

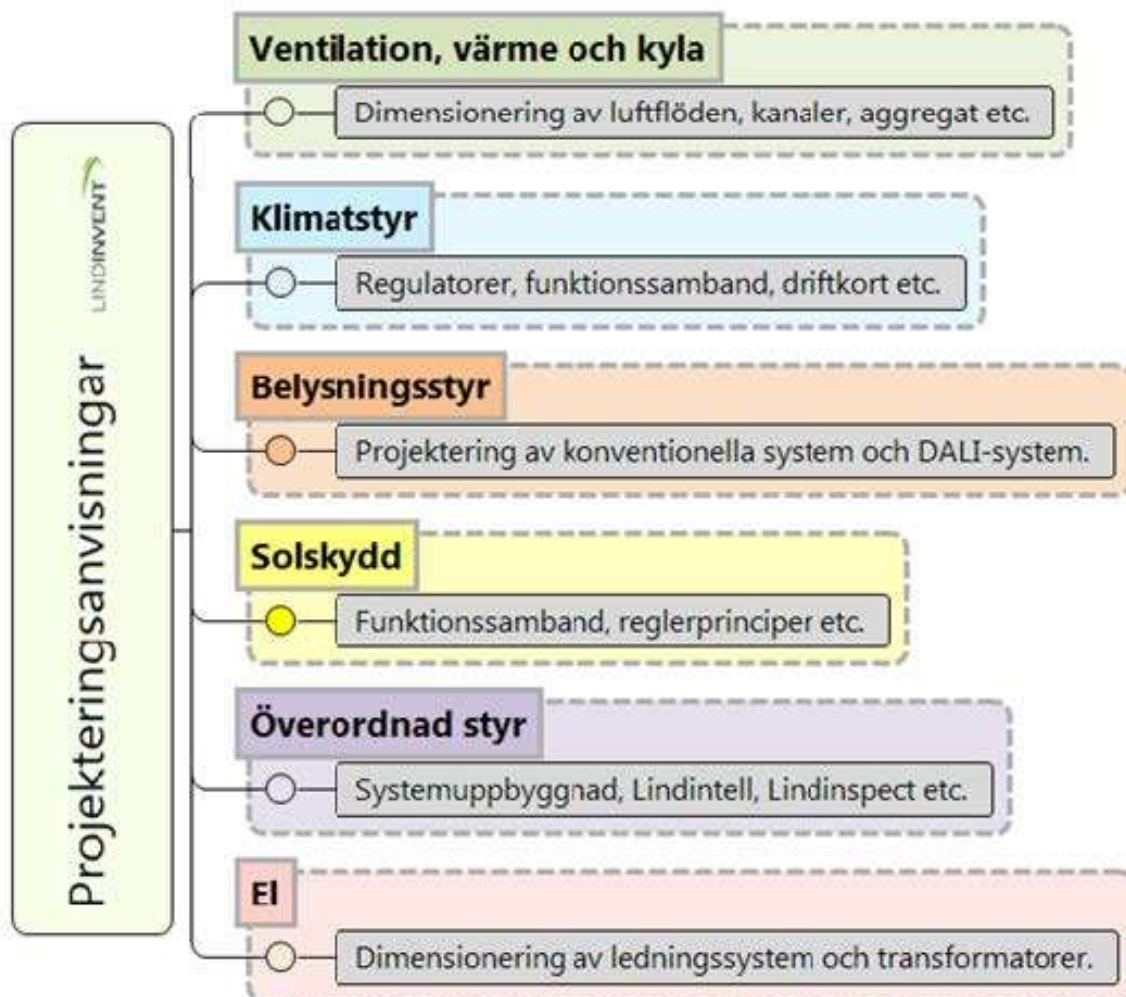
Ventilation, värme och kyla



1. INLEDNING	3
2. BEHOVSSTYRD VENTILATION - DCV.....	4
2.1 Vad är DCV?	4
2.2 Varför DCV?	4
2.3 Påvisat sedan länge: DCV-system minskar energianvändningen	5
2.4 DCV i praktiken	6
3. SYSTEMLÖSNINGAR MED LINDINVENT	7
4. VAV-PRODUKTER FRÅN LINDINVENT	7
4.1 Tilluftsdon.....	7
4.2 Spjäll och mätenheter	8
4.3 Kylbafflar.....	9
5. DIMENSIONERING AV LUFTFLÖDEN, DON OCH MÄTENHETER	10
5.1 Luftflöden	10
5.2 Donplacering och spridningsbild	11
5.3 Mätton och raksträckor	12
6. VENTILATIONSSYSTEM	14
6.1 Systemuppbyggnad och tryckfall.....	14
6.1.1 Flödesbalansering.....	16
6.1.2 Sammanlagring.....	17
6.1.3 Dimensionering i MagiCad	18
6.1.4 Ljud.....	19
6.1.5 Fläktar	19
6.1.6 Värme- och kylbatterier	20
6.2 Optimering.....	21
6.2.1 Tryckoptimering	21
6.2.2 Temperaturoptimering.....	21
7. RITNINGAR	23
8. INJUSTERING AV DCV-SYSTEM.....	24
Bilaga1: Aggregat utan tryckoptimering.....	25
Bilaga2: Aggregat med tryckoptimering.....	26
Bilaga3: Aggregat med tryckoptimering, Höga och låga systemtryck.....	27

1. INLEDNING

Att konstruera en väl fungerande anläggning med behovsstyrd ventilation, belysning och solskydd behöver inte vara svårt, men det krävs kunskaper som spänner över flera teknikområden. Lindinvent har tagit fram en serie projekteringsanvisningar som stöd vid konstruktion av system med företagets produkter.



Figur 1. Översikt Lindinvents projekteringsanvisningar.

2. BEHOVSSTYRD VENTILATION - DCV

2.1 Vad är DCV?

DCV är en förkortning från engelskans Demand Controlled Ventilation. Ett DCV-system arbetar med variabla luftflöden, VAV (Variable Air Volume). System kan innehålla lösningar både med variabla luftflöden och konstantflöden, CAV (Constant Air Volume).

