

Behovsstyrd Ventilation

Uppföljning av och rekommendationer för
utformning av DCV-system

BELOK Göteborg, Februari, 2016

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

Gruppens målsättning är att energieffektiva system, produkter och metoder skall komma snabbt ut på marknaden, bland annat genom att BELOK företagen inför och provar dem i sina fastigheter. Man genomför också utvecklingsprojekt, som syftar till att effektivisera energianvändningen samtidigt som funktion och komfort säkerställs.

Gruppens medlemsföretag är:

- AMF fastigheter
- Akademiska Hus
- Castellum/Corallen
- Fabege
- Fortifikationsverket
- Hufvudstaden
- Jernhusen
- Locum
- Lokalförvaltningen - LF
- Malmö Stad Serviceförvaltningen
- Midroc
- Skandiafastigheter
- Skolfastigheter i Stockholm - SISAB
- Specialfastigheter
- Statens Fastighetsverk
- Swedavia
- Vasakronan
- Västfastigheter

Till gruppen är även knutna:

- Statens Energimyndighet
- Boverket
- Byggherrarna
- CIT Energy Management

Innehållsförteckning

Bakgrund	4
Genomförande	5
Resultat	5
Diskussion och rekommendationer	10
Allmänt om DCV	10
Zon- och systemnivå	10
<i>Kanaltryck</i>	10
<i>Kanalsystem</i>	11
Rumsnivå	11
<i>Tilluftsdon</i>	11
<i>Luftflödet styrs efter luftkvalitet</i>	11
<i>Luftflödet styrs efter rumstemperatur</i>	11
Litteratur	13
Bilaga 1 - Enkät	14
Bilaga 2 Fastigheter som ingick i enkätundersökningen	15

Bakgrund

Under 1990- talet blev en effektiv flödesreglering av fläktar möjlig genom att det kom fram billiga frekvensomriktare för varvtalsreglering av asynkronmotorer. I början av 2000-talet utvecklades, bland annat genom medverkan av och stöd från BELOK, nya tilluftsdon, som gjorde en fungerande DCV¹ teknik möjlig. De nya donlösningarna klarar inom ett brett flödesområde dels en låg inblåsningstemperatur, ned till +15°C, utan störande drag, dels fungerar de inom ett brett flödesområdet utan störande ljud. Det här har lett till att ventilationssystem i stället för vattenbaserade system, åter blivit en vanlig lösning i nya lokalbyggnader, men nu med behovsstyrt variabelt luftflöde. I rätt stor omfattning byggs också konstantflödessystem, CAV² system, i äldre befintliga lokalbyggnader om till behovsstyrd ventilation, som en energisparåtgärd.

I ett DCV-system, anpassas luftflödet i det enskilda rummet automatiskt till det aktuella behovet som finns på rumsnivå. Systemet klassificeras som en undergrupp av variabelflödessystem, VAV-system³. Här behandlas endast system med automatisk flödestyrning, dvs DCV-system. Ventilationsbehovet bestäms av krav som ställs på termiskt klimat och/eller luftkvalitet och luftflödena styrs efter en mätt indikator, t.ex temperatur, koldioxidhalt.

En förutsättning för ett väl fungerande DCV system är att det projekteras, installeras, injusteras och driftas på ett genomtänkt och korrekt sätt. Den bärande komponenten i ett DCV system är just tilluftsdonet, som är automatiskt och således borde benämnas DCV don. I alla praktiska sammanhang som i kataloger och i bygghandlingar, kallar man dem emellertid något oegentligt för VAV don. Eftersom detta är vedertaget kommer denna benämning att användas i det följande.

Över 60.000 VAV-don är idag i drift i nybyggda eller ombyggda anläggningar, bland annat inom flera av BELOK initierade Totalprojekt. I en del fall syns DCV-systemen inte ha fungerat helt tillfredsställande, men en helhetsbild har saknats. Efter en förstudie (1) beslutade BELOK:s styrelse⁴ om en övergripande uppföljning av de installerade DCV-system som finns i Sverige. En sådan, bestående av identifiering av byggnader med DCV-system, en enkätbaserad studie, intervjuer och en bearbetning av det insamlade materialet, genomfördes av Chalmers vid avdelningen för installationsteknik.

Utgångspunkten till föreliggande rapport är det som kom fram genom Installationstekniks enkäter och intervjuer och det rätt omfattande tillhörande bearbetningsarbetet. De inledande två delarna *Genomförande* och *Resultat* behandlar detta bakgrundsmaterial. I det därpå följande avsnittet *Diskussioner och rekommendationer* diskuteras DCV-system mer allmänt och ges en del rekommendationer, baserade på dels på Installationstekniks arbete, dels på erfarenheter från tidigare uppföljningar av DCV-anläggningar inom BELOKs Totalprojekt.

¹ DCV Demand Controlled Ventilation

² CAV Constant Air Volume flow

³ VAV Variable Air Volume flow.

Den övergripande benämningen för system med variabelt flöde är VAV Variable Air Volume flow. DCV är benämningen för system där flödet styrs automatiskt efter behovet.

