

BeBo:s Tekniktävling del A och B

Förord

Jag har en utbildning och erfarenhet av ventilationsbranschen som gör att jag känner mig kvalificerad att delta i en tävling som går ut på att göra våra systemlösningar för bostäder till hållbara och driftsäkra ventilationssystem.

Min ambition har varit att utveckla system där vi kan lämna **garantier** för en bra funktion.

I detta tävlingsförslag visar jag därför på möjligheter att med hjälp av en princip där de statiska trycken i grenkanaler alternativt fördelnings- och samlingslådor hålls konstanta, åstadkomma enkla, driftsäkra och flexibla lösningar som kan ge garantier för att:

- Erforderliga luftflöden alltid kan upprätthållas i de enskilda rumsenheterna.
- Luftflödena kan forceras till ett förutbestämt maxvärde i de enskilda rumsenheterna.
- Inställning av luftflöden kan göras på enkelt sätt genom inställning av börvärden för de olika tryckgivarna i fördelningslådorna samt inställning av till- och frånluftsdon så att de ger projekterat flöde vid det angivna trycket. Traditionell injustering behövs ej.
- Luftflödena kan enkelt kontrolleras med hjälp av trycket i fördelningslådan (alternativt grenkanalen).
- Flexibilitet i installationerna finns vilket gör att luftflöden lätt kan förändras om t.ex. verksamheten ändras.
- Balansen mellan till- och frånluftsflöden kan alltid garanteras. I detta tävlingsförslag utgår jag från att tilluftsflödet ska vara 95% av frånluftsflödet.
- Användningen av tryckstyrda systemlösningar bidrar bl.a. till ett mer hållbart systemtänkande. Utöver flexibiliteten när det gäller luftflöden och garantier för att projekterade luftflöden kan upprätthållas utan risk för ljudstörningar bidrar tekniken till lägre energianvändning. Tryckuppsättningen i systemen kan hållas på lägsta möjliga nivå, vilket bidrar till en låg energianvändning.

Användning av principen

Principen med tryckstyrning av ventilationsinstallationer på det sätt som här beskrivs är tillgänglig att användas. En patentskrift med benämningen ”Anordning vid och förfarande för styrning av ventilationssystem” lämnades in 2000-03-17 och patent meddelades 2002-04-02. (Patentansökningsnummer 0000914–2).

Komponenter för att kunna bygga ventilationsinstallationer enligt denna princip finns utvecklade för kontor, sjukhus m.m. För flerbostadshus har tekniken endast delvis använts. Det behövs därför en bred satsning på utveckling av bl.a. till- och frånluftsdon (aktiva don) för styrning av luftflöden för att tekniken ska kunna komma till sin fulla rätt även i flerbostadshus.

BeBo:s Tekniktävling del A och B

Viktiga aspekter vid en systemuppbyggnad

Den filosofi som jag har gått in för när det gäller utveckling har sitt ursprung i ett uttalande som professor Albert Einstein en gång yttrade. Han sa att ***all teknikutveckling ska göras så enkel som möjligt men inte enklare***. Detta är ljuv musik för en ingenjör. Det svåra är att göra det enkla, som trots sin enkelhet kan uppfylla de ställda kraven.

Jag ser det som mycket viktigt att de tekniska lösningarna utvecklas mot system som vi vet kan uppfylla de krav som vi normalt ställer på ett väl fungerande ventilationssystem. Det är därför nödvändigt att vi tar lärdom av de fel och brister som har varit så vanliga i många av våra systemlösningar. Av denna anledning är det därför inte rimligt att vi fortfarande ska stillämpa gamla injusterings- och mätmetoder när vi vet att resultatet ofta inte blir det vi önskat oss. Detta medför bl.a. att vi fortsättningsvis ska använda systemlösningar som medger att vi kan ge **garantier** för att de ställda kraven ska kunna uppfyllas.

Vi inom ventilationsbranschen vet ju att luftkvaliteten är av stor betydelse för människors hälsa och välmående. Därför är det också viktigt att vi i våra framtida systemlösningar ser till att dessa kan tillåta de boende att inom rimliga gränser variera sina till- och frånluftsflöden. Flexibilitet är därför ett nyckelord för framtida systemlösningar.

Det är viktigt att alla som är verksamma inom byggprocessen arbetar för att slutresultatet ska bli bra. Ett bra slutresultat innebär bl.a. energisnålhet, låg ljudnivå och flexibilitet. Det är därför viktigt att arkitekten är informerad om de utrymmeskrav som stammar och grenkanaler (fördelningslådor) kräver för en energisnål, tyst och flexibel installation.

Den systemlösning som jag lägger fram i detta tävlingsförslag kallar jag för en **förlåtande systemlösning** eftersom den står emot påverkan på systemet utan att systemet mister sin funktion.

Beskrivning av system med konstant tryck i grenkanaler alternativt i fördelnings- och samlingskanaler

En enkel principfigur visas i figur 1 där aggregat och två våningsplan är inritade. I figuren är inritade traditionella grenkanaler utan fördelnings- eller samlingslådor. För att få bästa möjliga luftfördelning i till- resp. frånluftsdonen ska tryckgivaren på tilluftssidan sitta i mitten på kanalen och i frånluftskanalen ska tryckgivaren vara placerad före det sista donet på grenkanalen. Trycken i grenkanalerna bör hållas inom intervallet 30 – 40 Pa. I normala fall bör det vara tillräckligt att ha 35 Pa vilket gynnar en låg tryckuppsättning i systemet och energianvändningen kan därmed minimeras samtidigt som ljudalstringen begränsas. Det är dock valet av don som avgör vilken nivå man ska lägga sig på.

Oavsett antalet våningar gäller principen i figur 1. Noteras bör att imkanalen och spiskåpan som ansluts till imkanalen inte är inritad. De frånluftspunkter som avses i figuren är bad/toalett/garderob.

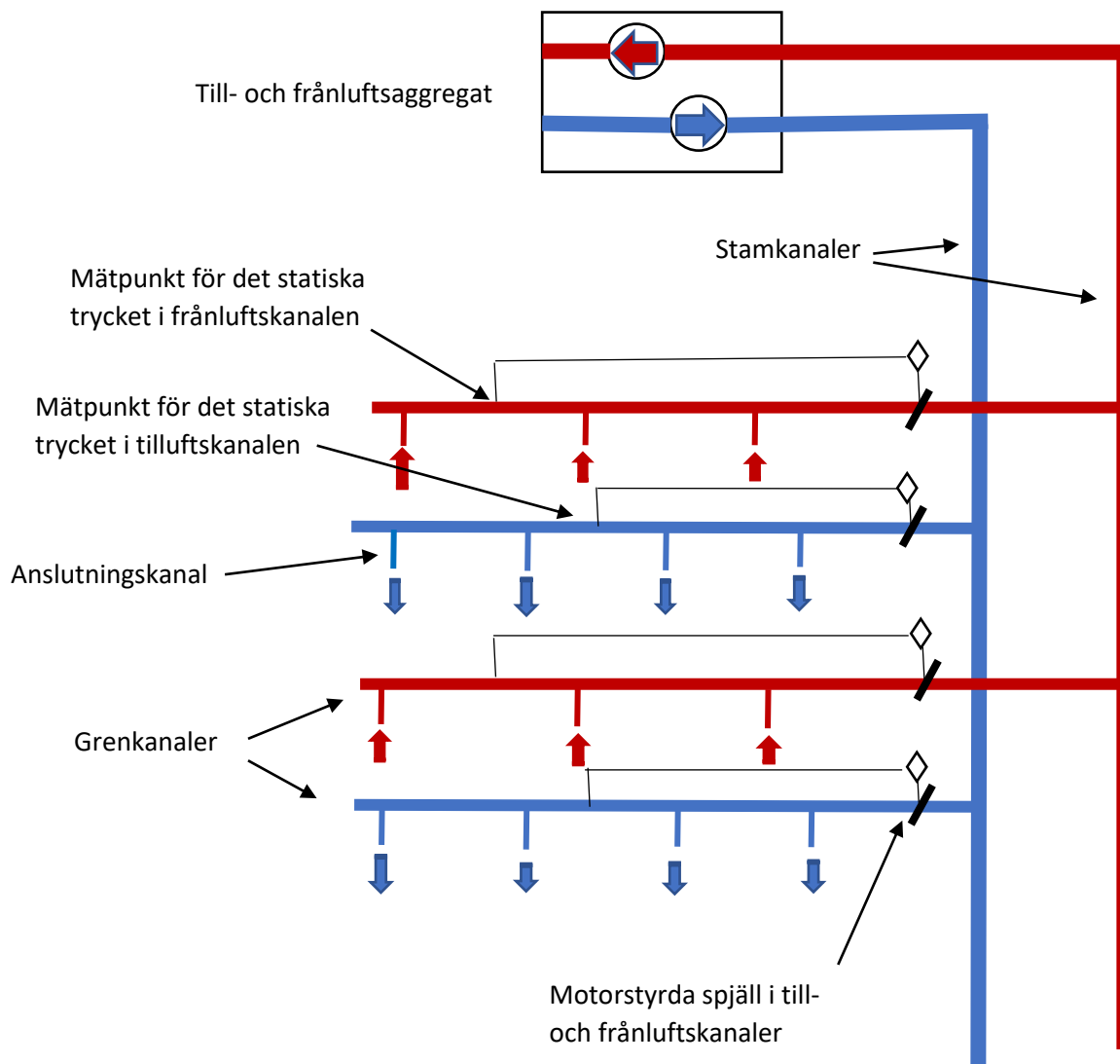
BeBo:s Tekniktävling del A och B

För att få så låg energianvändning som möjligt i systemet ska fläktarna gå på så låga varvtal som möjligt. Principen för detta framgår av figur 2 där en systemreglerenhet (SRE) är inkopplad och som känner av positionen för samtliga grenkanalspjäll på alla våningsplanen. Principen innebär att ett spjäll på såväl till- som frånluftsgren ska vara 90 % öppet för att inte onödiga tryckfall ska uppkomma. Därvid kan driftskostnaderna hållas på en låg nivå. Om spjällen är för mycket stängda ges signal till fläktarna att minska varvtalet tills ett av spjällen på till- och/eller frånluftsidan är 90 % öppet.

Spjällvinkeln 90% öppet är vald med tanke på spjällens egenkaraktäristika.

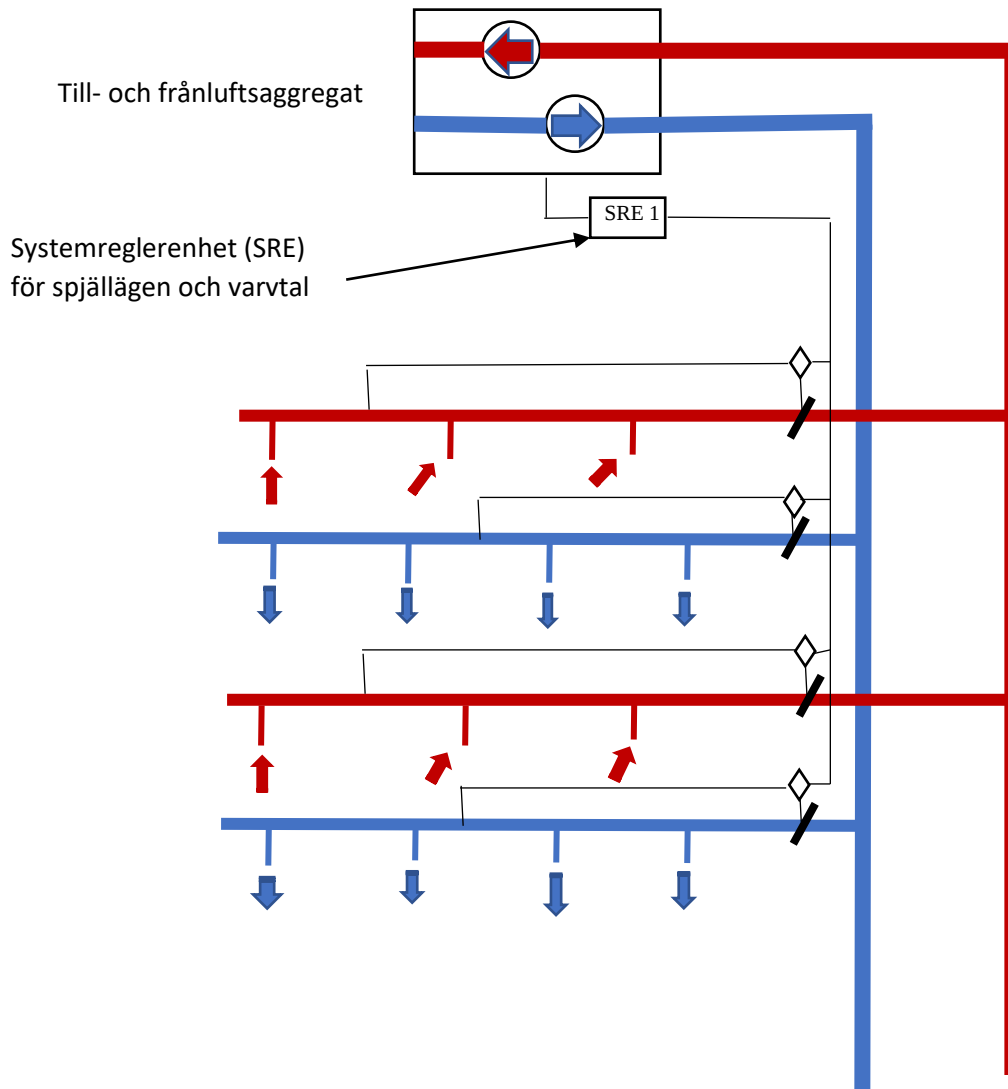
Systemreglerenheten kommunicerar med de olika enheterna i systemet via något kommunikationsspråk.

BeBo:s Tekniktävling del A och B



Figur 1 visar en enkel princip för tryckstyrning i ventilationssystem. De motorstyrda spjällen reglerar luftflödet så att trycket i mätpunkterna hela tiden hålls konstant. Tryckpunkten i frånluftskanalerna ska vara placerad före det sista donet på grenkanalen. Tryckpunkten i tillluftskanalen ska vara placerad i mitten på grenkanalen för att få så små avvikelser som möjligt i luftflöden. Den här typen av system kräver att grenkanalernas diameter hålls konstant och dimensioneras för en lufthastighet på max ca 3 m/s. Anslutningskanalerna ska också ha en enhetlig diameter och för de luftflöden som normalt förekommer i bostäder gäller en diameter på 100 mm. Hastigheten i anslutningskanalerna ska max vara 2 m/s. I figuren visas inte hur fläktarna ska styras, se istället fig. 2.

BeBo:s Tekniktävling del A och B



Figur 2 visar principen för tryckstyrning i ventilationssystem där fläktarna styrs mot lägsta möjliga varvtal. Systemreglerenheten (SRE) styr fläktarna så att ett av de motorstyrda spjällen står helt öppet, vilket innebär 90 % öppet. Tenderar det aktuella spjället öppna mer ökas varvtalet på fläkten så att spjället åter blir 90 % öppet. Systemreglerenheten styr samtliga spjäll på grenkanalerna i samtliga våningsplan.

