrivas det ökade totala luftflödet genom inflödet av luft genom dörren.

Pågående forskning vid SIB

Pågående forskning vid SIB är naturligtvis inriktad på att mäta upp prestanda hos de nya systemen. Vidare är arbetet inriktat på att ta fram projekteringshjälpmedel. Ett datorprogram, som för olika typer av "källor" beräknar hur den rörliga fronten i figur 1 uppför sig, har tagits fram. I en vattenmodell av ett rum studeras sambandet mellan konvektionsströmmarna och den "rena" zonens höjd.

Slutsatser

För våra försöksbetingelser (kontorsrum med höjden 2,5 m) fann vi att om man kan acceptera en maximal temperaturskillnad på 3°C per meter kan vi tillföra luft med en kyl-effekt av max 12 W/l sek. Dock överskrids dessa gränser inom ett avstånd av ca 1,5 m från donet och vi får räkna med en inskränkning av vistelsezonen. Vid luftflöden under $90 \text{ m}^3/\text{timme}$ är luftpastigheterna lägre än $0,15 \text{ m/s}$ på ett avstånd av 0,5 m från donet. Eftersom lufttemperaturen nära donet är lägre än 20°C måste vi troligtvis även kräva lägre hastigheter än $0,15 \text{ m/s}$.

Gamla komfortregler är svåra att översätta till deplacerande system eftersom vi här har helt olika luftströmlinor än vid konventionella system. Nya komfortundersökningar baserade på förhållandena vid deplacerande ventilation är nödvändiga för att vi skall stå på en fastare grund.

Referenser

M Sandberg.

"Föroreningsexponeringar, luftens och föroreningars åldersfördelningar i ventilerade rum." Tekniska meddelanden 279-280. Inst för Uppvärmnings- och Ventilations-teknik, KTH, Stockholm. 1984.

M Sandberg.

"Luftutbyteseffektivitet, Ventilationseffektivitet, Temperatureffektivitet i Cellkontor. System med luft som energibärare". Meddelanden M85:24 Statens institut för byggnadsforskning, Gävle, 1985.

Total energikontroll

Centralstyrd rumsreglering

Värmer Du alla rum när Du bara använder ett par?

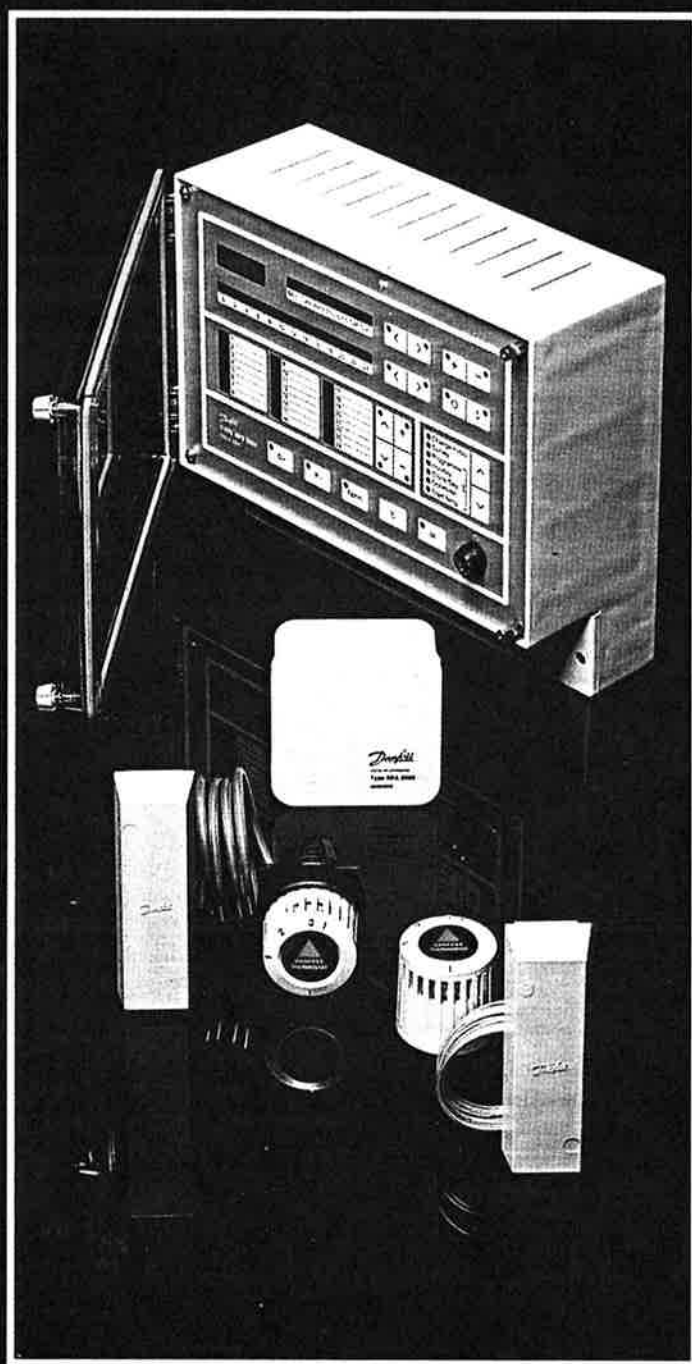
Med RPS 2000 har Du varmt bara när och där det behövs