⁴ Styrelsebeslut 140318

Genomförande

I början av projektet gjordes kartläggning av vilka DCV-system som har installerats i lokalbyggnader i Sverige. För att sammanställa aktuella anläggningar användes dels uppgifter från BELOK fastighetsföretagen, dels uppgifter från leverantören av VAV-don. Lindinvent AB och Swegon AB har bistått med uppgifter om byggnader där deras VAV tilluftsdon installerats. Inom tidsramen för projektet identifierades drygt 250 anläggningar hos olika fastighetsägare.

Därefter genomfördes en omfattande enkät och intervjuundersökning vid avdelningen för installationsteknik, Chalmers tekniska högskola. Enkätundersökningen syftade till att få en övergripande uppfattning om hur ett stort antal DCV-system används och fungerar i praktiken. Enkätundersökningen genomfördes under vår-sommar 2015. Enkäten kunde skickas till kontaktpersoner för drygt 100 anläggningarna. Valet bestämdes främst av att det fanns ansvariga, som ställde sig villiga att engagera sig i studien. Målet var också att täcka olika typer av lokalfastigheter i enkätundersökningen.

Undersökningen, analysen av enkätsvar, intervjuer samt bearbetning och sammanfattning av det som framkommit har utförts av:

Prof Jan-Olof Dalenbäck, Chalmers
Tekn dr Anders Trüschel, Chalmers
Civ ing Mona Norbäck, CIT Energy Management

Utgående från enkätstudien, analysen och enkätsammanfattningen har föreliggande rapport sammanställts av:

Prof Enno Abel, CIT Energy Management
Tekn dr Mari-Liis Maripuu, CIT Energy Management

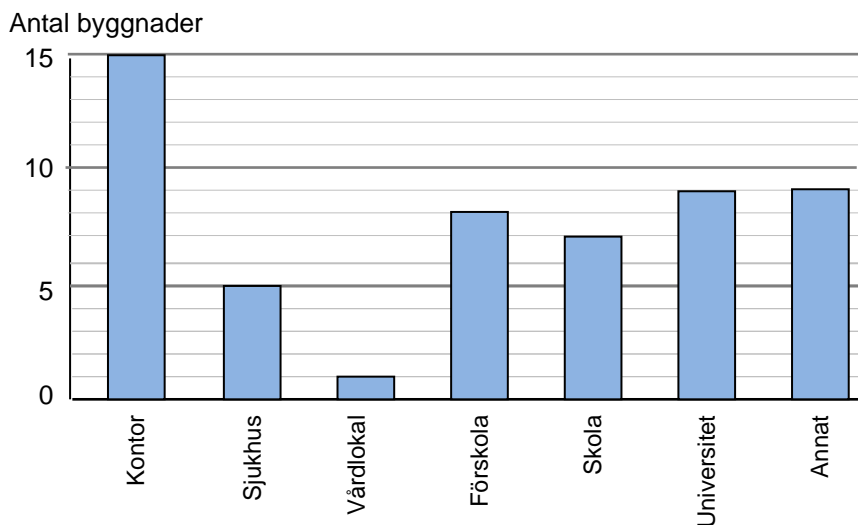
Rapporten behandlar, som redan nämnts, först enkät och intervjuundersökningen och det som framkommit ur dessa. Sedan diskuteras DCV-system mer allmänt och ges en del rekommendationer, som är avsedda dels för att komplettera projekteringsanvisningar från leverantörer (2), (3), (4), (5) och dels för att informera övriga aktörer, exempelvis projektörer, installatörer och driftpersonal. En del rekommendationer baseras också på erfarenheter från tidigare uppföljningar av DCV-anläggningar inom BELOKs program Totalmetodik.

Resultat

Det krävs vanligtvis en rätt stor arbetsinsats för att genomföra en enkätstudie. Enkäter som skickas ut tenderar att bli liggande hos mottagaren eller glömmas bland allt annat som kommer in. I praktiken krävs i de flesta fall flera påminnelser, oftast med telefonsamtal. Till detta kompletterande intervjuer.

Fastighetsägarna av de 100 anläggningarna kontaktades först för att få kontaktuppgifter till rätt person med kunskap om ventilationsanläggningen och dess funktion. Sedan skickades en webbaserad enkät ut via e-post. Enkätsvaren kom in för 54 anläggningar. Frågorna i enkäten är sammanställda i bilaga 1. Sammanställning av byggnader som ingick redovisas i bilaga 2.

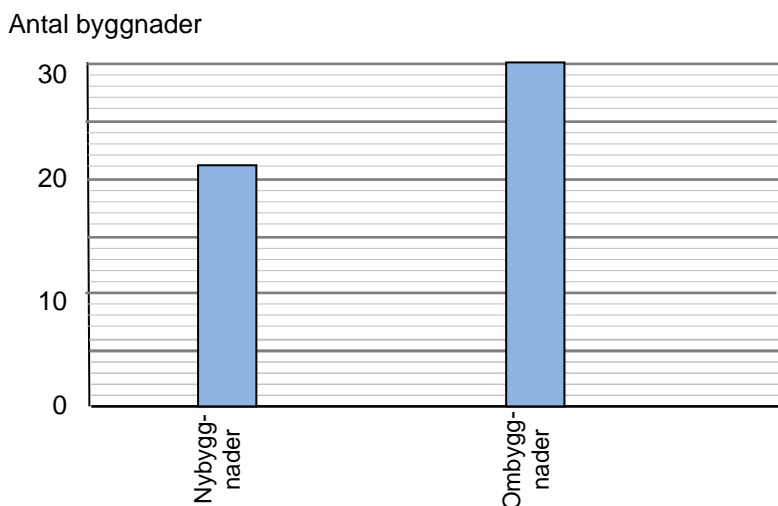
De anläggningarna omfattade främst kontors- och undervisningslokaler, samt en del övriga skolbyggnader. Figuren nedan visar fördelningen efter olika verksamhetslag av de byggnader som ingick i studien.