BeBo:s Tekniktävling del A och B

Figurerna 1 och 2 visar den generella principen för tryckregleringen. I flerbostadshus finns normalt inte de utrymmen som krävs för grenkanaler på varje våningsplan. Genom att använda anpassade fördelningslådor och samlingslådor istället i lägenheterna på de olika våningsplanen kan dessa lådor ersätta grenkanalerna. Lådorna kan inrymmas i undertak i hall och klädkammare eller eventuellt i trapphuset. Lådorna används då till att mäta det referenstryck som erfordras med tanke på de donval som gjorts. En intressant lösning vore att ha utanpåliggande stammar och grenkanaler med anslutningskanaler in till de olika rumsenheterna. I detta fall skulle fördelningslådorna kunna elimineras.

Lådor ska placeras på ett sådant sätt att tryckförlusterna i de olika anslutningskanalerna kan antas bli lika vid en gynnsam dragning av dessa och vid en gynnsam placering av fördelningslådorna. Tryckfallen i anslutningskanalerna bör inte avvika alltför mycket för att få de planerade flödena i donen. Normalt är luftflödena i anslutningskanalerna mindre än 20 l/s och med en diameter på 100 mm. Tryckfallen per meter kanal blir därför måttliga. Vid en skillnad på 3 m i längd mellan den kortaste och längsta kanalen blir skillnaden i luftflöde endast ca 0,3 l/s, dvs 14,7 l/s i den längsta kanalen vid 15 l/s i den kortaste kanalen och 35 Pa i fördelningslådan (nominellt flöde 15 l/s in kanalerna).

För en normal 3-rumslägenhet antas följande frånluftsflöden gälla:

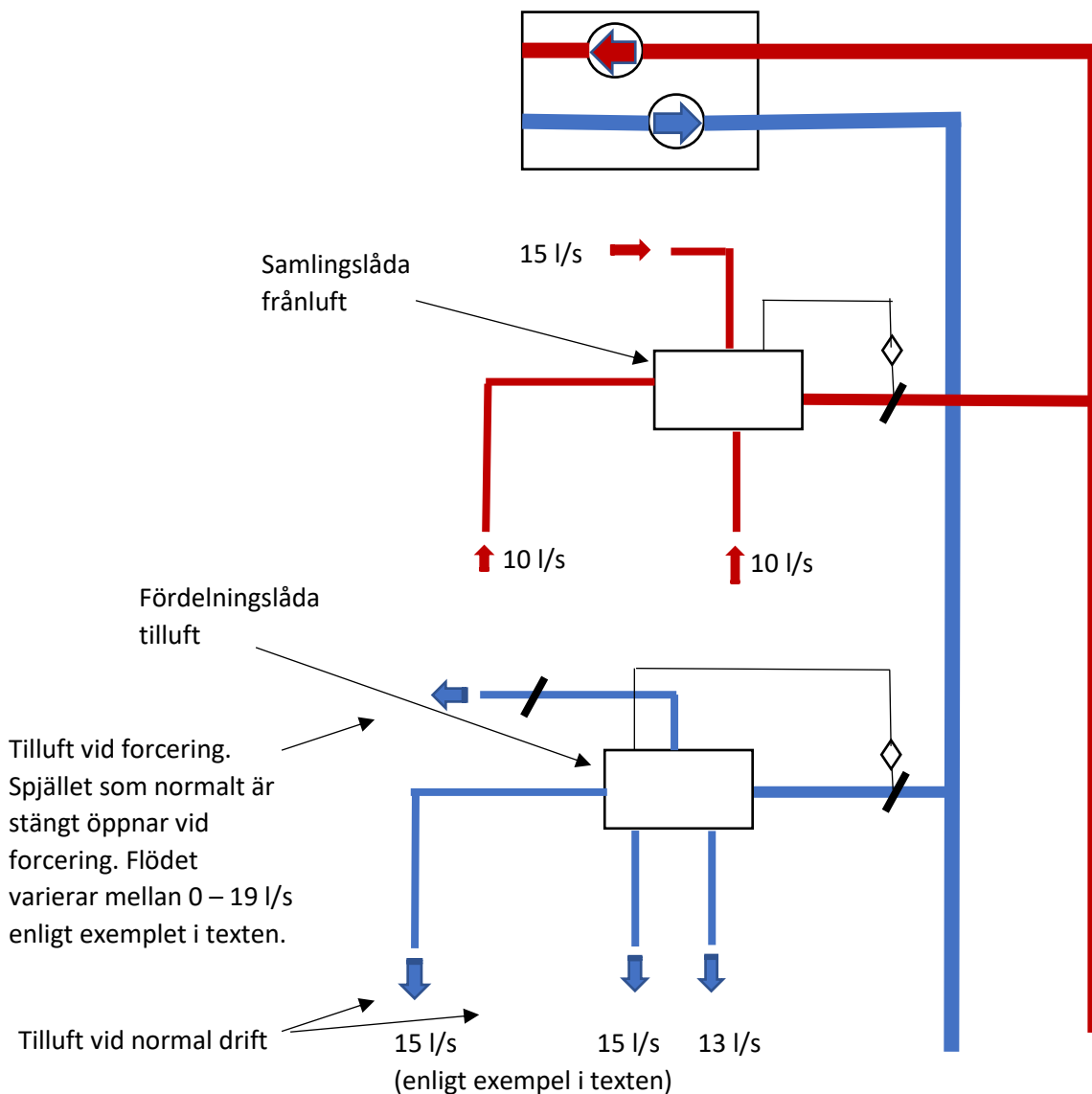
- Kontinuerligt flöde genom spiskåpan 10 l/s. Forceringsflödet ska kunna tas i två steg, 10 resp. 20 l/s, så att maxflödet blir 30 l/s.
- Badrum 15 l/s
- Separat toalett 10 l/s
- Garderob 10 l/s

Detta ger ett totalt kontinuerligt frånluftsflöde på 45 l/s med möjlighet att ökas upp till 65 l/s vid forcering. Frånluftsflödet genom samlingslådan (fig. 3) blir då 35 l/s. Detta innebär ett kontinuerligt tilluftsflöde på $0,95 \cdot 45 = 43$ l/s och med möjlighet till ett flöde på $0,95 \cdot 65 = 62$ l/s. Det är alltså maximalt 19 l/s som ska tillföras vid maximal forcering.

Eftersom lufthastigheterna i grenkanalerna inte bör överstiga ca 3 m/s blir då dimensionen på frånluftssidan $\varnothing$ 125 mm och på tilluftssidan $\varnothing$ 160 mm. Att lufthastigheten överstiger 3 m/s vid forcering kan bortses ifrån. Anslutningskanalerna kan samtliga ha $\varnothing$ 100 mm.

Tilluftsflöden vid normal drift blir förslagsvis fördelade på 3 rum enligt följande 15/15/13 l/s. Det fjärde anslutna donet i figur 3 är normalt stängt och öppnas automatiskt, via signal från systemreglerenheten (SRE 2, fig. 4), när forcering sker i spiskåpan. Via ett motordrivet tilluftsdon (aktivt don) kan öppningsarean förändras antingen kontinuerligt eller i ett par steg i enlighet med regleringen på spiskåpan. Alternativet till ett aktivt don är ett motordrivet spjäll i anslutningskanalen och ett fast (passivt) tilluftsdon.

BeBo:s Tekniktävling del A och B



Figur 3 visar principen för tryckstyrning då fördelnings- och samlingslådor används. Samma principer gäller här som i figur 2 att fläktarna styrs mot lägsta möjliga varvtal. En enkel projekteringsvägledning är att samlings- och fördelningslådorna förläggs på en sådan plats att det approximativt blir samma tryckförluster i anslutningskanalerna. Hur stora skillnader som kan accepteras i tryckfall beror på hur kravspecifikationen ser ut och på det valda trycket i fördelningslådorna. Spjället på den anslutningskanal som användes vid forcering är kopplat till en systemreglerenhet (SRE 2), se figur 4.

BeBo:s Tekniktävling del A och B

Krav på anslutningslådor och kanaler

Anslutningslådorna vill man av utrymmesskäl göra så låga som möjligt, men med en tillräcklig volym för att få en bra luftfördelning i anslutningskanalerna. Höjden anpassas därför till diametern på anslutande grenkanal. Storleken på grenkanalen anpassas till en lufthastighet på ca 3 m/s (riktvärde). Anslutningskanalerna, med de normala flöden som gäller i bostäder, väljs till diametern 100 mm. OBS! Endast ett don per anslutningskanal. Det är viktigt att alla anslutningskanaler har samma diameter. Storleken på anslutningslådan är beroende av hur många don som ska anslutas. Ett riktvärde är att tvärsnittsarean, där grenkanalen ansluts, ska vara minst 3 ggr större än grenkanalens tvärsnittsarea. Längden på anslutningslådan anpassas till antalet don som ska anslutas. För bästa luftfördelning rekommenderas ett avstånd på minst 5 diametrar mellan anslutningskanalerna. För att få bästa luftfördelningen bör tryckförlusterna i de olika anslutningskanalerna vara ungefär lika stora. Anslutningslådorna förses med ljuddämpande material invändigt. Anslutningskanalerna kan förses med ljuddämpare för att hindra överhörning mellan olika rum. Grenkanalen på tilluftssidan förses med ljuddämpare efter reglerspjället. Grenkanalen på frånluftssidan förses med ljuddämpare före reglerspjället.

En tryckgivare placeras nedströms i anslutningslådan och skyddas för direkt påblåsning.

En anslutningskanal per tilluftsdon ska således utgå från fördelningslådan. Ytterligare en anslutningskanal erfordras i de fall där forcering sker av luftflödet i spiskåpan. Antingen sättes ett motorstyrt spjäll in i denna anslutningskanal eller så monteras ett aktivt tilluftsdon på lämplig plats i närheten av köket. Vid forcering av luftflödet ges även en signal (via systemreglerenheten, SRE 2 fig. 4) till detta spjäll eller aktiva don att öppna så att samma tilluftsflöde erhålles som det som forceras ut från spiskåpan.

Ersättningsluft vid spiskåpeforcering

Förutsättningar

Totalt frånluftsflöde enligt tidigare exempel: 45 l/s varav 10 l/s tas vid spiskåpan och resterande 35 l/s tas via frånluftsdon i bad, toalett och garderob.

Totalt tilluftsflöde: $0,95 \cdot 45 = 43$ l/s

Samtliga till- och frånluftsdons tryckfall förutsättes ligga inom intervallet 30–40 Pa. Högre tryckfall är inte önskvärt med tanke på möjliga ljudstörningar. Vid inställning av donen är det en fördel om till- och frånluftsdonen har ungefär samma karakteristik, så att en viss förskjutning av donens stryporgan har ungefär samma påverkan på luftflödet.

Det bör noteras att tilluftsdonen ej nödvändigtvis måste anslutas till någon (egen) anslutningslåda. Tilluftsdonen kan anslutas direkt på anslutningskanalen från fördelningslådan. Detta är dock beroende av hur till- och frånluftsflödena är tänkta att styras. Ett enkelt sätt är att låta tilluften strömma ut genom en spalt vars öppning är justerbar. Speciellt för aktiva tilluftsdon är det en fördel om strypningen sitter i utloppet. Oavsett vilken utloppsöppning som då väljs blir alltid utloppshastigheten från donet konstant eftersom

BeBo:s Tekniktävling del A och B

trycket i fördelningslådan är konstant, vilket är gynnsamt för strömningsbilden i rummet. Se under **kommentarer** p.6.

Förklaring: Ett aktivt tilluftdon är ett don som är försett med en liten elmotor som styr donets utloppsarea. Signalen till elmotorn kan t.ex. komma från ett don eller spjäll på frånluftssidan som talar om att det aktiva donet ska öppna för att flödesbalansen ska upprätthållas vid forcering.

Spiskåpan är försedd med ett vred för forcering av frånluften enligt följande: normalläge 10 l/s, mellanläge 20 l/s och max läge 30 l/s. Spiskåpan är ansluten till en imkanal där kanaltrycket konstanthålles. Se exempel på dondata i fig. 5. Vredet på spiskåpan är kopplat via systemreglerenheten (SRE 2) till det ”fjärde” donet anslutet till fördelningslådan för att balansera luftflödena så att alltid kvoten 0,95 kan upprätthållas mellan från-och tilluft inom resp. lägenhet.

Systemuppbyggnad

Tilluften till lägenheten tas via en fördelningslåda försedd med anslutningskanaler till de olika tilluftsdonen. Se figur 3. En fördelningslåda per lägenhet. Fördelningslådorna på de olika våningsplanen matas från stamkanalen via en grenkanal till respektive lägenhet. Ett motorstyrt spjäll placeras i grenkanalen mellan fördelningslådan och stamkanalen (gäller samtliga våningsplan). En tryckgivare placeras i fördelningslådan. Tryckgivaren styr spjället i grenkanalen så att trycket i fördelningslådan hålls konstant på förslagsvis 35 Pa.

Frånluftsflödet från bad, toalett och garderob går till en samlingslåda monterad på en grenkanal som är ansluten till stamkanalen. Se figur 3. Efter samlingslådan monteras ett motorstyrt spjäll som styrs av en tryckgivare i samlingslådan så att trycket där hålls konstant på förslagsvis 35 Pa.

Frånluftsflödet från köket tas via en separat imkanal försedd med ett motorstyrt spjäll. Undertrycket i imkanalen kan lämpligen hållas inom intervallet 30 - 50 Pa. Tryckgivaren placeras i imkanalen mellan 1: a och 2: a våningen. Se figur 4. Forcering av flödet i spiskåpan kan göras på olika sätt:

1. Grundflödet i spiskåpan förutsättes vara 10 l/s vid 35 Pa. Totala forceringsflödet förutsättes vara 20 resp. 30 l/s. Ett vred på spiskåpan kan förslagsvis vara inställbart i 3 lägen: normal – mellan – max. Eftersom undertrycket bakom imkanalen är konstant regleras luftflödet genom att den area som frånluften passerar i spiskåpan ändrar sin storlek genom vridning av vredet. Se donets flödeskaraktistik i fig. 5.
 - a. I normalläget är arean så stor att 10 l/s passerar vid undertrycket 35 Pa
 - b. I mellanläget är arean dubbelt så stor varvid 20 l/s passerar
 - c. I maxläget är arean 3 ggr så stor varvid 30 l/s dras ut vid 35 Pa.
2. För att bibehålla flödesbalansen i lägenheten på kvoten 0,95 måste tilluftsflödet ökas alternativt att totala frånluftsflödet hålls konstant. Det finns många olika sätt som man kan gå till väga på. Jag väljer här att **inte** installera flödesmätare i till- och frånluftskanaler eftersom de kan betraktas som onödiga komponenter i ett system med

BeBo:s Tekniktävling del A och B

konstanta tryck i grenkanalerna eller fördelningslådorna. Jag väljer att lita på de uppgifter som tillverkarna av till- och frånluftsdon redovisar i sina kataloger.