Den vanligaste typen av DCV är att man varierar luftflödet i en lokal för att kyla bort värmelaster. I detta fall är tilluften kallare än rumsluften och när värmelasterna och temperaturen i rummet stiger så ökas luftflödet. Vanligt är även att man varierar luftflödet för att hålla rätt luftkvalitet och då kan luftflödet styras efter koldioxidhalten i rummet.

2.2 Varför DCV?

Kostnaden för att åstadkomma ett klimatreglerande DCV-system, där kylning kan ske centralt i ventilationsaggregatet, är ofta lägre än för alternativ där rörledningar för köldbärare eller köldmedier behöver installeras.

Eftersom kylning sker via tilluft i ett DCV-system behövs ingen mekanisk kyla under större delen av året. Väljer man att kyla tilluften via evaporativ kylning behövs inte ens någon kylmaskin. I anläggningar som inte används under sommaren kan man ofta helt undvika tillkommande kylsystem men ändå ha ett temperaturreglerande system under den period som lokalerna används.

För rum där takhöjden inte medger tillräckligt utrymme för kylning via tilluft kan system med VAV-baffel vara en lösning. Lindinvent har tagit fram en rumsregulator för klimatbaffelstyrning.

Kondens är ett problem som behöver hanteras i kylbaffelsystem eller fan coil system med torr kyla. Köldbärartemperaturen behöver höjas för att undvika kondensutfällning då luftens daggpunkt överstiger köldbärartemperaturen. Detta kan innebära att kylbafflar inte ger någon kyla då den som bäst behövs.

I vissa lokaler väljer man ibland att inte installera något värmesystem. Många nya byggnader är välisolerade och har verksamhet med höga interna värmelaster vilket gör att man alltid har ett kylbehov under dagtid. Natttid eller vid andra tillfällen kan man dock ha ett värmebehov. Ett DCV-system kan då nyttjas till att värma lokalerna med reglering på rumsnivå.