Figur 1. Fördelningen efter olika verksamhetslag av de byggnader som ingick i studien.

Byggnaderna i studien innehåller drygt 5.000 DCV-don. Som nämnts finns det över 60.000 sådana i drift. Studien täcker således 7-8% av samtlig installerade.

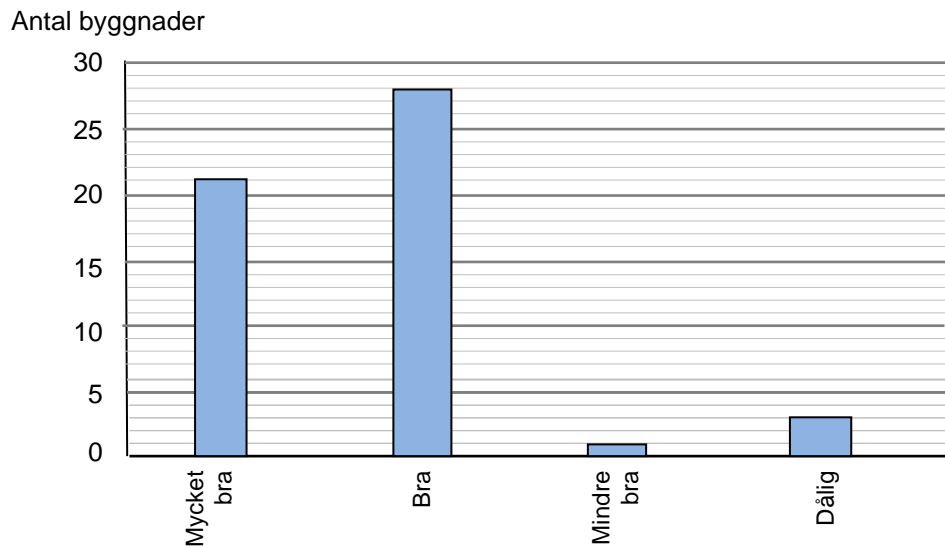
Figur 2 visar att mer än hälften av de studerade byggnaderna (30 anläggningar) är ombyggnader, dvs äldre CAV- system har byggts om till DCV-system.



Figur 2. Fördelningen efter olika verksamhetslag av de byggnader som ingick i studien.

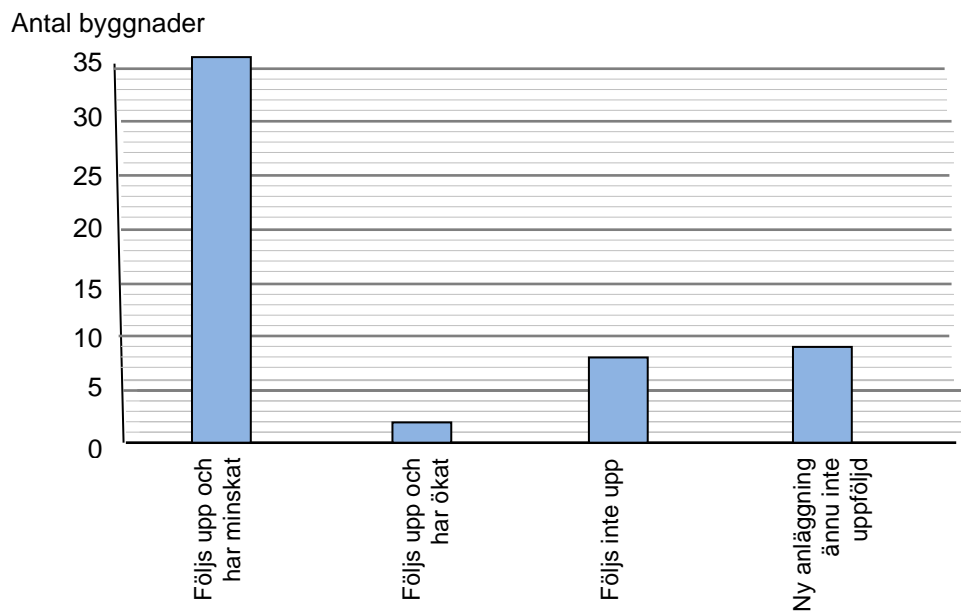
Figur 3 ger en bild av hur de i enkäten ingående DCV- systemens funktion som helhet uppfattats. Som synes anser 90% av de anläggningsägare som besvarat enkäten att systemen fungerar i stort sett bra eller mycket bra. Vissa problemen som har förekommit har uppfattats som kortvariga och har generellt inte påverkat den allmänna uppfattningen. Helhetsbilden måste således bedömas som i grunden klart positiv. Bara i fyra anläggningar upplevs ventilationsanläggningens funktion dåligt som helhet. Erfarenheter från de anläggningar som uppfattats dåliga eller mindre bra berörs närmare i det avslutande avsnittet. Dessa, och övriga kommentarer och erfarenheter som kommit

fram i enkäterna, ligger som bakgrund till de rekommendationer som slutavsnittet *Diskussioner och rekommendationer* utmynnar i.