Följande alternativ för att bibehålla flödesbalansen i systemet kan användas:

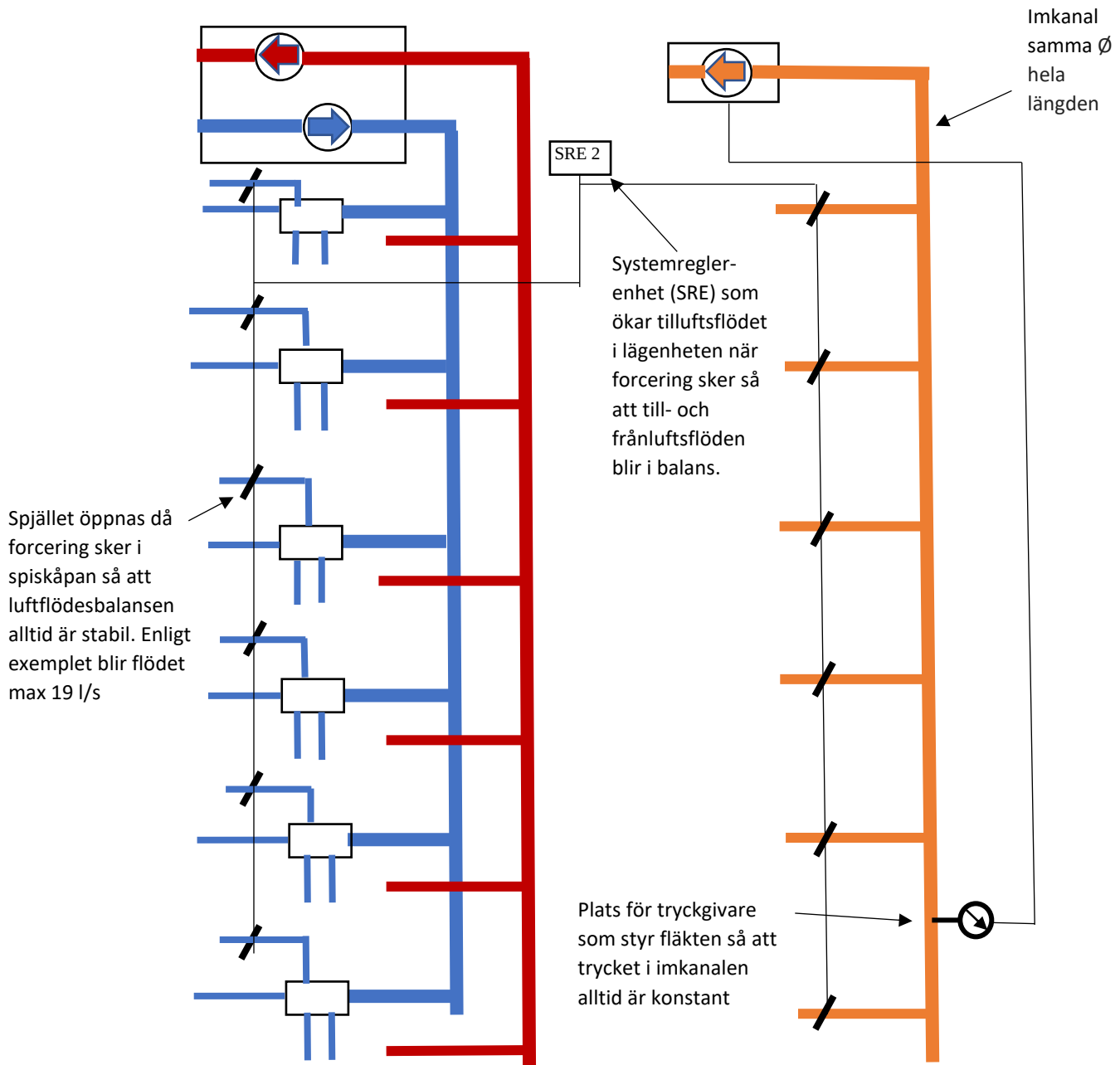
- a. Om tilluftsdonen är försedda med motorstyrda öppningar (s.k. aktiva tilluftsdon) skickas en signal från vredet på spiskåpan via systemreglerenheten (se fig. 4) till de tre aktiva donen för att öka öppningsareorna med 23 % för att öka luftflödena med 10 l/s dvs från 43 till 53 l/s och med 46 % för att öka luftflödet med 19 l/s till 62 l/s. (De aktiva donen är dock inte inritade i fig. 4)
- b. Ett annat alternativ är att från fördelningslådan på tilluftsidan dra ytterligare en tilluftskanal som mynnar på en lämplig plats i lägenheten, t.ex. i hallen i närheten av köket. Tilluftsdonet (som är aktivt) på denna kanal är normalt stängt. Det aktiva donet får signal från systemreglerenheten (SRE 2) att öppna i ett eller två steg. Normalläget innebär således att ingen luft passerar, mellanläget innebär att 10 l/s passerar (vid 35 Pa) och maxläget innebär 19 l/s vid 35 Pa i denna anslutningskanal från fördelningslådan. Det aktiva donet kan ersättas med ett passivt don under förutsättning att ett motorstyrt spjäll sätts in i kanalen för reglering av flödet. Tilluftsdonet ska då vara inställt så att det ger 19 l/s vid 35 Pa och fullt öppet spjäll. Se fig. 4.
- c. Ett annat tänkbart alternativ är att vid forcering i spiskåpan en signal ges till övriga frånluftsdon i bad/toalett/garderob att minska sin öppningsarea, vilket kräver aktiva frånluftsdon alternativt spjäll i samtliga anslutningskanaler i samlingslådan. Flödet är i normalläget 35 l/s och ska reduceras till 25 l/s vilket innebär en reduktion av arean med ca 29 %. Vid forcering upp till 30 l/s ska frånluftsdonens area minskas med ca 58 %. Nackdelen med detta alternativ är naturligtvis minskningen av frånluftsflödena i bad/toalett/garderob under tiden som forcering sker i köket.
Ett alternativ till de aktiva frånluftsdonen är att ha passiva don och istället skicka signalen från vredet på spiskåpan via systemreglerenheten till spjällmotorn i grenkanalen för att strypa flödet i motsvarande grad som ovan, alternativt att göra en börvärdesomställning av trycket i samlingslådan.

Jag har med detta velat visa att det finns många olika möjligheter att styra luftflödena beroende på tillgången av aktiva don och traditionella reglerdon.

Eftersom tillgången på aktiva don är begränsad för bostäder förordar jag alternativ b. ovan med en extra tilluftskanal försedd med ett traditionellt tilluftsdon och ett traditionellt motorstyrt spjäll i anslutningskanalen. Se figur 4.

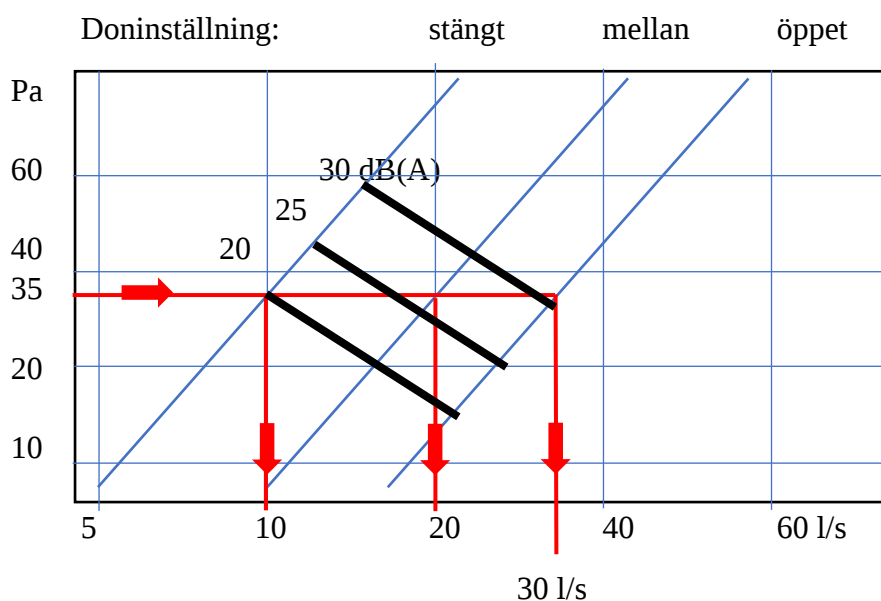
Den ytterligare tilluft som tillförs vid forcering i spiskåpan ska tillföras köket. Detta kan ordnas genom att installera ett överluftsdon mellan köket och rummet där luften tillförs.

BeBo:s Tekniktävling del A och B



Figur 4 visar imkanalerna från de olika lägenheterna som ansluts till stamkanalen. Trycket i stamkanalen mäts mellan våning 1 och 2 och konstanthålles med hjälp av en varvtalsstyrd fläkt. Anordningen (vredet/spjället) som styr luftflödet genom spiskåpan kan se olika ut, men läget på anordningen måste kunna ge en signal till systemreglerenheten (SRE 2) som kan identifiera läget och ge signal till spjället (alternativt det aktiva donet) på tilluftssidan för att öppna i motsvarande grad som forceringsspjället har öppnat.

BeBo:s Tekniktävling del A och B



Figur 5 visar egenskaperna för ett typiskt till- eller frånluftdon och vilka fördelar det medför när man har dimensionerat donet för ett maximalt luftflöde på 30 l/s vid ett tryckfall på 35 Pa. Ljudnivån vid maxflödet är 30 dB(A). Börjar vi stänga donet blir ljudnivån 26 dB(A) vid mellanläget och vid stängt läge går det igenom 10 l/s vid tryckfallet 35 Pa och ljudnivån är då endast 20 dB(A).

Möjligheter vid tryckstyrning i kanalsystem

Tryckstyrning enligt principen att hålla trycken i grenkanaler alternativt i fördelnings- och samlingslådor konstant skapar förutsättningar för att få ett energisnålt, flexibelt system med stora möjligheter till att låta de boende i framtiden själva styra sina luftflöden inom vissa förutbestämda värden.

Jag tror det är så att om vi har väl fungerande ventilationssystem där de boende kan vrida på ett vred för att t.ex. öka tilluftflödet under en viss tid, så undviker kanske de boende att öppna ett fönster för att vädra. Det är alltid förenat med en energiförlust under uppvärmningsperioden att ha öppna fönster. Tilluft under kontrollerade former via ett flexibelt ventilationssystem är, ur energisynpunkt, att föredraga.

Med den föreslagna tekniken finns stora möjligheter att utveckla enkla, driftsäkra, energisnåla och användarvänliga systemlösningar.

Kommentarer

1. Den föreslagna tekniken har utvecklats mot bakgrund av de traditionella problemen med bristfälliga injusteringar och därmed stora ljudproblem och felaktiga flöden som

BeBo:s Tekniktävling del A och B

varit – och fortfarande är – vanliga i samband med bostadsventilation. Dessa problem har jag tidigare beskrivit i ett brev till BeBo 2019-09-12.

2. Forcering av luftflöden behöver inte nödvändigtvis enbart ske genom spiskåpan. Forcering kan också ske genom att ett tilluftsdon i lägenheten, t.ex. det ”fjärde tilluftsdonet” i fig. 3 och 4 öppnas under förutsättning att ett motsvarande ”fjärde frånluftsdon” finns anslutet till samlingslådan.
3. Vid val av fläktstorlek bör hänsyn tas till att forcering i spiskåpan sannolikt inte sker samtidigt i alla lägenheter. En samtidighetsfaktor mellan 70 – 90 % har visat sig kunna användas.
4. Den angivna systemreglerenheten (SRE 1) påverkar fläktens varvtal beroende av de olika spjällens öppningsgrad på grenkanalerna. Högst varvtal då flera av spjällen är öppna och lägst varvtal då flera av spjällen är stängda. Systemreglerenheten, som är hjärnan i systemet, skickar signal till fläkten att sänka varvtalet om något av spjällen på tilluftsidan inte är helt öppet. (Ett spjäll är helt öppet om det är öppet till 90 %). Är ett eller flera spjäll helt öppna skickas signal om att öka varvtalet tills det spjäll som är mest öppet når 90% öppningsgrad.
5. Uppkoppling av systemet kan göras med en bärbar PC till kommunikationsnätet. Genom att använda en eller flera systemreglerenheter (SRE) som hjärta i systemet behövs ingen stationär PC. (Flera tillverkare har idag kommunikation via webgränssnitt).
6. Fördelen med konstant tryck i fördelningslådorna om man installerar aktiva tilluftsdon med strypning i utloppet, är att tilluftens utloppshastighet förblir konstant oavsett inställningen på donet. Detta gör att spridningsbilden i rummet blir likformig vid varierande flöden. En förklaring till detta är att donens kastlängd är proportionell mot utloppshastigheten multiplicerad med roten ur utloppsarean. Om spaltbredden är konstant vid flödesändringen blir därför kastlängden proportionell mot roten ur spalthöjden.
Exempel: Kastlängden är 3 m vid fullt öppen spalt. Om höjden halveras, dvs luftflödet halveras, blir kastlängden vid det halverade luftflödet 2,1m för det aktiva donet och 1,5 m för det passiva donet. Detta är en klar fördel för det aktiva donet vid tillförsel av såväl undertempererad som övertempererad luft. Vid undertempererad luft bibehålles i stort sett strömningsbilden i rummet med aktiva don vilket förhindrar dragproblem. Vid tillförsel av övertempererad luft är sannolikheten större att stagnationszoner kan undvikas.
7. För att säkerställa projekterade luftflöden i hela systemet förordas att stammarna dimensioneras för maxflödet multiplicerat med samtidighetsfaktorn. Samma diameter på hela stammens längd ska eftersträvas. Maxhastighet 5 m/s.

BeBo:s Tekniktävling del A och B

Grenkanalerna dimensioneras för max 3 m/s.

8. Vid inflyttning i nybyggda fastigheter sker i regel inflyttningen inte samtidigt. Ventilationen kan därför gå på "sparlåga" i de lägenheter som ännu inte är bebodda. Via systemreglerenheten (SRE) kan börvärdena ändras t.ex. i två lägen, driftläge och sparläge.
9. Genom att trycken i grenkanalerna och därmed stammarna hålls på en låg nivå begränsas läckflödena i aggregatet mellan från- och tilluften.
10. Genom att begränsa lufthastigheterna i grenar och stammar och samtidigt hålla diametern konstant i kanalerna erhålles per automatik en god luftfördelning i systemet. Man slipper ta stora tryckfall över spjäll som skapar ljudproblem.
11. I detta tävlingsförslag har jag bara redogjort för den grundläggande principen, som ligger fast. Utveckling av styrningen mot mer flexibilitet, speciellt i luftflöden, tycker jag är nödvändig för att få system som vi med rätta kan kalla för bra ventilationssystem.

Slutord

Det är viktigt att den tekniska utvecklingen bygger på kunskap, logik och enkelhet, som gör att vi på ett naturligt sätt får den önskade funktionen i våra ventilationssystem. Vårt mål ska därför alltid vara att sträva efter enkelhet, begriplighet och tolerans mot fel för varje teknisk lösning.

Brev till BeBo

Min bakgrund

Under hela min yrkesverksamma tid har jag arbetat inom ventilationsbranschen. Jag började inom tillverkningsindustrin för att 4 år senare övergå till statlig forskningsverksamhet. Efter 16 år som projektledare och laboratoriechef övergick jag återigen till den privata tillverkningsindustrin som utvecklingschef för att kunna omsätta mina erfarenheter till en hållbar utveckling. Jag stannade kvar där i 16 år.

De senaste 8 åren före min pensionering var jag adjungerad professor på deltid i Inneklimatteknik på LTH.