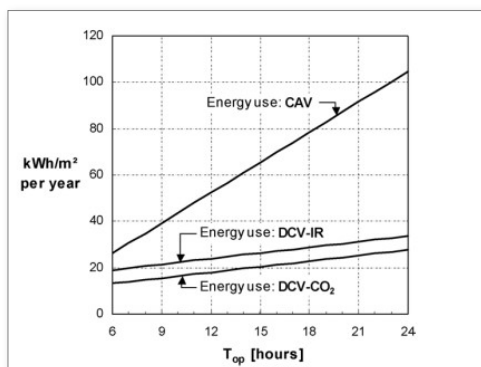
Den kanske största vinsten med att installera behovsstyrd ventilation, utöver förbättrad komfort, är de besparingar man kan göra på energisidan.

- Minskad energianvändning för fläktel
- Minskad energianvändning för uppvärmning av tilluft
- Minskad energianvändning för kylning av lokaler

Om man av hygienskäl eller av andra orsaker vill ha ventilationen i drift dygnet runt kan man göra det i en fastighet med behovsstyrd ventilation utan att energikostnaden rusar i höjden.

Genom att Lindinvent erbjuder samverkande system där smart solavskärmning och lösningar för närvarostyrd belysning kan ingå kan elbehov ytterligare minskas.

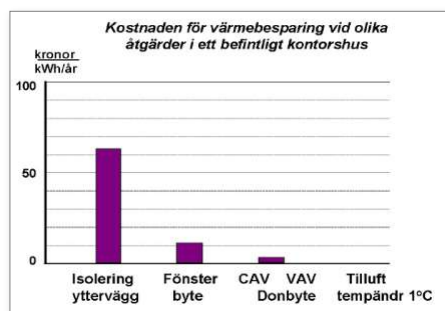
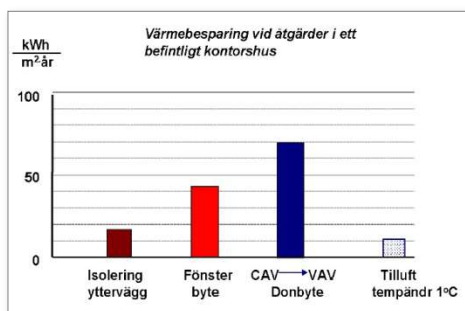
2.3 Påvisat sedan länge: DCV-system minskar energianvändningen



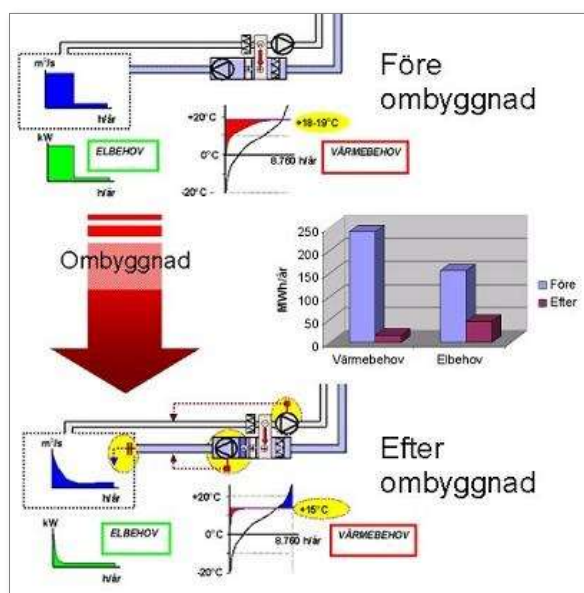
Mysen/Berntsen (2005),
energianvändning i norska skolor.

Kontor		
Belysningens drifttider anpassas		0,05 TWh/år
Glödlampor byts till lågenergilampor		0,05 TWh/år
Konventionella lysrör byts mot TS-rör		0,20 TWh/år
Ventilationens drifttider anpassas		0,19 TWh/år
Ventilationens flöden anpassas		0,11 TWh/år
Totalt		0,60 TWh/år
Skolor		
Belysningens drifttider anpassas		0,06 TWh/år
Glödlampor byts till lågenergilampor		0,36 TWh/år
Konventionella lysrör byts mot TS-rör		0,12-0,33 TWh/år
Ventilationens drifttider anpassas		0,27 TWh/år
Ventilationens flöden anpassas		0,10 TWh/år
Totalt		0,99 – 1,1 TWh/år

Energimyndigheten STIL2 (2005-2006),
besparingspotential för el i lokaler
i Sverige.