Figur 3 DCV-systemens funktion som helhet i de byggnader som ingick i studien.

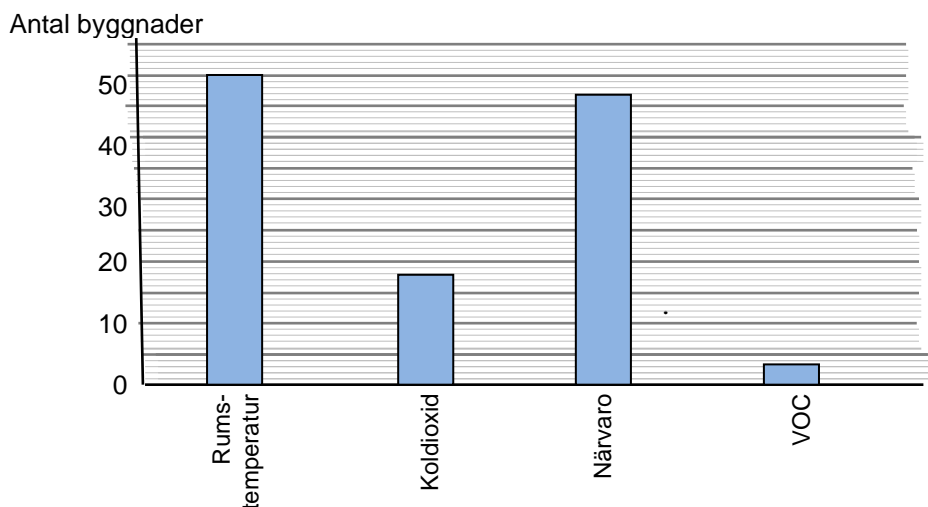
Ett av huvudskälen för val av DCV-system vid nybyggnad och vid ombyggnad från CAV till DCV, är minskat energibehov. Figur 4 ger en bild av hur DCV-systemen har påverkat energibehovet i de studerade byggnaderna. För nybyggnader är det energibehovet jämfört med hur det skulle varit med en annan lösning än DCV. För ombyggnader är det energi-behovet jämfört med energibehovet före ombyggnaden till DCV.



Figur 4. DCV-lösningens energiprestanda i de byggnader som ingick i studien

Således har man i nästan alla uppmätta fall fått en minskning av energibehovet. Fallen där man inte fått det berörs i slutavsnittet.

Behovsstyrd ventilation tillämpas för komfortkyla (t.ex. kontorslokaler) eller/och för att styra hygieniska luftflöden, dvs. hålla luftkvalité på acceptabel nivå (t.ex. klassrum, sammanträdesrum, föreläsningssalar). För att föra bort överskottsvärme styrs luftflödena efter rumstemperatur. Vid styrning av luftkvalitet kan signal från närvarogivare användas som indikator för att öka eller minska luftflöden efter bestämda nivåer. Alternativet är styrning efter mätning av gas(er) och här är den vanligaste givare tekniken mätning efter CO₂-halt. Det finns också givare på marknaden som mäter VOC⁵ gaser som kommer från verksamheten och översätter den uppmätta VOC-halten till koldioxidekvivalenter. I lokalfastigheter används oftast kombinerad styrning, t.ex. temperatur och närvaro, temperatur och CO₂, osv. Figur 5 visar olika typ styrparametrar som används för styrning av luftflödena på rumsnivå i de byggnader som ingick i studien.



Figur 5. Styrparametrar som används för styrning av luftflödena på rumsnivå i DCV-system i de byggnader som ingick i studien