Inom större delen av min yrkesverksamma tid var jag också verksam inom Nordiska Ventilationsgruppen och var dess ordförande under 6 år.

Efter min pensionering startade jag min konsultfirma *Anders Svensson Ventilationsutveckling*. De senaste åren har jag dock ej bedrivit någon konsultverksamhet.

Mina erfarenheter

Under ca 20 år arrangerade jag tillsammans med olika kunskapsföretag utbildning i *metoder för mätning av luftflöden i ventilationsinstallationer* och *metoder för injustering av ventilationssystem*. Flera hundra mättekniker och injusterare har deltagit i dessa kurser under årens lopp.

En viktig erfarenhet från dessa kurser har varit att mättekniker i regel inte vill lägga för mycket tid på mätmetoderna för att få fram ett säkert luftflöde. Ofta förenklar man de etablerade metoderna vilket innebär att angivna metodfel drastiskt kan öka.

En annan viktig erfarenhet är att de som kommit till kurserna för att lära sig injustera, ansåg i regel att de kunde injustera. De ville gå kurserna för att få lite mer ”kött på benen”. Verkligheten var emellertid något annat. Många hade inte ens en aning om hur en proportionell injustering skulle gå till.

Bland annat dessa erfarenheter från kursverksamheterna gjorde att jag ville utveckla systemlösningarna för att säkerställa att de projekterade luftflödena alltid skulle kunna garanteras. Jag ville därför finna systemlösningar som jag kunde kalla för *förlåtande systemlösningar*, dvs att de kunde tåla störningar utan att hela funktionen äventyrades.

Dessa tankar ledde till att systemen skulle styras efter nya principer där trycket i grenkanalerna skulle hållas konstant genom aktiva regulatorer. Oberoende av hur tilluftsdonen eller frånluftsdonen ställdes in skulle alltid tryckfallet över donen vara konstant. Problemen med för stora tryckfall över vissa don och därmed för höga ljudnivåer kunde i och med detta elimineras. Konstant tryckfall över donen ger också möjligheter att på ett enkelt sätt kontrollera luftflödena. Den enda injustering som erfordras i detta fall är att ställa in till- eller frånluftsdonen i rätt läge, dvs det läge som ger det projekterade luftflödet vid det valda tryckfallet, dvs statiska övertrycket i fördelningslådan, alternativt grenkanalen. Man skulle också kunna gå så långt att man på till- och frånluftsdonen har ett manöverorgan som är graderat i l/s vid donets nominella tryckfall.

Jag hade själv varit med om att utveckla de mätmetoder som jag under 20 års tid undervisade mät- och injusteringspersonalen i. Denna kunskap var nödvändig på den tiden med tanke på det sätt som ventilationssystemen var uppbyggda. Jag måste dock erkänna att jag skäms en aning över att dessa mät- och injusteringsmetoder fortfarande efter 40 år ska komma till användning. Systemtekniken har faktiskt utvecklats.

En variant på tryckstyrning premierades redan år 1990 då BFR (Byggforskningsrådet) utsåg förslaget med konstanttrycksprincipen till segrare i tävlingen "Ventilation i sunda lägenheter". Förslaget kunde dock aldrig realiseras på grund av en vikande byggkonjunktur. Jag kunde heller inte fortsätta med att utveckla systemet eftersom min arbetsgivare inte prioriterade bostadsventilation.

Användning av principen med tryckstyrning

Principen med tryckstyrning av ventilationsinstallationer på det sätt som här beskrivits är tillgänglig att användas. En patentskrift med benämningen "Anordning vid och förfarande för styrning av ventilationssystem" lämnades in 2000-03-17 och patent meddelades 2002-04-02. (Patentansökningsnummer 0000914-2).

Komponenter för att bygga upp ventilationsinstallationer enligt konstanttrycksprincipen finns utvecklade för kontor, sjukhus m.m. För flerbostadshus har tekniken endast delvis använts. Det behövs därför en bred satsning på utveckling av bl.a. till- och frånluftsdon (aktiva don) för styrning av luftflöden.

Användningen av tryckstyrda systemlösningar bidrar bl.a. till ett mer hållbart systemtänkande. Utöver flexibiliteten när det gäller luftflöden och garantier för att projekterade luftflöden kan upprätthållas utan risk för ljudstörningar bidrar tekniken till lägre energianvändning. Tryckuppsättningen i systemen kan hållas på lägsta möjliga nivå, vilket bidrar till en låg energianvändning.

Allmänt om systemutveckling

Utvecklingen inom ventilationsbranschen var under större delen av 1900-talet mycket begränsad. En viktig anledning till detta var tron på att ventilationsteknik inte var ett forskningsbart område. Detta har visat sig vara en stor missuppfattning som förhindrade en viktig och nödvändig teknikutveckling under flera decennier.

Sedan början av 2000-talet har det kommit fram systemlösningar anpassade för kontor, sjukhus, m.m. som kan eliminera de nackdelar som varit så vanliga i alla typer av ventilationssystem. Vanliga fel har t.ex. varit att det lätt blivit obalanser i luftflöden på grund av yttre störningar eller svårigheter att injustera systemet korrekt. Följden har blivit för stora tryckfall över vissa till- eller frånluftsdon med åtföljande högre ljudnivåer.

Utvecklingen på bostadssidan har inte följt med i denna utveckling främst beroende på den kostnadspress som funnits. Brukarnas upplevelser av ett ventilationssystemets funktion har ofta varit ganska negativ. Det drar, det är för varmt, det låter, det är för kvavt, är omdömen som i många fall visat sig stämma med objektiva mätningar.

Ofta beror klagomålen på att luftflödena inte är de rätta för rummet. Detta kan i sin tur bero på att injusteringen varit svår att genomföra eller att flödesbalansen i olika delar av systemet påverkats av att de boende manipulerat med till- eller frånluftsdonens inställning.

Den slutsats som jag drar är att det är viktigt att vi utvecklar våra ventilationssystem så att de anpassas efter de krav som ställs med avseende på energieffektivitet, luftkvalitet, komfort, låg ljudnivå och människans behov av individuell reglering.

Flexibilitet med avseende flödesreglering har varit ett försummat område. Även om viljan funnits att göra bättre lösningar har utvecklingen bromsats av de ökade kostnader som så lätt blir följderna av bättre lösningar.

Jag ser det som ett stort misstag i den aktuella tävlingen att uppdelning görs i två delar A och B (ersättningsluft vid spiskåpeforcering resp. samlings- och fördelningslådor) eftersom alla delar i ett system samverkar till en helhet.

Det är viktigt att vi utvecklar hela systemet och inte bara några delar av det.

Uppläggningsen av tävlingen gynnar inte ett nytänkande och det tycker jag är mycket tråkigt. Jag hade nämligen sett fram emot att delta i tävlingen.

I det tävlingsförslag som jag hade tänkt att redovisa ville jag visa på möjligheter att med hjälp av konstanttrycksprincipen åstadkomma enkla, driftsäkra och flexibla lösningar som kan ge garantier för att:

- Erforderliga luftflöden alltid kan upprätthållas i de enskilda rumsenheterna.
- Luftflödena kan forceras till ett förutbestämt maxvärde i de enskilda rumsenheterna.
- Inställning av luftflöden kan göras på enkelt sätt genom inställning av börvärden för de olika tryckgivarna samt inställning av till- och frånluftsdon så att de ger projekterat flöde vid det angivna trycket. Traditionell injustering behövs ej.
- Luftflödena enkelt kan kontrolleras med hjälp av trycket i fördelningslådan (alternativt grenkanalen).
- Flexibilitet i installationerna vilket gör att luftflöden lätt kan förändras om t.ex. verksamheten ändras.
- Balansen mellan till- och frånluftsflöden kan alltid garanteras.
- Lägsta möjliga energianvändning.

En sådan lösning kräver emellertid bl.a. att fördelnings- och samlingslådor placeras på icke traditionella platser, närmare de lägenheter som de ska försörja, vilket kommer att påverka byggnadstekniken. Min tolkning av tävlingshandlingarna ger inte möjligheter till detta.

bidrag daterat 2020-01-12 redovisade jag endast principen för tryckregleringen i imkanalen. Här ska man naturligtvis vidtaga samma åtgärder som är brukligt då det gäller att
stigkrafter för att få den rätta luftfördelningen.

älsningar

on Ventilationsutveckling



PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET

(45) Patent meddelat 2002-04-02
(41) Ansökan allmänt tillgänglig 2001-09-18
(22) Patentansökan inkom 2000-03-17
(24) Löpdag 2000-03-17
(62) Stamansökans nummer
(86) Internationell ingivningsdag
(86) Ingivningsdag för ansökan om europeisk patent
(83) Deposition av mikroorganism

(21) Patentansöknings-
nummer 0000914-2

Ansökan inkommen som:

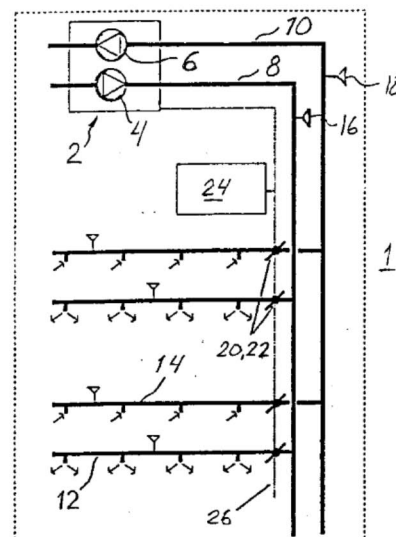
- ☒ svensk patentansökan
☐ fullföljd internationell patentansökan med nummer
☐ omvandlad europeisk patentansökan med nummer

(30) Prioritetsuppgifter
- -

- (73) PATENTHAVARE Stifab Farex AB, Industrigatan 5 273 35 Tomelilla SE
(72) UPPFINNARE Anders Svensson, Bjärnum SE, Fredrik Engdahl, Malmö SE
(74) OMBUD Albihs Stockholm AB
(54) BENÄMNING Anordning vid och förfarande för styrning av ventilationssystem
(56) ANFÖRDA PUBLIKATIONER: - - -
(57) SAMMANDRAG:

Uppfinningen avser en anordning och ett förfarande för styrning av ventilationssystem. Ett luftbehandlingsaggregat (2) med en tilluftsfläkt (4), som är förbunden med en tilluftskanal (8) med ett flertal grenkanaler (12) och en före första grenkanalen anordnad första tryckgivare (16) för styrning av fläktens varvtal enligt en förutbestämd dimensioneringsparameter (P_{tot}), vilka grenkanaler (12) vardera är försedda med var sin ytterligare tryckgivare (16) ansluten till en regulator (20) för konstanthållning av trycket i respektive grenkanal mellan, av fläktens varvtal beroende, övre (P_{max}) och undre (P_{min}) gränsvärden. Regulatorm (20) innefattar ett spjäll (22) med ställdon och förfarandet kännetecknas av följande steg:

- a) ställdonet hos varje grenkanalsspjäll (22; S_1, S_2, S_n) indikerar spjällets öppningsgrad ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_n$) och matar värdet för densamma till en i systemet anordnad systemmanager (24), som medelst
- b) en utvärderingskrets (24) jämför spjällens aktuella öppningsgrader inbördes för att fastställa vilket av spjällen (22; S_1, S_2, S_n) som har störst aktuell öppningsgrad (α_{dim}),
- c) vilken utvärderingskrets (24), då samtliga spjäll är något stängda och den största aktuella öppningsgraden (α_{dim}) är större än en förutbestämd öppningsgrad (α_{pred}), genererar (26) signaler till fläkten (4) att minska varvtalet till dess att spjället intar sin maximala öppningsgrad (α_{max}).



PRV Patent använder följande dokumentkoder för sina patentskrifter

kod	klartext	kod	klartext
A	allmänt tillgänglig patentansökan	L	allmänt tillgänglig
B	utläggningsskrift *	T1	översättning av kraven i europeisk patentansökan
B5	rättad utläggningsskrift *	T2	rättelse av översättning av kraven i europeisk patentansökan
C	patentskrift *	T3	översättning av europeisk patentskrift
C1	patentskrift *	T4	översättning av europeisk patentskrift i ändrad avfattning
C2	patentskrift	T5	rättad översättning av europeisk patentskrift
C3	rättad patentskrift	T8	rättad översättning av europeisk patentskrift
C5	rättad patentskrift *	T9	korrigerad översättning av europeisk patentskrift
C8	korrigerad förstasida till patentskrift		
E	patentskrift i ändrad lydelse		
E8	korrigerad förstasida till patentskrift i ändrad lydelse		
E9	rättad patentskrift i ändrad lydelse		

* publicerad under äldre lagstiftning

Nationskoder

AP African Regional Industrial Property Organization (ARIPO)	CN Kina	KI Kiribati	RU Ryska Federationen
EA Euroasian Patent Office (EAPO)	CO Colombia	KM Comorerna	RW Ruanda
EP Europeiska Patentverket (EPO)	CR Costa Rica	KN St Kitts	SA Saudi-Arabien
OA African Intellectual Property Organization (OAPI)	CU Kuba	KP Dem. Folkrepubliken Korea	SB Salomonöarna
WO World Intellectual Property Organization (WIPO)	CV Kap Verde	KR Republiken Korea	SC Seychellerna
IB WIPO (i vissa fall)	CY Cypern	KW Kuwait	SD Sudan
AD Andorra	CZ Tjeckiska republiken	KY Cayman-öarna	SE Sverige
AE Förenade Arabemiraten	DE Tyskland	KZ Kazachstan	SG Singapore
AF Afghanistan	DJ Djibouti	LA Laos	SH St Helena
AG Antigua	DK Danmark	LB Libanon	SI Slovenien
AI Anguilla	DM Dominica	LC Saint Lucia	SK Slovakien
AL Albanien	DO Dominikanska republiken	LI Liechtenstein	SL Sierra Leone
AM Armenien	DZ Algeriet	LK Sri Lanka	SM San Marino
AN Nederländska Antillerna	EC Ecuador	LR Liberia	SN Senegal
AO Angola	EE Estland	LS Lesotho	SO Somalia
AR Argentina	EG Egypten	LT Litauen	SR Surinam
AT Österrike	ES Spanien	LU Luxembourg	ST São Thomé
AU Australien	ET Etiopien	LV Lettland	SV El Salvador
AZ Azerbajdzjan	FI Finland	LY Libyen	SY Syrien
BA Bosnien och Hercegovina	FJ Fiji-öarna	MA Marocko	SZ Swaziland
BB Barbados	FK Falklandsöarna	MC Monaco	TD Tchad
BD Bangladesh	FR Frankrike	MD Moldavien	TG Togo
BE Belgien	GA Gabon	MG Madagaskar	TH Thailand
BF Burkina Faso	GB Storbritannien	MK Makedonien	TJ Tadzjikistan
BG Bulgarien	GD Grenada	ML Mali	TM Turkmenistan
BH Bahrain	GE Georgien	MM Myanmar	TN Tunisien
BI Burundi	GH Ghana	MN Mongoliet	TO Tonga
BJ Benin	GI Gibraltar	MR Mauretanien	TR Turkiet
BM Bermuda	GM Gambia	MS Monsterrat	TT Trinidad och Tobago
BO Bolivia	GN Guinea	MT Malta	TV Tuvalu
BR Brasilien	GQ Ekvatorial Guinea	MU Mauritius	TW Taiwan
BS Bahamaöarna	GR Grekland	MV Maldiverna	TZ Tanzania
BT Bhutan	GT Guatemala	MW Malawi	UA Ukraina
BW Botswana	GW Guinea-Bissau	MX Mexiko	UG Uganda
BY Vitryssland	GY Guyana	MY Malaysia	US Förenta Staterna (USA)
BZ Belize	HK Hongkong	MZ Mocambique	UY Uruguay
CA Kanada	HN Honduras	NA Namibia	UZ Uzbekistan
CF Centralafrikanska Republiken	HR Kroatien	NG Nigeria	VA Vatikanstaten
CG Kongo	HT Haiti	NI Nicaragua	VC St Vincent
CH Schweiz	HU Ungern	NL Nederländerna	VE Venezuela
CI Elfenbenskusten	ID Indonesien	NO Norge	VG Jungfruöarna
CL Chile	IE Irland	NP Nepal	VN Viet Nam
CM Kamerun	IL Israel	NR Nauru	VU Vanuatu
	IN Indien	NZ Nya Zeeland	WS Samoa
	IQ Irak	OM Oman	YD Syd-Jemen
	IR Iran	PA Panama	YE Jemen
	IS Island	PE Peru	YU Jugoslavien
	IT Italien	PG Papua Nya Guinea	ZA Sydafrika
	JM Jamaica	PH Filippinerna	ZM Zambia
	JO Jordanien	PK Pakistan	ZR Zaire
	JP Japan	PL Polen	ZW Zimbabwe
	KE Kenya	PT Portugal	
	KG Kirgistan	PY Paraguay	
	KH Kambodja	RO Rumänien	

Uppfinningen avser en anordning vid och ett förfarande för styrning av ventilationssystem av det slag som framgår av ingressen till patentkrav 1 respektive 28.