"Byggnaden som system", Enno Abel, Arne Elmroth 2008.



ED-huset på Chalmers i Göteborg, ägt av Akademiska Hus.

2.4 DCV i praktiken

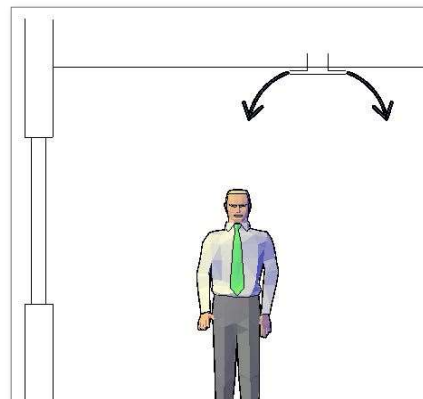
För att man skall få en DCV-anläggning att fungera i praktiken ställs ett antal krav på de system och produkter som skall installeras. Kanalsystem, fläktar och utrustning i övrigt bör vara dimensionerade på ett korrekt sätt. Systemlösningar måste annars ta höjd för kända begränsningar vad gäller utrustningar i byggnaden.

Krav på komponenter:

- Tilluftsdon skall klara att tillföra undertempererad luft vid olika luftflöden utan att orsaka drag/kallras.
- Flödesregleringen skall klara variationer i kanaltryck
- Tilluftsdon skall ha låg ljudnivå över ett stort arbetsområde med varierande tryck och luftflöden.
- Spjäll och mätanordningar skall ha hög noggrannhet vid både höga och låga luftflöden för att kunna göra anläggningen energieffektiv.
- Styrsystemet skall vara tillgängligt för övervakning och uppdatering.
- Styrsystemet ska kunna mäta, reglera och logga parametrar som flöde, tryck, temperatur och närvaro.
- Olika driftfall skall enkelt kunna aktiveras.

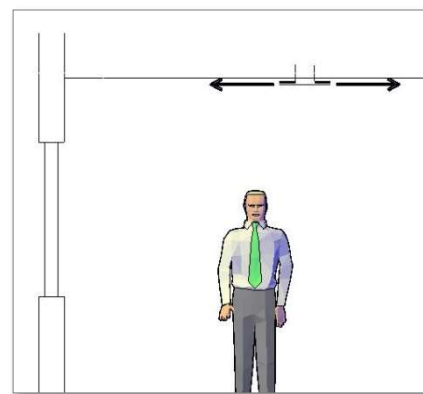
Vid konstruktion och dimensionering av kanalsystem ska följande beaktas:

- Hänsyn ska tas till sammanlagring av luftflöden för att inte överdimensionera fläktar, värmebatterier och kylmaskiner.
- Kanalsystem analyseras både vid max- och minflöden för att undvika höga trycknivåer långt ut i systemen.
- Fläktar ska vara tryckstyrda och de ska kunna arbeta över ett stort flödesområde.
- Reglering av värmebatterier beaktas vid låga flöden.
- Förändring av tilluftstemperatur från aggregat till don samt behov av kanalisolering beräknas.



Luftspridning från ett CAV-don med under tempererad luft där flödet < 50% av dimensionerande flöde:

→ Nedslag och drag från kall luft.



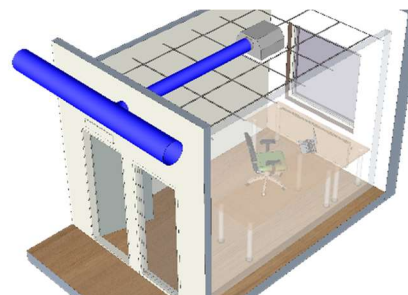
Luftspridning från ett aktivt don som arbetar med under-tempererad tilluft:

→ Dragfritt oberoende av luftflöde.