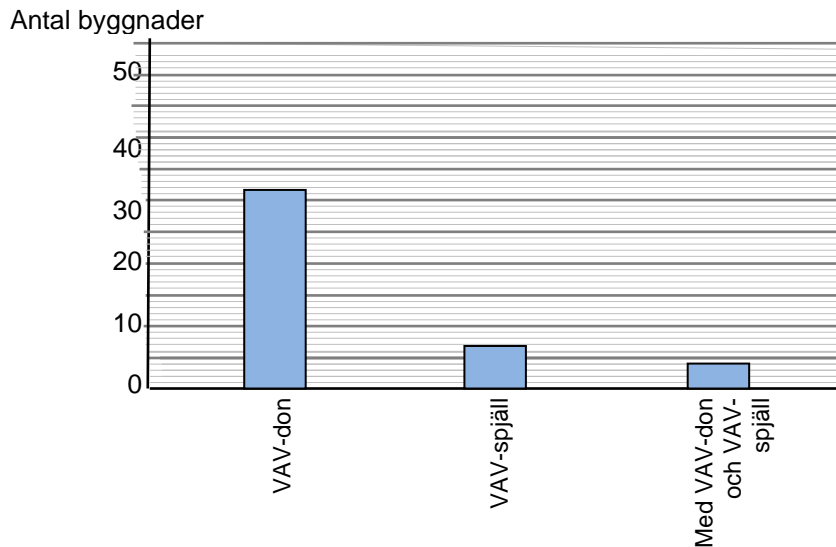
Som syns är nästan alla installerade DCV system, 50 av 55, i studiens anläggningar styrda efter temperatur. I en del av dem, och det gäller främst skolor, är temperaturstyrningen kombinerad med styrning efter luftkvalitet. Vidare ser man att det nästan alltid, i 47 av 54 anläggningar, även finns styrning efter närvaro. I praktiken är temperaturstyrning tillsammans med närvarostyrning närmast en standardlösning. Där luftkvaliteten bedöms som det primära, kan styrningen efter luftkvalitet prioriteras framför styrningen efter temperatur.

I de flesta utvärderade anläggningar styrs luftflödena på rumsnivå med aktiva tilluftsdon, DCV-don, men det finns också anläggningar där både DCV-don och VAV-spjäll är installerade för rumsreglering (se figur 6). Det finns produkter från flera olika fabriker. De flesta av undersökta byggnader har produkter från Lindinvent (80%), men det finns också produkter från Swegon (10%) och andra tillverkare (10%). Detta delvist på grund av tillgänglighet till anläggningar och kontaktpersoner i kombination med projektets relativt begränsade omfattning.

Enligt uppfattningen från DCV-systemkartläggningen är Lindinvent och Swegon hittills allmänt sett helt dominerande i DCV-system, åtminstone i Sverige. Lindinvent produkter förekommer oftare i kontorslokaler medan Swegon produkter har varit mer

⁵ Volatile Organic Compounds- gasformiga organiska föreningar.

vanliga i främst skolor. Båda tillverkar DCV-don som uppfyller kraven på fungerande don.



Figur 6. Styrning av luftflödena på rumsnivå i DCV-system i de byggnader som ingick i studien

De några problem som har lyfts fram vid analys av drift och underhåll handlar både problem med inneklimat och tekniska problem med systemkomponenter och utrustning (siffran i parentes visar antal svar):

1) *Tekniska problem med systemkomponenter och utrustning*

- problem med givare, t.ex. försmutsning av givare i frånluftkanal (5).
- tekniska problem med DCV-don (13). I de flesta fall har detta åtgärdats av, eller är under åtgärdande av, leverantören.
- tekniska problem med VAV-spjäll (3)
- problem med styr- och reglerutrustning (8)

2) *Problem med inneklimat*

- tidvis störande hög rumstemperatur (12).
- tidvis störande låg rumstemperatur (16)
- Ljudproblem (7)
- Dålig luftkvalitet (7)

En något udda erfarenhet:

- DCV-donen är normalt mycket tysta. Det har från hyresgäster kommit klagomål att ventilationen inte fungerar eftersom det inte hörs något.
- DCV-systemet anpassar kyleffekten efter behovet. Det betyder att radiatorer normalt sällan är på under arbetstid. Det har kommit klagomål på att radiatorer är kalla.

Diskussion och rekommendationer

Allmänt om DCV

Ett DCV-system med variabelt luftflöde avviker både tekniskt och funktionsmässigt från ett CAV-system. För att ett DCV system skall fungera väl måste hela systemet, från rumsnivå till systemnivå vara anpassat för variabelt flöde. Både projektörer och senare driftansvariga måste vara väl insatta i vad som krävs för att systemet skall ge de energifördelar och det inneklimat som är orsaken till att det väljs. Något om vad projektörer och driftansvariga måste ha med i bilden då de utformar eller har hand om DCV-system följer.

Det formuleras även en del krav som är viktiga. Till del härrör de från BELOK:s Energikrav, som är tillgängliga på www.BELOK.se. Vidare diskuteras några viktigaste rekommendationer på DCV-system utformning utifrån DCV-systemuppföljningen och från erfarenheter från tidigare uppföljningar av DCV-anläggningar inom BELOKs Totalmetodiken.

Zon- och systemnivå

Kanaltryck

I ett DCV-system bestäms luftflödet av DCV-donen. I och med att luftflödet varierar på rumsnivå kommer även tryckfallet i kanalsystemet att variera. Utanför rummet och hela vägen upp till ventilationsaggregatet bygger systemet därför på tryckstyrning.

Det vanligaste lösningen hittills har varit att hålla ett konstant statiskt tryck i systemet, direkt efter aggregatet eller på en lämplig plats i huvudkanalen. Fläkten kan varvtalsregleras så att trycket i kanalsystemet, oberoende av flödet, hålls konstant i den punkt där den styrande tryckgivaren är placerad. Trycket vid de olika tilluftsdonen kommer att variera med tryckfallet från där tryckgivaren är, fram till respektive don. Ju större luftflöde desto större tryckfall mellan tryckgivaren och det enskilda donet och därmed desto lägre tryck vid donet. På motsvarande sätt, ju lägre luftflöde desto högre tryck vid det enskilda donet. Då få rum är i användning och flödet litet, kan kanaltrycket vid donen bli nära fläkttrycket.