5

En utgångspunkt för uppbyggnad av ett modernt ventilationssystem är de krav som i lokalen verksam personal har på ett bra inneklimat. Begreppet inneklimat omfattar av tradition såväl det termiska klimatet som luftkvaliteten och det akustiska klimatet. Vid traditionell indelning av ventilationssystem är valet av lämplig teknisk lösning
10 är ett viktigt steg i projekteringen. Systemvalet bör göras med beaktande av följande huvudfaktorer:

Ändamålsenlighet, dvs. den tekniska lösningens förmåga att uppfylla de ställda kvalitetskraven.

15 Driftsäkerhet, dvs. den tekniska lösningens förmåga att långsiktigt ge tillfredsställande funktion.

Resurssnålhet, dvs. den tekniska lösningens energieffektivitet, kostnadseffektivitet mm.

20 Vid val av teknisk lösning bör enkelhet, begriplighet och tolerans mot avvikelser i driftbetingelser eftersträvas. Tekniska lösningar som inte medger att lokalens användning förändras, fönster öppnas eller som på annat sätt är känsliga för yttre störningar bör undvikas. Stifab Farex AB introducerar begreppet "förlåtande ventilationssystem". Med förlåtande ventilationssystem avses system som är motståndskraftiga mot störningar.
25

Det finns flera olika ventilationstekniska lösningar som kan tillgodose kraven på rätt luftflöde till alla delar i systemet. De huvudkategorier man talar om är:

30 CAV-system (Constant Air Volume), system med konstanta luftflöden. Det enklaste och i allmänhet "prisbilligaste" alternativet.

VAV-system (Variable Air Volume), system med variabelt luftflöde, som i regel är styrt via en rumstermostat. Fläkten är försedd med någon form av flödesreglering.

- 5 DCV-system (Demand Controlled Ventilation), behovsstyrning av luftflödet, som i regel är styrt via en luftkvalitets- eller närvarogivare. Samtliga systemlösningar kan naturligtvis utföras med antingen omblandande eller termiskt styrd ventilation. Såväl CAV- som DCV-systemen kan kombineras med alternativa värme- och kylutrustningar för styrning av rumstemperaturen.

10

CAV-system används där såväl värmealstring som föroreningsproduktion är låg och någorlunda konstant. Tilluftsflödet bestäms i huvudsak av luftkvalitetskraven.

Räcker inte det hygieniska luftflödet till för att föra bort den alstrade värmen, kan man komplettera med produkter för vattenburen kyla.

15

CAV-systemen byggs oftast upp efter avgreningsprincipen med injusteringspjäll i varje avgrening. Tryckfallen över donen väljs så att de tillsammans med tryckfallen över injusteringspjällen ger rätt flödesfördelning.

- 20 En nackdel med denna princip är att systemet lätt kan komma i obalans p.g.a. störningar från termiska stigkrafter, förändringar av spjällägen mm.

- 25 Ytterligare en nackdel är de relativt höga tryckfallen över spjäll och don för säkerställande att flödesvariationerna inte ska bli för stora. Detta i sin tur medför att ljudproblemen kan bli besvärande samtidigt som energiförbrukningen blir onödigt hög. En sänkning av fläktvarvtalet, för att minska energiförbrukningen under vissa perioder, medför att flödesfördelningen ej kan upprätthållas, beroende på att tryckfallen över don och spjäll minskar.

VAV/DCV-system används när värmebelastningen varierar. Uppvärmning sker lämpligen med radiatorer och eventuellt överskottsvärme bortförs via vattenburna systemprodukter såsom t.ex. kylbafflar eller kyltak.

5 Det som skiljer VAV/DCV-systemen från CAV-systemen är bl.a. att det finns en tryckreglering i huvudkanalerna för till- och frånluft. Detta är nödvändigt ur såväl energi- som ljudsynpunkt. En annan skillnad är att i omedelbar anslutning till till-luftsdonen finns reglerenheter som styr luftflödena genom donen. Ett grundläggande problem med detta är att då flödena minskas ökar tryckfallen över donen, vilket kan
10 få allvarliga konsekvenser för funktionen. Ökade tryckfall skapar generellt högre ljudnivåer. Trycken i huvudkanalerna måste likaså hela tiden garantera att den sämst belägna grenkanalen får tillräckligt med luft. Om flödesfördelningen i systemet skulle medge ett tillfälligt lägre tryck, måste det inställda börvärdet upprätthållas. Detta påverkar naturligtvis driftskostnaderna negativt.

15 En regleranordning för inställning av ett spjäll i en ventilationskanal i syfte att upprätthålla ett väsentligen konstant tryck i en vald punkt i ventilationskanalen är känd genom vår tidigare SE-B-458 802 och motsvarande EP-A-0 285 588. Vidare är ett förfarande och en anordning för konstanthållning av trycket i en ventilationskanal
20 medelst en flödesregleranordning känd genom vår tidigare EP-A-0 433 251.

Hittills framtagna systemlösningar har emellertid ej heller medgivit en enkel injustering. Följden har blivit obalans i systemen med påföljande höga tryckfall i vissa delar och därmed alltför höga ljudnivåer. I andra delar av systemet har luftflödena blivit för låga med försämrad luftkvalitet som följd. Vid projektering av aggregaten prioriteras dessutom ofta låg kostnad och hög kapacitet, med små aggregat, höga
25 ljudnivåer och bullerproblem som följd. Likaså uppstår ofta obalans mellan till- och frånluft i ventilationsaggregatet. Detta orsakar läckflöden av frånluft in i tilluftssystemet, med dålig luftkvalitet som följd. En annan orsak är bristande hänsyn till användarnas önskemål. Som brukare vill man kunna påverka sitt klimat.
30

En viktig aspekt är att få ner energiförbrukningen. I dagens byggnader förbrukas ca 40% av all producerad energi enbart till erforderlig värme eller kyla. Det är därför nödvändigt att åstadkomma systemlösningar som kan minimera energiåtgången utan att göra avkall på komforten.

5

Det finns således flera skäl till att söka nya lösningar till att bygga ventilationssystem där trycken i grenkanalerna konstanthålles. Härigenom skapas förutsättningar för en flexibel installation eftersom flödena i donen på ett enkelt sätt kan varieras utan att störa balansen i systemet. Det är även möjligt att åstadkomma en tyst installation, eftersom tryckfallen automatiskt begränsas. Likaså är det möjligt att åstadkomma en energieffektiv installation, eftersom inga extra tryckfall behövs för att kunna garantera luftflödena även i den sämst belägna grenkanalen.

10

Syftet med uppfinningen är därför att åstadkomma ett förbättrat ventilationssystem av det angivna slaget, som är mera lättskött, billigare och enklare än tidigare och som ger en sänkning av energiförbrukningen och en begränsning av ljudalstringen hos systemet.

15

Detta är möjligt med en anordning vid ventilationssystem enligt de kännetecknande särdragen i patentkrav 1. Ett motsvarande förfarande för styrning av ventilationssystem framgår av de kännetecknande särdragen i patentkrav 28. Ytterligare särdrag, vidareutvecklingar och förbättringar av uppfinningen framgår av de osjälvständiga patentkraven och beskrivs nedan som utföringsexempel med hänvisning till bifogade ritning.

20

25

Fig. 1 är en schematisk vy av ett ventilationssystem enligt uppfinningen, Fig. 2 är ett diagram som visar förhållandet mellan energiförbrukning och flöde hos ventilationssystemet enl. fig. 1 i jämförelse med ett konventionellt system, Fig. 3 är ett diagram som visar att ju mer spjället stänger desto lägre blir ljudalstringen vid tryckstyrd flödesreglering,

30

Fig. 4 är en schematisk vy som visar exempel på behovsstyrd ventilation av ett avgränsat utrymme med hjälp av aktiva tilluftsdon och rumsgivare,

Fig. 5 är en schematisk genomskärning av ett aktivt don enligt fig. 4 i förstorad skala med rörligt monterad motor,

5 Fig. 6 är en schematisk genomskärning av ett aktivt don enligt fig. 4 i förstorad skala med fast monterad motor.

Fig. 1 visar ett ventilationssystem 1 enligt uppfinningen, vilket är uppbyggt av ett luftbehandlingsaggregat 2 med en tilluftsfläkt 4 och en frånluftsfläkt 6, vilka var för
10 sig är anslutna till stamkanaler för tilluft 8 respektive en frånluft 10. Från stamkanalerna är tilluftsgrenkanaler 12 respektive frånluftsgrenkanaler 14 avgrenade, av vilka två av vardera slaget är visade på figuren. I respektive stamkanal, mellan respektive fläkt 4; 6 och den från stamkanalen först avgrenade grenkanalen, är en första respektive andra tryckgivare 16; 18 anordnad, för styrning av fläktvarvtalet i be-
15 roende av en dimensioneringsparameter P_{1tot} . Omedelbart efter avgreningen från stamkanalen är varje grenkanal 12; 14 försedd med var sin regulator 20, innefattande ett spjäll 22 med ställdon, för konstanthållning av trycket i respektive grenkanal mellan, av fläktens varvtal beroende, övre (P_{max}) och undre (P_{min}) gränsvärden.

20 Varje regulator är ansluten till en systemmanager 24, som är anordnad att påverka fläktens varvtal n i beroende av spjällens öppningsgrad $\alpha_1, \alpha_2 - \alpha_n$, på så sätt att fläkten är reglerbar mellan ett förutbestämt högsta varvtal n_{max} för ett största luftflöde q_{max} , då samtliga spjäll är maximalt öppna α_{max} , och ett lägsta varvtal n_{min} för ett minsta luftflöde q_{min} , då samtliga spjäll är maximalt stängda α_{min} , för att bibehålla i
25 respektive grenkanal förutbestämda tryck $P_1, P_2 - P_n$. Systemmanagern 24 har en ej visad utvärderingskrets för inbördes jämförelse av spjällens aktuella öppningsgrad $\alpha_1, \alpha_2 - \alpha_n$. Utvärderingskretsen är anordnad att via LonTalk 26, då samtliga spjäll är något stängda och det mest öppna spjället har uppnått en förutbestämd öppningsgrad α_{pred} , avge signaler till fläkten att minska varvtalet till dess att spjället har intagit sin
30 maximala öppningsgrad α_{max} .

En i ventilationssystemet enligt uppfinningen ingående tryckregulator innehåller en
5 mikroprocessor med ett inbyggt kommunikationsprotokoll för LonTalk och är
är fullständigt fjärrstyrbar och fjärrkonfigureringsbar.

Ett system för energioptimering bygger på Stifab Farex tryckreglering i grenkanal-
system där trycket konstanthålles i tryckgivarpunkterna exempelvis vid ca 35 Pa.
10 Reglerenheter i början på grenarna handhar regleringen. Systemkonfigureringen
görs genom att koppla upp sig med en bärbar PC till Lon-nätet. Genom att använda
en systemmanager som hjärtat i systemet behövs ingen stationär PC som ständigt
ligger uppkopplad. Systemet medger att även mycket små anläggningar kan energi-
optimeras till mycket rimliga kostnader. Energioptimering sker genom LonTalk-
15 kommunikation mellan reglerenheter för konstant grentryck, system managern
och aggregatet. Optimeringen går till så att system managern håller reda på spjällä-
gena och minimerar aggregatets tryckuppsättning så att minst ett av spjällen på till-
respektive frånluftssidan alltid är nästan helt öppet. Vidare kan system managern
och aggregatet kommunicera med ytterligare centraler i byggnaden så att pumpar
20 och framledningstemperaturer i värme/kylsystem kan justeras för minimal energi-
förbrukning. På så sätt sparas både energi och framtida ljudstörningar elimineras
genom att aggregatet alltid går på så låga varvtal som möjligt.

Fig. 2 är ett diagram som visar förhållandet mellan energiförbrukning och flöde hos
25 ventilationssystemet enl. fig. 1 i jämförelse med ett konventionellt system. Enligt
uppfinningen är det således möjligt att åstadkomma en energieffektiv installation,
eftersom inga extra tryckfall erfordras för att göra det möjligt att upprätthålla till-
räckligt stora luftflöden även i den sämst belägna grenkanalen.

Fig. 3 är ett diagram som visar att ju mer spjället i en grenkanal stänger, desto lägre
30 blir ljudalstringen vid tryckstyrd flödesreglering. Härigenom är det möjligt att med

uppfinningen åstadkomma en relativt tyst installation, eftersom tryckfallen automatiskt begränsas.

Flödesstyrning av don

- 5 De tekniska lösningar som normalt används vid utformning av ventilationssystemen medger ej variation av luftflödena i till- och frånluftsdonen. Endast i de fall VAV/DCV-system väljs kan luftflödet, med hjälp av automatik, styras via rums-temperaturen, CO₂-koncentrationen eller närvarogivare. Detta medför naturligtvis en begränsning i systemets flexibilitet. Det går således inte att ändra de projekterade
- 10 luftflödena utan att göra en förnyad injustering av hela systemet.

- Den flödesstyrning som normalt sker i VAV/DCV-system sker inte i själva donet utan via spjäll omedelbart före donen. En nackdel med detta är att hastigheten på luften när den lämnar ventilationsdonet kommer att variera proportionellt med luft-
- 15 flödet. Detta innebär att takdon med små luftflöden och undertempererad tilluft, kommer att medföra att ventilationsluften släpper taket och går direkt ner i vistelsezonen. De olägenheter som då kan uppstå är höga lufthastigheter med dragproblem som följd. En lösning är låghastighetsdon vid golv, som är okänsliga för den här typen av störningar.
- 20 Tillförs varm luft genom ett takdon skapar detta också problem vid flödesreglering. Minskas flödet minskas också impulsen ut ur donet. Detta medför kortare kastlängder och stora risker för stagnationszoner i rummet.