3. SYSTEMLÖSNINGAR MED LINDINVENT

När man konstruerar och dimensionerar ett VAV-system ska man utgå från de förutsättningar och krav som gäller för det aktuella objektet. Utöver vilka luftflöden som krävs (se kapitel 4) är det ett antal parametrar och funktioner som ska fastställas, bland annat:

- Ska det vara frånluft i rummet?
- Ska radiatorer styras?
- Ska fläktluftkylare styras?
- Ska belysningsstyrning installeras?
- Vilka krav ställs det på flexibilitet?
- Takhöjd, undertak?
- Kommunikation med andra system?



Det är viktigt att tillsammans med beställaren fastställa vilka krav man skall projektera efter.

På Lindinvents hemsida www.lindinvent.se/losningar/ finns exempel på hur olika typer av rum och system som kan lösas med Lindinvents produkter.

4. VAV-PRODUKTER FRÅN LINDINVENT

4.1 Tilluftsdon

Lindinvents tilluftsdon är avsedda för omblandande ventilation och är konstruerade för att installeras i system med variabla flöden. Omblandande ventilation innebär att man ventilerar ett rum genom att kontinuerligt "späda" rumsluften med ny tilluft. Det finns andra ventilationsprinciper som t ex undan-trängande (deplacerande) ventilation. Undanträngande ventilation är lämplig i sammanhang där man kan skapa stora temperaturgradienter som i höga lokaler med stora värmelaster eller där man behöver skapa rena zoner som i operationssalar. Omblandande ventilation lämpar sig för lokaler som kontor, konferensrum, skolsalar. Taktilluftsdon ger en flexibel lösning både vad avser möbleringsalternativ i lokalen och i samband med ombyggnation.



Även om något projekt skulle välja bort lösningar med omblandande ventilation kan Lindinvents spjällstyrningar och regulatorer nyttjas för flödesreglering.

Dokumentation med tekniska data finns på www.lindinvent.se/produkter/tilluftsdon/.

Tilluftsdon från Lindinvent är samtliga konstruerade för att kunna tillföra dragfri undertempererad luft även vid mycket låga luftflöden. Donens utloppsöppning anpassas efter luftflödet. Konstruktionen medför att en hög lufthastighet kan bibehålls från spridardelen över hela flödesintervallet. Kallras undviks och en god omblandning uppnås även vid låga luftflöden.

En annan fördel med Lindinvents tilluftsdon är den låga ljudnivån. Även vid mycket höga tryckfall över donen är ljudnivåerna låga. Denna egenskap gör att kanalsystem i många fall kan konstrueras utan tryckhållningsspjäll. Vid ombyggnad eller konvertering av befintliga ventilationssystem kan tilluftsdon behöva klara höga kanaltryck utan att ljudnivåer blir begränsande.

Lindinvents serie av aktiva don är utrustade med elektronik, motorstyrning och givare för att på egen hand kunna distribuera ett tilluftsflöde och därmed kunna optimera ett rumsklimat. I donet mäts tillufts- och rumstemperatur, kanaltryck och luftflöde. Närvaro i rummet registreras via en inbyggd närvarogivare som kan användas för att styra både luftflöde och belysning i rummet.

Som alternativ till Lindinvents aktiva don, som är utrustade med egen styrelektronik, finns en serie reaktiva don. Dessa saknar alla former av inbyggd elektronik men arbetar trots detta med variabel spaltöppning. Donen är självverkande (reaktiva) och öppningsgraden bestäms av luftflödet. Självverkande don har sin

tillämpning i större lokaler med mindre krav på flexibilitet (samlingsrum, skolsalar, matsalar etc).

Denna lösning innebär att luftflödet styrs via en gemensam tilluftskanal som utrustas med en kanalmonterad rumsklimatstyrning.

Lindinvent marknadsför både tak- och väggmonterade tilluftsdon. Ett väggmonterat bakkantsdon ger inte samma möjlighet till inblandning av undertempererad luft som ett takmonterat don. Bakkantsinblåsning rekommenderas för cellkontor med begränsande takhöjd och där det räcker med ett don.