I nya anläggningar kan tryckvariationen minskas genom att tryckstyrande spjäll läggs kanalsystemets avgreningar. Vid ombyggnad kan det vara svårt att lägga in spjäll i ett befintligt kanalsystem, utan hela tryckvariationen på grund av flödesvariationen kommer att påverka donen. I praktiken kan man oftast ändå få en bra funktion förutsatt att donen klarar kanaltryck upp till ca 120 Pa.

Vid ombyggnad från CAV till DCV är det viktigt att DCV donen klarar kanaltryck upp mot 120 Pa.

I nyare anläggningar förekommer tryckoptimering i systemet där börvärdet för tryckstyrning anpassas fortlöpande efter VAV-enheternas eller zon-spjällens öppningsgrad. Detta kräver god kommunikation mellan olika systemkomponenter.

Kanalsystem

Speciellt då många rum inte används, blir luftflödet litet och tilluften riskerar att bli uppvärmd på väg till de olika rummen.

Tilluftskanaler i DCV system måste vara isolerade, $U < 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.
Temperaturhöjning till längst bort belägna tilluftsdon $< 1^\circ\text{C}$ vid lägsta luftflöde.

Rumsnivå

Tilluftsdon

Tilluftsdonet är en av de viktigaste komponenterna i ett DCV system. På rumsnivå måste tilluftsdonen arbeta utan risk för vare sig drag eller buller, dvs störande ljud över hela flödesområdet. De måste även klara det med den ovannämnda variationen i kanaltryck som fås i ett system med DCV don. Tilluftsdon måste minst uppfylla samtliga följande krav⁶, som gäller för hela flödesområdet:

Tilluftstemperatur vid vilken dragkriteriet nedan klaras	$< +16^\circ\text{C}$
Lufthastighet inom rummets vistelsezon	Rumstemperatur 20°C $< 0,15 \text{ m/s}$ Rumstemperatur 25°C $< 0,20 \text{ m/s}$
Flödesområde	15% - 100% av max flöde
Bullernivå	LpA $< 35 \text{ dB(A)}$ LpB $< 55 \text{ dB(B)}$
Kanaltryck - Det högsta tryck som råder vid lägsta luftflöde i kanalen	ca 120 Pa

Alla tilluftsdon i ett DCV system måste fungera utan risk för vare sig störande buller eller störande drag vid det högsta kanaltryck som kan uppträda.

Luftflödet styrs efter luftkvalitet

Vid styrning av luftkvalitet efter gas givare måste det säkerställas att givarens funktion inte försämras under drift. Speciellt i skolor har det förekommit problem där mycket föroreningar i frånluftskanaler har påverkat givarnas prestanda. Även givare med med inbyggd självkalibreringsteknik borde kontrolleras regelbundet.

Vid mätning av VOC gaser (gasformiga organiska föroreningar) är det viktigt att mäta skillnaden mellan till- och frånluft och styra flödena efter skillnaden, eftersom vissa VOC gaser, som givare är känsliga för, kan komma både från inom- och utomhus.

Luftflödet styrs efter rumstemperatur

Ett fungerande temperaturstyrt DCV-system förutsätter att en del grundläggande krav på ventilationssystemet och tilluftsdonen är uppfyllda. För att styrning efter rumstemperatur skall fungera måste tilluften ha en så stor undertemperatur att en flödesändring ger en påtaglig inverkan på temperaturen i rummet. Det innebär normalt att tilluftstemperaturen bör ligga på högst $+16^\circ\text{C}$, helst lägre.

⁶ Från BELOK:s kravspecifikationer energi www.BELOK.se/kravspecifikationer

I ett ventilationssystem i drift kommer tilluftstemperaturen i praktiken att bestämmas av de ur dragsynpunkt sämsta donen. Detta innebär att:

i ett temperaturstyrt DCV-system får det inte finnas något don som kan ge drag vid tilluftstemperaturen +16°C eller lägre

I en ny byggnad måste alla tilluftsdon i ett DCV-system klara en dragfri lufttillförsel vid samma låga tilluftstemperatur.

Vid ombyggnad i befintliga byggnader från CAV till DCV måste normalt alla tilluftsdon bytas. Det får inte finnas kvar något don, som riskerar ge drag med den tilluftstemperatur de nya donen är avsedda att arbeta vid. Det finns exempel på sådana ombyggnader, där till exempel ett antal äldre deplacerande don inte bytts ut. De ger störande drag om tilluftstemperaturen sjunker under ca +19°C. Där kommer den i praktiken att hamna. Tilluftens kylkapacitet blir då så liten att de flesta DCV don öppnar för fullt luftflöde och systemet kommer att fungera i stort som ett CAV system. Man får då inte ut mycket ur en sannolikt rätt kostsam ombyggnad. Dessutom kan luftens otillräckliga kylförmåga leda till att det under stora delar av året blir störande varmt i många rum.