- 25 Tillämpas begreppet **“förlåtande ventilationssystem”**, är man genast lösningen på spåren.

- Genom att konstanthålla trycken i grenkanalerna skapas flexibilitet vad avser flödesförändringen i donen. Donen kan ändras individuellt utan att detta får andra negativa konsekvenser på balansen i systemet eller anläggningens injustering. Till skillnad
- 30 från VAV-boxar så behövs ingen flödesmätning i donet vilket ger minskat underhåll och ett stabilt system. Flödet bestäms utifrån donets öppning (0-100%) och det bak-

omliggande konstanta statiska trycket. Konstantryckshållning är därför motiverad även om installationen är projekterad för att fungera som ett CAV-system. Installationen kompenserar automatiskt för de "störningar" som alltid uppträder i systemen. Konstantryckshållningen medger därför att don med konstanta respektive varierande flöden kan kombineras på en och samma gren.

En förutsättning för att spridningsbilden i ett rum ska kunna bli bra, då tempererad ventilationsluft tillförs, samt då luftflödet varierar inom ett stort flödesområde, är att tilluftens hastighet då den lämnar donet är konstant. Detta kan åstadkommas enkelt genom att flödesregleringen sker i donets utlopp istället för i donets inlopp. En förutsättning för att detta ska kunna ske är konstantryckshållningen i grenkanalerna. De "störningar" som uppträder i form av varierande luftflöde kompenseras automatiskt genom konstantryckshållningen i grenkanalerna. Produkter som är speciellt lämpade för att användas för konstant utloppshastighet är cirkulära eller kvadratiska enkonspridare. Dysdon har normalt bra egenskaper vid varierande luftflöde. Det lägsta tillåtna luftflödet vid en undertemperatur på ca 5°C begränsas normalt emellertid till ca 30% av det maximala luftflödet. Vill man minska luftflödet ytterligare krävs don med konstant utloppshastighet.

Fig. 4 visar exempel på behovsstyrd ventilation av ett avgränsat utrymme med hjälp av aktiva donventiler 28, som kommer att beskrivas närmare nedan och som kommunicerar med rumsgivare 30, 32, 34 via en donregleranordning 36, som i sin tur via LonTalk 26 kan kommunicera med t. ex systemmanagern 24. Antalet donventiler på samma grenkanal 12, 14 kan normalt uppgå till tio stycken. Rumsgivarna kan innefatta en termostat 30, en närvarogivare, t. ex en IR-indikator 32 och en CO₂-givare 34. Alternativt kan en ej visad strömbrytare för rumsbelysning även vara inkopplad till donregleranordningen 36, för att indikera personnärvaro.

Enligt en föredragen utföringsform är donventilerna utformade som en konspridare 38, medelst vilken luftflödet kan regleras genom att utloppsarean A styrs med hjälp av ett ventilorgan i form av en rörlig tallrik eller kona 40. Styrningen sker medelst

en elmotor 42, som är monterad åtskild från konspridarens utströmningsöppning 44 på så sätt, att motorn är väsentligen innesluten i konan 40. Motorns rotationsrörelse omvandlas till en linjär rörelse medelst ingreppsorgan i form av en gängad axel eller en kuggstång 46. På ett fördelaktigt sätt kan ingreppsorganen innefatta en gängad skruv 46 som samverkar med en ej visad mutter.

Motorn 42 kan vara fast förankrad med konan 40 och monterad inuti densamma, som framgår av fig. 5, och skruven 46 är då fast monterad i ventilen med hjälp av en fästanordning 48. Den ej visade muttern är då förankrad med den likaså ej visade motoraxeln. Alternativt kan motorn i stället, som framgår av fig. 6, vara fast förankrad med ventilens frontparti 50. Muttern är då fäst på konan 40 och skruven 46 är hopkopplad med motoraxeln och lagrad i fästanordningen 48.

Donteori

Lufthastigheterna i luftstrålar från olika typer av don kan normalt beräknas enligt följande formel:

$$\frac{v_x}{v_0} = C_c * \frac{\sqrt{A_0}}{x}$$

Här är

v_x = hastigheten på avståndet x från öppningen

v_0 = hastigheten i det kontraherade tvärsnittet A_0

C_c = faktor karaktäristisk för tilluftsdonet

A_0 = arean i det kontraherade tvärsnittet (effektiva arean)

x = avståndet från öppningen där hastigheten v_x uppträder

Om v_x i ovanstående ekvation sättes till 0,2 m/s blir $x=L_{0,2}$ dvs. kastlängden till 0,2 m/s.

Vi får att:

$$L_{0,2} = C_c * \frac{v_0 * \sqrt{A_0}}{0,2}$$

Kastlängden är alltså proportionell mot utloppshastigheten och roten ur utloppsarean. Med tanke på att man vill upprätthålla en likformig spridningsbild i rummet, måste utloppshastigheten vara någorlunda konstant då luftflödet varierar. En minskad utloppshastighet gör att luften har lättare att släppa taket och gå ner i vistelsezonen med förhöjd hastighet som följd. Man skiljer mellan två typer av tilluftsdon:

Passiva don som har samma inställning oberoende av luftflödet.

Aktiva don som har flödesregleringen i donets utlopp, vilket ger konstant utloppshastighet oberoende av luftflödet. Om man med passiva don minskar luftflödet från 100% ner till 50% minskas också kastlängden med 50% om inte någon förändring görs på donet. Minskningen i kastlängd ska inte vara något problem vid användning av dysdon med rotationsinställning. För andra typer av don kan problem uppstå med spridningsbilderna. Om man på samma sätt reducerar flödet med ett aktivt tilluftsdon, dvs. ett don där utloppshastigheten konstanthålles genom att arean förändras, blir kastlängden endast 70% av den ursprungliga. Minskningen utgör inte något som helst problem för någon donvariant eftersom luften tack vare den höga utloppshastigheten inte släpper kontakten med taket. Om luftflödet reduceras till 30% med ett traditionellt don, kommer kastlängden att minska till 30% av den ursprungliga. Detta medför ofelbart att luften kommer att släppa taket och skapa problem i vistelsezonen. Ett aktivt don får en kastlängd som är ca 55% av den ursprungliga. Detta medför i att risken för dragproblem minskar, beroende på att lufthastigheterna kommer att minska. Luftflödena blir ju också lägre. Strömningsbilden i rummet blir likformig med strömningsbilden vid det större luftflödet, dock med ett mindre inträngningsdjup. Den stora skillnaden mellan passiva och aktiva don är alltså att med passiva don ökar dragrisken då luftflödet minskar. Med aktiva don minskar dragrisken då luftflödet minskar. Nackdelen med passiva don, i samband med flödesreglerade installationer, är en av orsakerna till att VAV/DCV-system ej har fått någon positiv utveckling.

PROJEKTERING

Aggregat

Beroende på typ av verksamhet, styrprinciper och geografiskt läge antas en

- 5 Samtidighetsfaktor (normalt mellan 70-90 %). Summering av maxflödena multiplicerat

med samtidighetsfaktorn ger aggregatets övre flödesgräns. I beaktande ska även tas eventuella framtida kapacitetsändringar (flexibilitet). Summering av minflödena ger aggregatets nedre flödesgräns. Kontrollera att aggregatet kan arbeta i det aktuella

10 flödesintervallet. Aggregatet ska vara tryckstyrt med tryckgivare placerade före första

grenen alternativt i fördelningslåda om sådan används istället för stamkanal.

Stamkanaler

- 15 Stamkanaler dimensioneras utifrån maxflödet multiplicerat med samtidighetsfaktorn.

Dimensionering gör lämpligen utifrån en av de vedertagna metoderna, konstant hastighet eller konstant tryckfall.

- 20 **Grenkanaler (kanal före avstick till don) tilluft**

Grenkanalerna dimensioneras utifrån konstant hastighet. Erhållet flöde i donen beror på vilken hastighet grenen dimensioneras för. Ljud måste givetvis alltid beaktas. En gren med maximalt tio avstick och konstant statiskt tryck 35 Pa får följande flödesvariationer som funktion av dimensionerande hastighet, se tabell nedan. Variation mellan don är vid maxflöde till samtliga don och skillnaden mellan bäst respektive sämst placerat don tryckfallsmässigt i förhållande till börvärdet (samma börvärde i samtliga don). Individuell variation är flödesskillnaden i ett don vid maxflöde beroende på flöde i de övriga avsticken. I beräkningarna nedan är avståndet mellan avsticken 3 m. Ökat avstånd ger större avvikelser, dimensionera då för en lägre hastighet.

Dimensionerande hastighet	Variation mellan don och börvärde på hela grenen	Individuell variation
5 m/s	+/- 10 %	+/- 5 %
4 m/s	+/- 8 %	+/- 4 %
3 m/s	+/- 4 %	+/- 2 %
5 m/s och konstant diameter	+/- 4 %	+/- 2.5 %
8 m/s och konstant diameter	+/- 4.4 %	+/- 3.6 %

Ett alternativ till att dimensionera med konstant hastighet (hastigheten ovan är hastigheten före första avsticket) är konstant diameter. Detta ökar flexibiliteten, ger utrymme för framtida modifieringar och små avvikelser.

5

Finns det underlag för att anta en samtidighetsfaktor på grenen så ger detta givetvis en möjlighet att minska dimensionerna alternativt dimensionera för 100% vilket ger mindre ljud och ökad flexibilitet för framtida ändringar.

- 10 Skulle mindre variationer krävas eller att ett eller flera don är tryckfallsmässigt sämre placerade än de övriga på grenen så se avsnittet om "kontroll av don och grenkanal".

Dimensionering don och statiskt tryck i gren

- 15 Tryckgivaren på tilluftsgrenen placeras mitt på grenen. Tryckgivaren på frånluftsgrenen placeras mellan sista och näst sista donet.

Don väljes på sedvanligt sätt utifrån diagram. Utifrån önskat flöde och helt öppet spjäll avläses totaltryckfallet över donet. Detta tryck skall också vara det konstant-hållna statiska trycket i grenkanalen.

20

Dimensionering avstick

Avstick dimensioneras för maximalt 3 m/s.

Balansering mellan till- och frånluft

Balansering sker i rummet genom att välja rätt frånluftsdon och statiskt tryck i frånluftsgrenen. Anpassa det statiska trycket för eventuell förskjutning mellan till- och frånluft. Detta kan också göras i rumsregulatorn om man inte vill erhålla samma över- eller undertryck i rummen.

Ett alternativ till detta är överluft då balanseringen måste ske utifrån totalflöde från zonen. Detta löses genom konstanttryckshållning och flödesmätning (produkt: KZMa) på tilluftsgrenen. Denna regulator mäter tilluftsflödet och skickar det till en flödesslav placerad (produkt: KSAA) på frånluftsgrenen. Flödet kan skickas med en förskjutning antingen procentuellt eller ett fast flöde i l/s.

Injustering och idrifttagning med system manager

Ange lämpliga starttryck för till- och frånluftsfläkten (fabriksinställda värden är 30%) med hjälp av operatörspanelen (KOPa). Indata ges i procent, vilket är procent av tryckgivarens mätområde. Starta aggregatet. Aggregatet arbetar nu upp det tryck som angivits och väntar sedan 15 minuter (fabriksinställt, går att ändra med hjälp av KOPa) på att systemet ska stabilisera sig. När tiden gått ut kontrollerar systemmanagern att inget spjäll står helt öppet (att alla grenar får det flöde som efterfrågas). Står något spjäll helt öppet ökar systemmanagern tryckbörvärdet till fläkten och denna procedur fortsätter till det att det öppna spjället börjar stänga. I nästa läge undersöker systemmanagern om det mest öppna spjället är mindre än 60 % öppet (fabriksinställning), är så fallet så ges ett lägre börvärde till fläkten. Samma procedur sker för både till- och frånluft.

Injustering och idrifttagning utan system manager

Till- och frånluftstrycket som fläkten ska konstanthålla måste hittas. Detta görs genom att forcera samtliga rum till maxflöden (alternativt samtidighetsfaktor * maxflöden).

Forceringen görs genom att till exempel sätta ett lågt kylbörvärde i samtliga rum. Trycket är rätt då det mest öppna grenspjället är öppet till 80 – 100 %.

Kontroll av don och grenkanal

- 5 Kontrollera att grenen har det projekterade statiska trycket (med hjälp av KOPa eller manuellt). Om trycket är för lågt så kontrollera om spjället står helt öppet. Är spjället helt öppet så måste trycket efter fläkten ökas. Är spjället inte helt öppet så kontrollera bör- och ärvärde i konstanttrycksregulatorn med hjälp av operatörspanelen KOPa. Stämmer börvärde men inte ärvärde så kontrollera tryckgivarenheten
- 10 (KSPa).

Forcera donet i rummet genom att (med hjälp av operatörspanelen) sätta parameter 18 (nviManOverride) från läge "off" till läge "position" och 100 %. Avvakta tills trycket i grenen återgått till börvärdet.

- 15 Mät det statiska trycket i donlådan.
- Gå till position 48 (nciCalcFlow) i operatörspanelen (KOPa) och ange det projekterade/önskade flödet i l/s.
- Gå till position 49 (nciCalcPress) i operatörspanelen (KOPa) och ange det uppmätta trycket i lådan.
- 20 Gå till position 50 (nvoCalcResult) i operatörspanelen (KOPa) och avläs den öppning/position (0-100%) donet ska ha för att flödet ska erhållas. Erhålles ett ogiltigt värde så är antingen det uppmätta trycket för lågt eller så kan inte donet ta tryckfallet.
- Återställ parameter 18 (nviManOverride) till läge "off".

Patentkrav

1. Anordning vid system för ventilation av rum innefattande ett luftbehandlingsaggregat (2) med en tilluftsfläkt (4), som är förbunden med en tilluftskanal (8) med ett
5 flertal grenkanaler (12) och en före första grenkanalen anordnad första tryckgivare (16) för styrning av fläktens varvtal (4) i beroende av en första förutbestämd dimensioneringsparameter (P_{1tot}), vilka grenkanaler (12) vardera är försedda med var sin ytterligare tryckgivare (16) ansluten till en regulator (20) för konstanthållning av trycket i respektive grenkanal mellan, av fläktens varvtal beroende, övre (P_{max}) och
10 undre (P_{min}) gränsvärden, vilken regulator innefattar ett spjäll (22) med ställdon, **kännetecknad av** att varje regulator (20) är ansluten till en systemmanager (24), som är anordnad att påverka fläktens (4) varvtal (n) i beroende av spjällens öppningsgrad ($\alpha_1, \alpha_2 - \alpha_n$), på så sätt att fläkten är reglerbar mellan ett förutbestämt högsta varvtal (n_{max}) för ett största luftflöde (q_{max}), då samtliga spjäll/don (22;28)
15 är maximalt öppna (α_{max}), och ett lägsta varvtal (n_{min}) för ett minsta luftflöde (q_{min}), då samtliga spjäll/don (22;28) är maximalt stängda (α_{min}), för att bibehålla förutbestämda grenkanaltryck ($P_1, P_2 - P_n$), och att systemmanagern (24) har en utvärderingskrets för inbördes jämförelse av spjällens aktuella öppningsgrad ($\alpha_1, \alpha_2 - \alpha_n$), vilken utvärderingskrets, då samtliga spjäll är något stängda och det mest öppna
20 spjället (22) har uppnått en förutbestämd öppningsgrad (α_{pred}), är anordnad att avge (26) signaler till fläkten (4) att minska varvtalet till dess att spjället (22) har intagit maximal öppningsgrad (α_{max}).