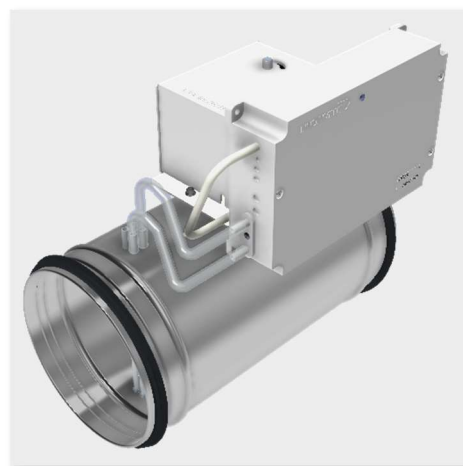
Grundprincipen för styrning av flödesnivåer, oavsett typ av don, är att ett tomt rum ventileras med ett lågt grundflöde. Vid närvaro ökas flödet upp till inställt närvaroflöde. Luftflödet regleras i sekvens med radiatorer vid behov av värme för att hålla börvärdet för rumstemperatur.

4.2 Spjäll och mätenheter

För att få en fungerande DCV-anläggning krävs det att man kan mäta och reglera tryck och luftflöden på ett korrekt sätt.

Det som kännetecknar Lindinvents VAV-produkter är reglerhastigheten hos spjällställdonet och möjligheten att reglera även vid mycket låga luftflöden. Att system kan arbeta även vid låga luftflöden är en förutsättning för att erhålla en energieffektiv anläggning.

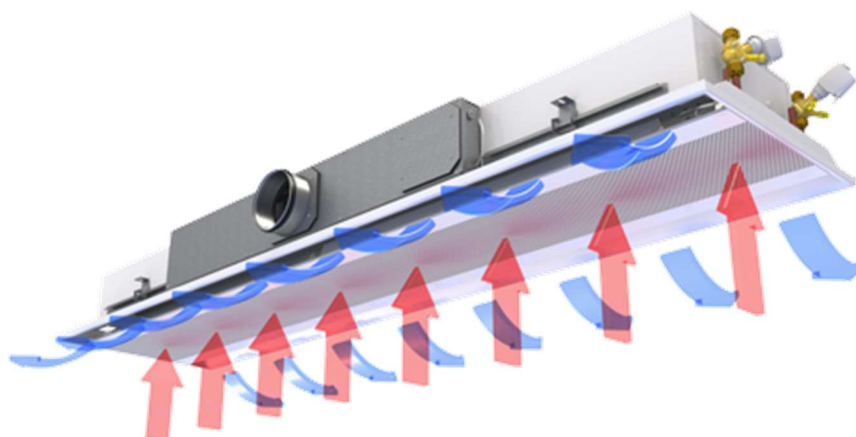
Lindinvent använder en typ av flödesgivare som är mycket okänslig för nedsmutsning. Detta är framför allt viktigt i frånluftssystemet för att undvika obalans i luftflöden.