Några exempel från verkliga fall:

- En högskolebyggnad med kontorsrum, seminarierum och föreläsningssal. Ventilationssystemet CAV byggdes om till temperaturstyrt DCV. I systemet fanns ett antal deplacerande don som behölls. För att inte dessa skall ge störande drag, måste tilluftstemperaturen hållas vid ca +19°C. Det innebär att det, trots att hela systemet arbetar med fullt flöde nästan jämt, ofta blir alltför varmt i rummen. Sänks tilluftstemperaturen fås störande drag i rummen med deplacerande don. Inneklimatet blir mindre bra och ombyggnaden för minskning av energibehovet blir förfelad.
- I en stor kontorsbyggnad installerades ett komplett i första hand temperaturstyrt DCV system. Det visade sig att, trots don-leverantörens garantier (inte Lindinvent eller Swegon), gav en del don drag om tilluftstemperaturen låg under ca +18°C. Tilluftstemperaturen måste därför läggas på denna höga nivå, temperaturhållningen blir dålig och energibesparingen ringa.
- I en kontorsbyggnad byggs ett plan om från CAV till DCV. Detta plan och övriga plan betjänas av ett gemensamt luftbehandlingsaggregat. De övriga planens tilluftsdon kräver en högre tilluftstemperatur än den som behövs för att det ombyggda planet skall fungera som tänkt. Ombyggnaden fungerar inte bra.

Litteratur

1. Mari-Liis Maripuu *Behovsstyrd ventilation – Förstudie. BELOK. CIT Energy Management AB, 2014*
2. *Projekteringsanvisning Klimatstyrning. Lindinvent, 2010*
3. *Projekteringsanvisning Ventilation, värme och kyla. Lindinvent, 2011*
4. *Systemteknik Behovsstyrd ventilation – WISE. Swegon, 2009*
5. *Teknikguide för inneklimat, Swegon. 2014*

Bilaga 1 - Enkät**Följande frågor ställdes:***Byggnadens energianvändning*

- Följs upp och har minskat
- Följs upp och har ökat
- Följs inte upp

Ventilationssystem

- Aktiva DCV don
- Aktiva don med kanalspjäll
- Annat ...

Ventilationssystemets(ens) energianv.

- Följs upp och har minskat
- Följs upp och har ökat
- Följs inte upp

Ventilationssystemet(en) betjänar

- Kontorsrum (för 1-2 personer)
- Mötesrum (för 6-20 personer)
- Klassrum (för 20<personer<40)
- Större lektionssalar (för >100 personer)
- Annat

Ventilationssystemet .

- Har ett ventilationsaggregat
- Har flera aggregat
- Är renodlad(e) DCV
- Innehåller delar medCAV
- Annat

Antal tilluftsdon

- 1-15 tilluftsdon per aggregat
- 16-40 tilluftsdon per aggregat
- 41-100 tilluftsdon per aggregat
- > 100 tilluftsdon per aggregat

.. Systemets(ens) luftflöde styrs av ..?

- Rumstemperatur
- Koldioxidhalt
- Närvaro
- Kombinationer

Systemets(ens) funktion är .. .

- Mycket bra
- Bra
- Mindre bra
- Dålig – främst klagomål från dem som vistas i rummen
- Dålig – främst problem för drift- och underhållspersonal

Om Mycket bra eller Bra, Fördelarna är

- Bra termisk komfort (rumstemperatur)
- Bra luftkvalitet
- Låg energianvändning
- Inga eller få klagomål
- Annat .. beskriv kort ?

Om Mindre bra eller Dålig -Poblemorsak..

- Överdimensionerat fläktaggregat
- Underdimensionerat fläktaggregat
- Obalans mellan till- och frånluft
- Bullerproblem
- Dåligt isolerade tilluftskanaler
- Försmutsning av luftflödesgivare
- För hög rumstemperatur
- För låg rumstemperatur
- För hög inblåsningstemperatur
- För låg inblåsningstemperatur
- För hög koldioxidhalt
- För lågt luftflöde
- För många som vistas i rum
- De i rummen påverkar givare
- De i rummen påverkar don
- De i rummen påverkar radiatorer
- Tekniska problem med givare
- Tekniska problem med don
- Tekniska problem med kanalspjäll
- Tekniska problem med fläktaggregat
- Komplicerad funktion
- Problem med styr- och regler
- Annat?