2. Ventilationssystem enligt krav 1, **kännetecknat av** att luftbehandlingsaggregatet
25 (2) innefattar en frånluftsfläkt (6), som på motsvarande sätt som tilluftsfläkten (4) är förbunden med en frånluftskanal (10) med ett flertal frånluftsgrenkanaler (14) och en före första grenkanalen anordnad andra tryckgivare (18) för styrning av frånluftsfläktens (6) varvtal i beroende av en andra förutbestämd dimensioneringsparameter (P_{2tot}), och att varje frånluftsgrenkanal (14) innefattar ett med ställdon försett frånluftsspjäll (22), vilket har en medelst från motsvarande tilluftsgrenkanals regulator
30

(20) avgivna styrsignaler reglerbar öppningsvinkel ($\alpha_1, \alpha_2 - \alpha_n$) för inställning av ett till det aktuella är-värdet för det statiska trycket i tilluftsgrenkanalen (12) direkt proportionellt tryck i frånluftsgrenkanalen (14).

5 3. Ventilationssystem enligt krav 1, **kännetecknat av** att luftbehandlingsaggregatet (2) innefattar en frånluftsfläkt (6), som på motsvarande sätt som tilluftsfläkten (4) är förbunden med en frånluftskanal (10) med ett flertal frånluftsgrenkanaler (14) och en före första grenkanalen anordnad andra tryckgivare (18) för styrning av frånluftsfläktens (6) varvtal i beroende av en andra förutbestämd dimensioneringsparameter (P_{2tot}), och att varje frånluftsgrenkanal (14) innefattar en, i en angiven punkt av den-
10 samma belägen, andra tryckgivare (18) ansluten till en andra regulator (20) för konstanthållning av trycket i respektive frånluftsgrenkanal (14) mellan, likaså av fläktens (6) varvtal beroende, övre (P_{max}) och undre (P_{min}) gränsvärden för trycket i respektive frånluftsgrenkanal (14).

15 4. Ventilationssystem enligt krav 3, **kännetecknat av** att den andra regulatorn (20) är anordnad att ställa in är-värdet för flödet i den angivna punkten av frånluftsgrenkanalen (14) efter ett bör-värde för tilluftsgrenkanalen.

20 5. Ventilationssystem enligt krav 4, **kännetecknat av** att bör-värdet för frånluftsgrenkanalen (14) är lika med det av den första tryckgivaren (16) indikerade värdet.

6. Ventilationssystem enligt något av krav 1-5, **kännetecknat av** att tilluftskanalens (8) grenkanaler (12) vardera har ett individuellt antal tilluftsöppningar.

25 7. Ventilationssystem enligt något av tidigare krav, **kännetecknat av** att frånluftskanalens (10) grenkanaler (14) vardera har ett individuellt antal frånluftsöppningar.

30 8. Ventilationssystem enligt krav 6, **kännetecknat av** att varje tilluftsöppning är försedd med ett tilluftsdon (28) för inställning av ett förutbestämt tilluftsflöde.

9. Ventilationssystem enligt krav 8, **kännetecknat av** att tilluftsdonet (28) är ett passivt don.

5 10. Ventilationssystem enligt krav 8, **kännetecknat av** att tilluftsdonet (28) är ett aktivt don.

11. Ventilationssystem enligt krav 8, **kännetecknat av** att varje tilluftsgrenkanal (12) är försedd med såväl aktiva som passiva don (28).

10

12. Ventilationssystem enligt krav 7, **kännetecknat av** att varje frånluftsöppning är försedd med ett frånluftsdon (28) för inställning av ett förutbestämt frånluftsflöde.

13. Ventilationssystem enligt krav 12, **kännetecknat av** att frånluftsdonet (28) är ett
15 passivt don.

14. Ventilationssystem enligt krav 12, **kännetecknat av** att frånluftsdonet (28) är ett aktivt don.

20 15. Ventilationssystem enligt krav 7, **kännetecknat av** att varje frånluftsgrenkanal (14) är försedd med såväl aktiva som passiva don (28).

16. Ventilationssystem enligt krav 10 och 14, **kännetecknat av** att i varje rum är givare (30, 32, 34) anordnade, som genererar signaler till en reglerenhet (36), som i
25 sin tur styr åtminstone ett av de aktiva donen (28).

17. Ventilationssystem enligt krav 16, **kännetecknat av** att de i varje rum anordnade givarna innefattar temperaturgivare (30).

18. Ventilationssystem enligt krav 16 eller 17, **kännetecknat** av att de i varje rum anordnade givarna innefattar givare (34) som indikerar ett värde för CO₂-koncentration.

5 19. Ventilationssystem enligt något av krav 16-18, **kännetecknat** av att de i varje rum anordnade givarna innefattar närvarogivare (32), som omfattar en IR-indikator.

10 20. Ventilationssystem enligt något av tidigare krav, **kännetecknat** av att luftbehandlingsaggregatet (2) omfattar en värmeväxlare för värmning respektive kylning av tilluft.

15 21. Ventilationssystem enligt krav 16, **kännetecknat** av att varje aktivt don (28) är utformat som en konspridare (38), som har ett medelst en drivanordning (42) manövrerbart, i donets utlopp beläget ventilorgan (40).

22. Ventilationssystem enligt krav 21, **kännetecknat** av att drivanordningen är en, från donets utströmningsöppning (44) åtskild elmotor (42).

20 23. Ventilationssystem enligt krav 22, **kännetecknat** av att elmotorn (42) är insluten i ventilorganet (40).

24. Ventilationssystem enligt krav 23, **kännetecknat** av att ventilorganet (40) är en avstängningskon eller en ventiltallrik.

25 25. Ventilationssystem enligt krav 23 eller 24, **kännetecknat** av att ventilorganet (40) manövreras medelst av motorn (42) påverkade skruvorgan (46, 48).

26. Ventilationssystem enligt krav 25, **kännetecknat** av att skruvorganen utgöres av en gängad axel eller mutter (46).

27. Ventilationssystem enligt något av tidigare krav, **kännetecknat av** att den förutbestämda öppningsgraden ligger i ett intervall på 70-90 % av den maximala öppningsgraden.

- 5 28. Förfarande för styrning av ventilationssystem enligt något av krav 1-20 och innefattande ett luftbehandlingsaggregat (2) med en tilluftsfläkt (4), som är förbunden med en tilluftskanal (8) med ett flertal grenkanaler (12) och en före första grenkanalen anordnad första tryckgivare (16) för styrning av fläktens varvtal enligt en förutbestämd dimensioneringsparameter (P_{tot}), vilka grenkanaler (12) vardera är försedda med var sin ytterligare tryckgivare (16) ansluten till en regulator (20) för konstanthållning av trycket i respektive grenkanal (12) mellan, av fläktens varvtal beroende, övre (P_{max}) och undre (P_{min}) gränsvärden, vilken regulator (20) innefattar ett spjäll (22) med ställdon, **kännetecknat av** följande steg:
- 10 a) ställdonet hos varje grenkanalsspjäll (22; S_1, S_2, S_n) indikerar spjällets öppningsgrad ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_n$) och matar värdet för densamma till en i systemet anordnad systemmanager (24), som medelst
- 15 b) en utvärderingskrets (24) jämför spjällens aktuella öppningsgrader inbördes för att fastställa vilket av spjällen (22; S_1, S_2, S_n) som har störst aktuell öppningsgrad (α_{dim}),
- 20 c) vilken utvärderingskrets (24), då samtliga spjäll är något stängda och den största aktuella öppningsgraden (α_{dim}) är större än en förutbestämd öppningsgrad (α_{pred}), genererar (26) signaler till fläkten (4) att minska varvtalet till dess att spjället intar sin maximala öppningsgrad (α_{max}).