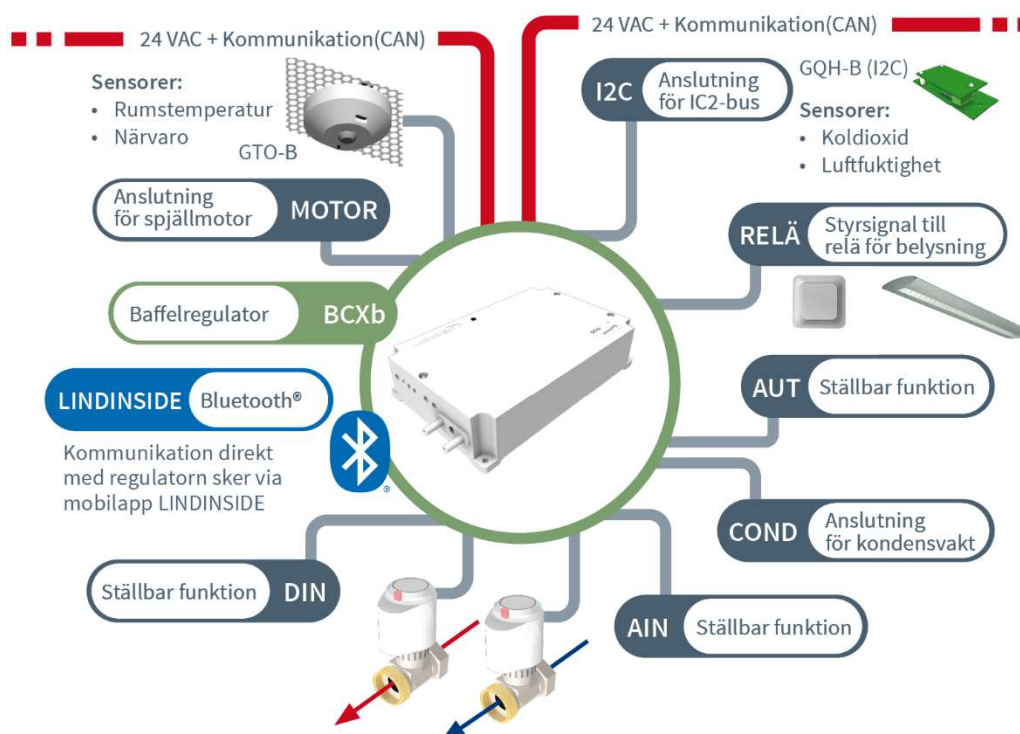
Mer information finns att läsa på <http://www.lindinvent.se/produkter/smarta-spjall/>.

4.3 Kylbafflar

Fördelarna med behovsstyrd ventilation har även lett till att det har utvecklats kylbafflar som är avsedda för variabla luftflöden. Bafflarna är konstruerade så att de anpassar utloppsöppningar eller dysinställningar efter luftflödet via en spjällmotor. Med denna teknik kan man reglera luftflödet inom ett betydligt större intervall än för konventionella CAV-bafflar. Luftflödet kan anpassas för lägsta driftkostnad med hänsyn till närvaro och luftkvalitet (koldioxidhalt) för att minska energianvändningen. Luftflödesintervallet är dock inte lika stort som för Lindinventens aktiva tilluftsdon men värmelasterna kyls i första hand via ett köldbärarsystem.



Lindinvent tillverkar inte egna kylbafflar men har tagit fram en regulator som är avsedd för VAV-bafflar men som också utformats för att kunna göra traditionella kylbafflar mera klimatsmarta, se produkten DCV-B. Regulatorn BCXb kan monteras på och reglera de flesta typer av VAV-bafflar av olika fabrikat.



5. DIMENSIONERING AV LUFTFLÖDEN, DON OCH MÄTENHETER

5.1 Luftflöden

Vid dimensionering av luftflöden ska åtminstone myndigheters krav på ventilationsbehov uppfyllas. Dessa krav är i första hand fastställda och publicerade av Boverket, Arbetsmiljöverket och Folkhälsomyndigheten. Vid speciella situationer kan även andra krav komma i fråga. För lokaler som kontor, klassrum och samlingssalar kan dessa krav enklast sammanfattas med att luftflödet minst skall vara 7 l/(s, person) med ett påslag av 0,35 l/(s*m²). Alternativt kan man använda regeln att koldioxidhalten (CO₂) orsakad av människor inte skall överstiga 1000 ppm.

VVS Tekniska Föreningen har publicerat riktlinjer för olika inneklimateklasser vad avser temperatur och luftkvalitet. Lägsta klass är den som motsvarar myndigheternas krav. Klimatklasserna är ett bra hjälpmedel att använda sig av då man skall fastställa vilka krav som skall ställas på inneklimate.