Bilaga 2 Fastigheter som ingick i enkätundersökningen

Företag	Fastighetsnamn	Golvarea	m ²	Nybyggnad eller ombyggnad	Lokalkategori
Akademisk Hus Öst	Prisma	14.519	LOA	Obyggnad	Universitet och högskola
Akademiska Hus	Nya Rättsmedicin	4.205	LOA	Nybyggnad	Kontor
Akademiska Hus	Nya Forsken	2.750	LOA		Annat
Akademiska Hus	Fysiologi				
Akademiska Hus	Academicum	1.765	LOA		Kontor
Akademiska Hus	Lund Sankt Laurentius 2	2.092	BOA	Nybyggnad	Annat
Akademiska Hus syd	M26:003 Agricum	1024	LOA	Obyggnad	Universitet och högskola
Akademiska Hus Syd	M26:017 Norra dubbelvillan	513	LOA	Obyggnad	Kontor
Akademiska Hus syd	M0026001 Slottet	3.314	LOA	Obyggnad	Universitet och högskola
Akademiska hus Väst	Ahuset	32.000	LOA	Nybyggnad	Universitet och högskola
Akademiskahus	Handelshögskolan	25.000	LOA	Obyggnad	Universitet och högskola
Akademiskahus Norr Umeå	SLU	23573	LOA	Obyggnad	Universitet och högskola
Akademiskahus Norr	Fysikhuset	1.600	BTA	Obyggnad	Universitet och högskola
Akademiskahus Norr Umeå	Universumanexet	1.600	BTA	Obyggnad	Kontor
Akademiskahus Norr Umeå	Naturvetarhuset	23.354	LOA	Obyggnad	Universitet och högskola
Akademiskahus Öst	Bilbergska	5.413	LOA	Nybyggnad	Universitet och högskola
Diös fastigheter AB	6308 Stranden 20:2	4.620		Obyggnad	Kontor
Fabege Ab	Farao 20		A _{temp}	Obyggnad	Kontor
Fastighetsförvaltningen. Helsingborg	Slottsvångens förskola	742	A _{temp}	Obyggnad	Förskola
Göteborg Energi	Gbg Backa 27:8 och 27:9	17.120	LOA	Obyggnad	Annat
Göteborg Energi AB	Gårda 13:2	21.557	A _{temp}	Nybyggnad	Kontor
Hemfosa Kristianstad	Byrådirektören 3	13.894		Obyggnad	Kontor
Hisab Joker AB	Stånghammaren 1	1.000		Nybyggnad	Kontor
Humlegården Fastigheter	Cirkusängen 6	45.407	BTA	Nybyggnad	Kontor
Humlegården Fastigheter	Stenhöga 1	15.828	LOA	Obyggnad	Annat
Humlegården Fastigheter	Ugnen 7	5.931	A _{temp}	Obyggnad	Kontor
Indus Sverige AB	Hästhovens förskola	150	BTA	Nybyggnad	Förskola
Indus Sverige AB	Drakbergsskolan	1.622	BTA	Obyggnad	Grund- och gymnasieskola
Kommunteknik	Klagshamn sporthall			Nybyggnad	Annat
Kungsbacka kommun	45:2	945	A _{temp}	Obyggnad	Förskola
Kävlinge Kommun	Kompassens förskola	1.546	A _{temp}	Nybyggnad	Förskola
Landstinget i Kalmar	Läkaren 9 Hus 11, Västervik	19.400	BTA	Obyggnad	Sjukhus
Landstinget i Kalmar	Läkaren 9 Hus 01, Västervik	2.800	BTA	Nybyggnad	Sjukhus

Företag	Fastighetsnamn	Golvarea	m ²		Lokalkategori
Landstinget i Kalmar län	Kungsljuset 3, Byggnad 19	30.000	A _{temp}	Ombyggnad	Sjukhus
Landstinget i Kalmar län	Kungsljuset 3, byggnad 15	11.200	A _{temp}	Nybyggnad	Sjukhus
Landstinget i Värmland	Skoghall VC	4.642	A _{temp}	Ombyggnad	Annan vårdlokal
Larsson	Skåneland 1	11.513	LOA	Nybyggnad	Sjukhus
Marks kommun	Sätillaskolan	7.000	BOA	Ombyggnad	Grund- och gymnasieskola
Mjölby kommun	Jerikodal 1	9.500	A _{temp}	Ombyggnad	Kontor
Motala kommun	Kommunhuset	5.562	BTA	Ombyggnad	Kontor
Norrporten	Götaland 5	8.100	A _{temp}	Nybyggnad	Kontor
Partillebo AB	Vallhamraskolan	12.326	LOA	Ombyggnad	Annat
Partillebo AB	Partillebo Ab	8.582	LOA	Ombyggnad	Kontor
Partillebo AB	Oxledsskolan	4.150	LOA	Ombyggnad	Annat
Sjöberg	Kuggen	5.000		Nybyggnad	Kontor
Skövde kommun	Kavelbro gymnasiumsärskola	1.900	A _{temp}	Nybyggnad	Grund- och gymnasieskola
Skövde kommun	Billingskolan	5.000	A _{temp}	Nybyggnad	Grund- och gymnasieskola
Skövde kommun	Sörbacka förskola	900	A _{temp}	Nybyggnad	Förskola
Skövde kommun	Timmersdala förskola	1.400	A _{temp}	Nybyggnad	Förskola
Skövde kommun	Trädgårdsstadens förskola	1.063	A _{temp}	Nybyggnad	Förskola
Skövde kommun	Västerhöjds-gymnasiet			Ombyggnad	Grund- och gymnasieskola
Skövde kommun	Eriksdalsskolan	5.000	A _{temp}	Ombyggnad	Grund- och gymnasieskola
Skövde kommun	Claesborgs förskola	1.100	A _{temp}	Nybyggnad	Förskola
Svenska hus Göteborg ab	Majorna 166:1	2.65	LOA	Ombyggnad	Grund- och gymnasieskola
Vasakronan	Pennfåktaren	14.000	A _{temp}	Helt ombyggt DCV som nybygge	Kontor och butiker