System RPS 2000 består av en 24-timers programmeringspanel med signalmottagare samt radiatortermostater med inbyggt temperatursänkningselement.

Mikrodatorn, som är hjärtat i systemet, ser till att den termostatiska funktionen överstyrs individuellt för varje rum så att rumstemperaturen sänks när rummet ej används.

Varje zon har individuell tidsoptimering för rumsuppvärmning, ventilation, värmeregulator och pumpstopp.

Programmeringspanelen har veckour och ferieprogram samt är anpassad till dataövervakning och fjärrstyrning.



Reglering av:

- rumstemperatur, radiatorer, golvvärme, fönsterapparater
- tillloppstemperatur, värmesystem, fjärrvärme
- differenstryck, värmesystem, fjärrvärme
- pannor och oljebrännare
- varmt tappvatten
- varvtal, fläktar, pumpar
- ventilationsanläggningar
- eftervärmningskylbatterier
- värmepumpar, kylanläggningar
- alternativa värmekällor

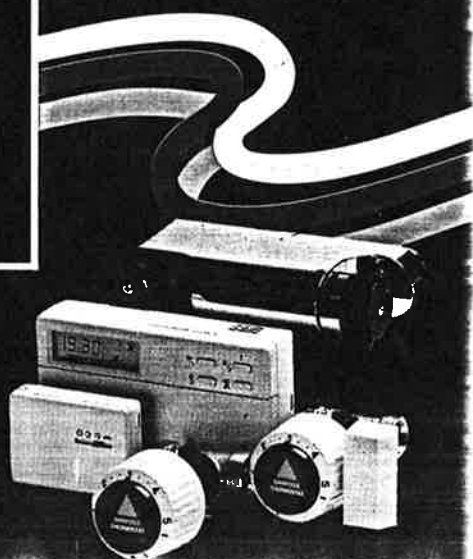
Komponenter till:

- värmepumpar, kylanläggningar
- oljebrännare

Danfoss

D'ANFOSS AB

595 00 Mjölby
Industrigatan 7
Tel. 0142/13020 Vxl



VI KAN VÄRMETEKNIK

 **HÖGFORS**

STRÖMBERG UNION AB
HÖGFORS

Box 21, 163 93 SPÅNGA
Tel 08-750 76 00



Den verkliga ekonomen

"Panntrimmaren" från

lane-may

- °C
- O₂
- CO
- SOTTAL
- Remote control



CHRISTIAN BERNER

Box 207, S- 433 24 Partille 031-44 71 00



VERA

KLIPPAN



**OLJE-, BENSIN-
OCH FETTAVSKILJARE**



Skaffa nu våra nya broschyrer!

Vera Klippan AB

BOX 9 • 284 00 KLIPPAN • TEL 0435-140 90 • TELEX 72763