Fig. 1

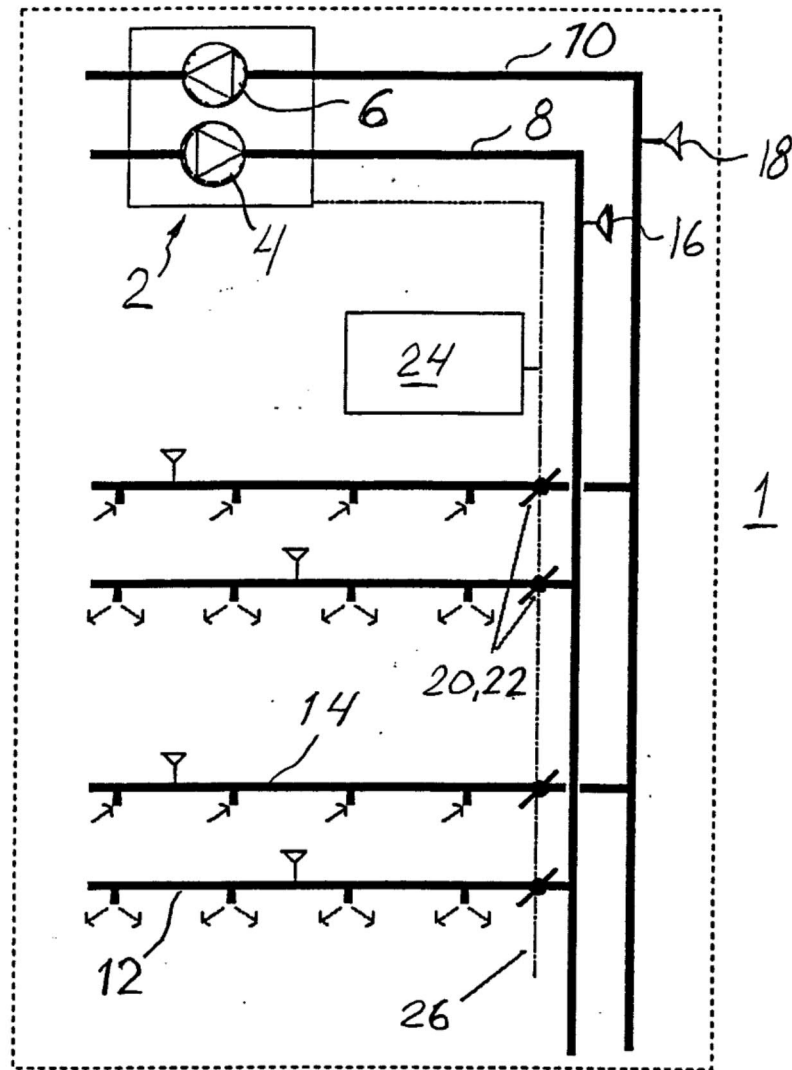


Fig. 2

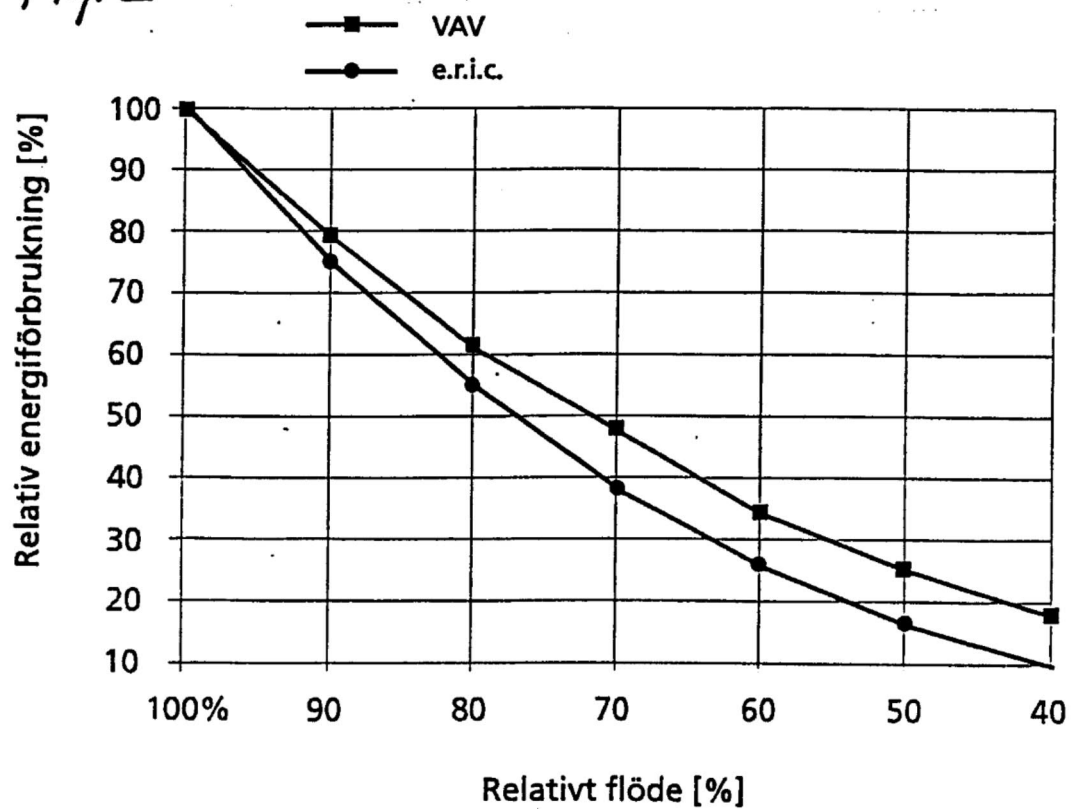


Fig. 3

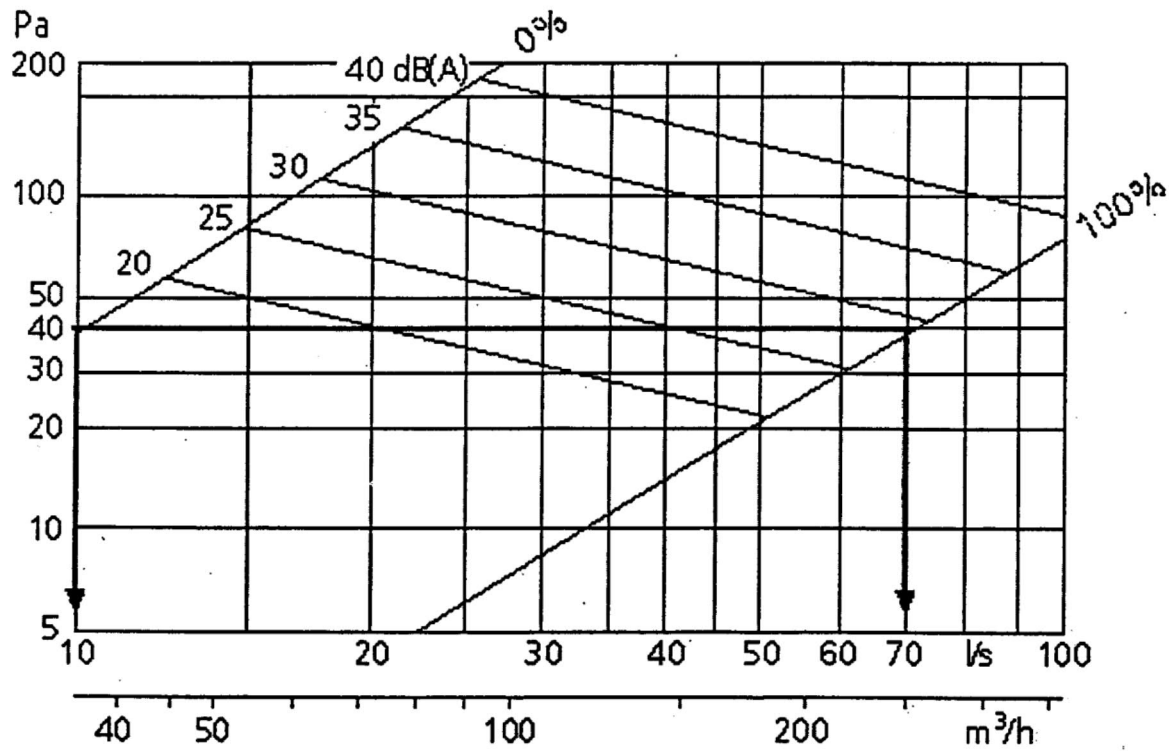


Fig. 4

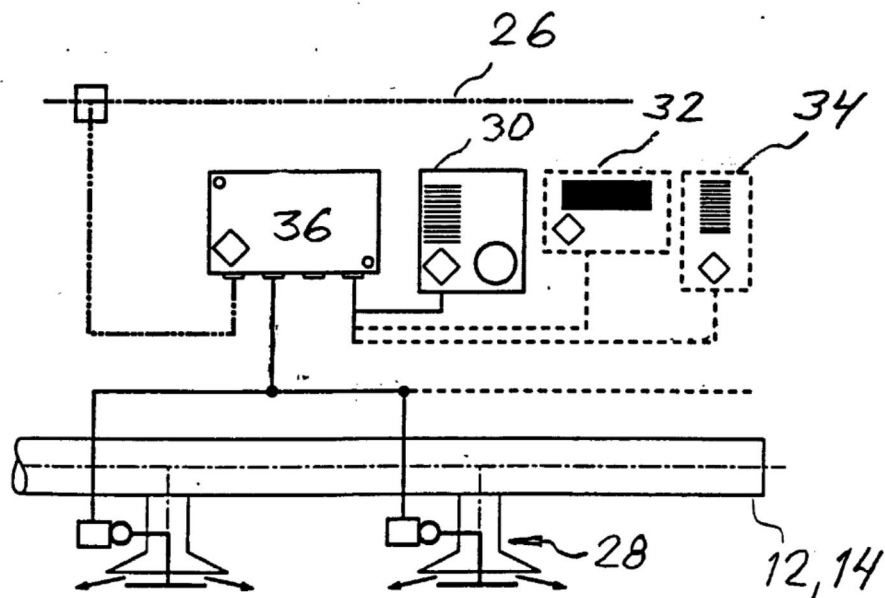


Fig. 5

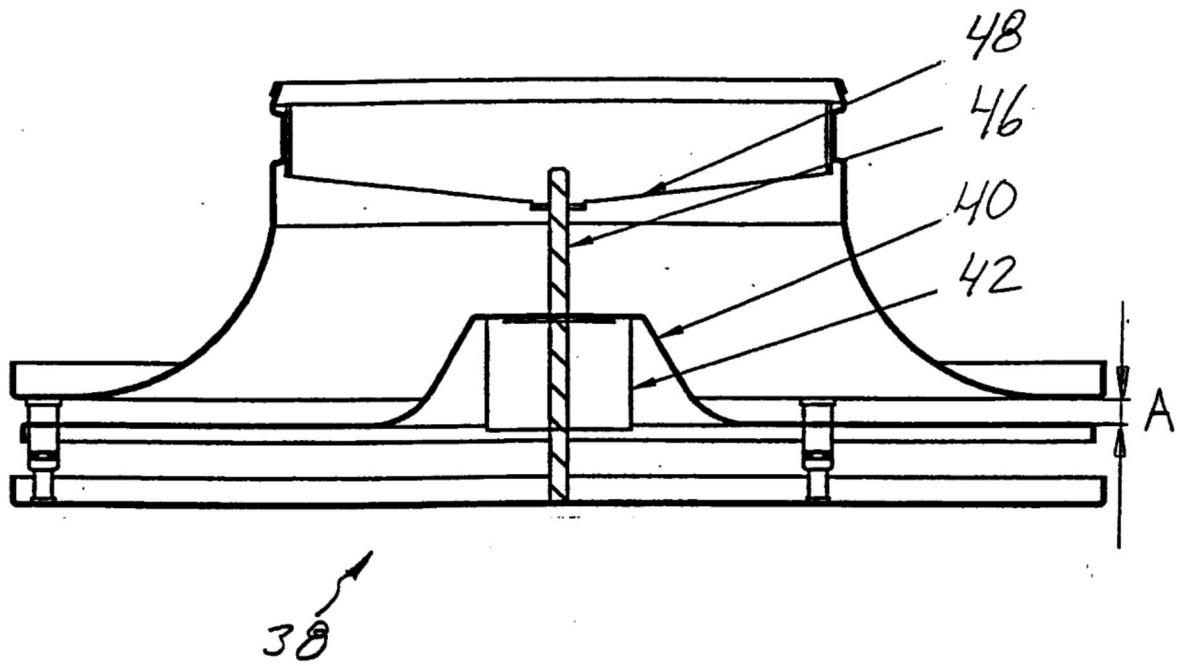
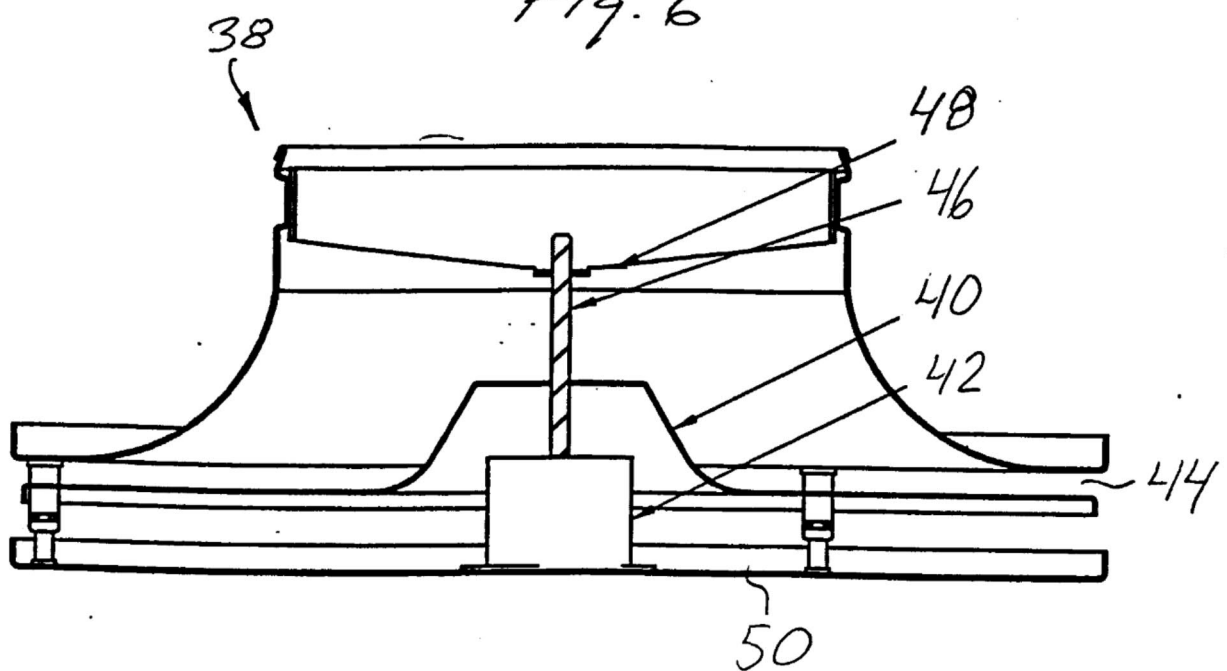


Fig. 6



Svar på frågor ställda i mejl 2020-02-24

Fråga 1: Hur säkerställa övergången mellan normaldrift och forcerad drift samt hur hanterar man felaktig funktion?

Svar: Systemregulatorerna SRE är hjärtat i systemet. SRE 2 identifierar läget för spjället i spiskåpan och ger signal till "det fjärde" spjället på tilluftsidan i den aktuella lägenheten. Om det är samma karaktäristik på de två spjällen ställs det "fjärde" spjället in i samma läge som forceringsspjället i spiskåpan. Vi kan emellertid inte förutsätta att de båda spjällen har samma karaktäristik och därför måste systemregulatorn programmeras så att flödena från det "fjärde" spjället stämmer med flödena i läge 2 resp. 3 på forceringsspjället.

Felaktig funktion? En stor fördel med den digitala tekniken är att det går enkelt att få en bra överblick av funktionen. Spjällens lägen kan identifieras, trycken i fördelningslådor och samlingslådor kan läsas av. Om någon spjällmotor inte fungerar syns det vid en kontroll varvid felet kan åtgärdas. Den digitala tekniken gör också att det går lätt att få larm om något fallerar.

Fråga 2: Luftflödesmätningar i systemet.

Svar: Generellt sett tycker jag att luftflödesmätningar enligt traditionella metoder inte ska behövas i moderna installationer. Vill vi kunna garantera att de rätta luftflödena kan upprätthållas måste vi veta att förutsättningarna för detta är uppfyllda. Förutsättningen för korrekta luftflöden är att vi har kontroll över trycken i fördelnings- och samlingslådor. Om vi har korta anslutningskanaler kan vi bortse från tryckfallen i dessa och säga att tryckfallet över tilluftsdonen är det samma som det statiska trycket i lådorna. Med fördelningslådor utförda enligt tidigare beskrivning varierar inte det statiska trycket mer än $\pm 10\%$ i olika delar av lådan. Detta innebär att flödesvariationen håller sig inom $\pm 5\%$ i grenkanalerna. Vi väljer därför till- och frånluftdon för det nominella trycket som vi ska ha i lådorna. I fall med lite längre anslutningskanaler där vi inte kan bortse från tryckfallen ökar vi trycket i lådorna till det nominella tryckfallet över donen inklusive det beräknade tryckfallet (medelvärde) i kanalerna. En enkel kontrollåtgärd är att i slutet på varje anslutningskanal montera en nippel för att kunna ansluta en tryckmätare. Om det uppmätta trycket är det projekterade har vi också det rätta luftflödet eftersom donen är valda för det nominella tryckfallet.

Sabotage av installationerna har ju ofta förekommit. En trolig orsak till detta är förmodligen att man är missnöjd med installationen beroende på ljudproblem. Ofta är orsaken till ljudproblem att injusteringen inte har gjorts på ett riktigt sätt alternativt att någon har täppt till sitt till- eller frånluftsdon, vilket då påverkar flödet även i de andra donen. Ytterligare en viktig orsak till ljudproblem är att projektören tvingats till att utgå från en högre trycknivå för att kunna få en acceptabel luftfördelning i installationen, vilket ofta varit fallet på frånluftssidan.

När det gäller den föreslagna systemlösningen har risken för störande ljud kunnat minimeras eftersom tryckfallen kan hållas på en låg nivå. Fläktarna går också på lägsta möjliga varvtal vilket gynnar en låg ljudnivå. Om man blockerar luften i ett till- eller frånluftsdon drabbar det ingen annan än den lägenhet där blockeringen ägde rum. Alla andra don har kvar sina projekterade flöden eftersom trycket i fördelningslådan är det samma och ljudnivån kan därför inte öka.

Fråga 3: Hur uppfylls krav på ljuddämpning och brandsäkerhet?

Delsvar 1: Jag följer sid A10 och har följande kommentarer:

Materialval: Uppfyller kraven enligt BBR 5:526

Funktion och driftsäkerhet: Undertrycket i lägenheterna kan begränsas till max 5 Pa vilket också gäller vid forcering eftersom det är skillnaden i till- och frånluftsflöde som hålls konstant.

En spiskåpa med osuppfångning på 75% väljs.

Spällreglage enligt föreslagen princip byggs in i kåpan och ansluts till imkanalen. Spjällets karaktäristik programmeras in i SRE. Flödet bestäms av det statiska trycket i imkanalen. En fast mät nipple för mätning av trycket rekommenderas.

Övervakning med PC underlättar driftsäkerheten.

Täthet: Täthet klass C

Underhåll: Manual enligt gängse principer.

Brandskydd: Brandspjäll enligt aktuella krav monteras. Inget av detta är dock inritat. Jag har ansett att det viktigaste har varit att ange principerna för en ny ventilationsteknik. Projektering med avseende på ljud och brand ser jag som steg 2 i processen.

Delsvar 2: Jag följer sid B8 och har följande kommentarer:

Materialval: Uppfyller kraven enligt BBR 5:526

Täthet: Täthet klass C

Luftflöde: Felet i tryckmätning uppskattas till max 10%. Felet i beräkningen av luftflödet blir därför max 5%. Proportionell injustering behövs ej. Den injustering som krävs är att ställa in rätt tryck i fördelnings- och samlingslådorna så att till- och frånluftsdonen erhåller sitt projekterade tryckfall, vilket innebär önskat luftflöde.

Ljuddämpning: Jag förutsätter att erforderlig ljuddämpning erhålles med de förslag som angetts i tidigare beskrivning kompletterad med ljudfälla i aggregatrum.

Brandskydd: Brandspjäll enligt aktuella krav monteras. Inget av detta är dock inritat. Jag har ansett att det viktigaste har varit att ange principerna för en ny ventilationsteknik. Projektering med avseende på ljud och brand ser jag som steg 2 i processen.

Fråga 4: Utrymmeskrav.

Svar: Det är viktigt att arkitekten är informerad om de utrymmeskrav som stammar och grenkanaler/fördelningslådor kräver för att få en väl fungerande installation. I det beskrivna tävlingsförslaget, under rubriken "Krav på anslutningslådor och kanaler", ges ett förslag till dimension på en fördelningslåda. Med lite god vilja tror jag säkert att en arkitekt kan komma med en bra lösning t.ex. att lägga/hänga fördelningslådan i en garderob/klädkammare. Anslutningskanalerna ut från fördelningslådan är ju bara på Ø 100 mm och borde kunna få plats i vinkeln mellan vägg och tak.

En kommentar:

När jag hade mina kurser i mät- och injusteringsteknik var det alltid några som tyckte att fältmättningsmetoder skulle gå fortare att hantera. Man hade begränsad tid på sig för sitt mät- och injusteringsarbete. Jag gjorde ofta förenklingar för att visa att vi då inte skulle kunna uppfylla regelverkets krav på $\pm 15\%$ inklusive mätfel.

I den nu föreslagna installationen har vi kunnat minimera tiden för mätning eftersom det endast behövs en mätning av ett statiskt tryck för att bestämma ett luftflöde. Detta innebär att det sannolika mätfelet blir mycket mindre än tidigare. Vid mätning av det statiska trycket i en kanal kan man oftast fastställa det statiska trycket med en maximal avvikelse på 10%. Detta innebär att flödet kan bestämmas med en maximal avvikelse på $\pm 5\%$.