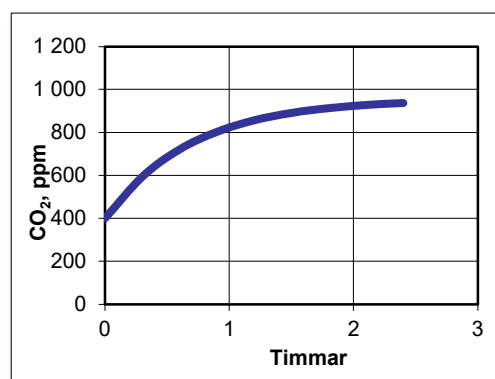
En vuxen människa som utför kontorsarbete avger ca 17 till 20 l CO₂ per timme. För att koldioxidhalten inte skall överstiga 1000 ppm krävs ett luftflöde på 8 till 9 l/(s, person). Om aktivitetsnivån i lokalen är högre än för kontorsarbete krävs högre luftflöden.

Lindinvent rekommenderar att närvaroflödet för kontor avsedda för en person sätts till 10 l/s. I större samlingssalar och konferensrum rekommenderas att man mäter och reglerar efter koldioxidhalten.

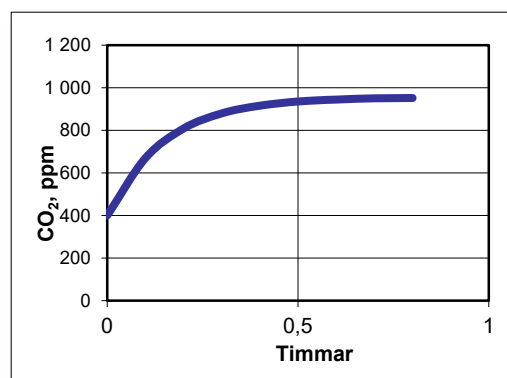
I ett VAV-system är det dock sällan som koldioxidavgivningen blir dimensionerande för det maximala luftflödet på rumsnivå. Det är i stället kylbehovet orsakat av värmelaster som blir dimensionerande. För en kontorsarbetsplats kan de typiska värmelasterna se ut som nedan.

- | | |
|---------------|-------|
| • Personvärme | 100 W |
| • Dator | 100 W |
| • Belysning | 100 W |

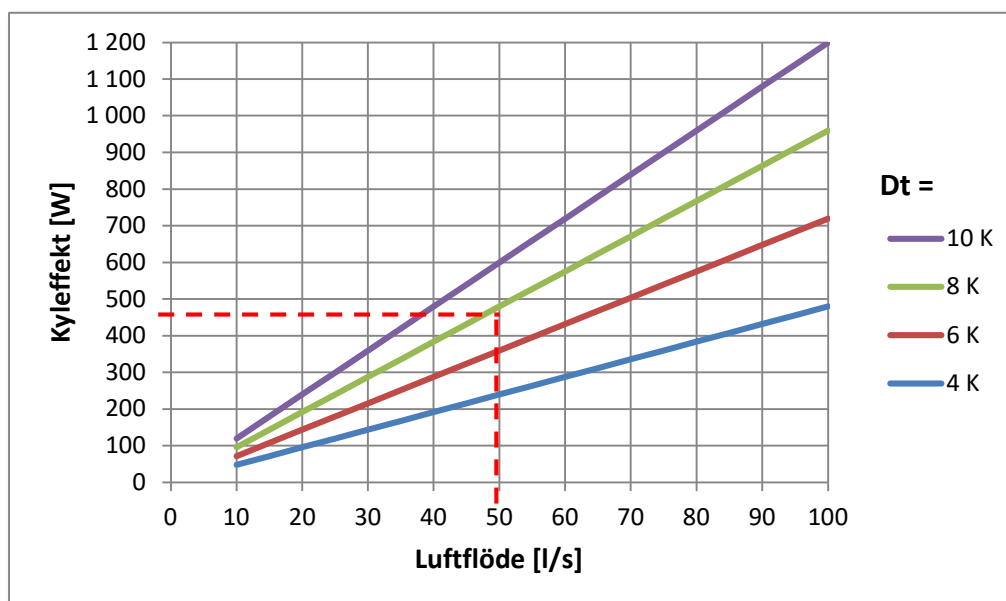
Till ovanstående värmelaster skall även läggas till värmeeffekt från solinstrålning genom fönster. Det kan förefalla simpelt att helt enkelt summera värmelasterna och därefter räkna ut luftflödet. Denna metod skulle dock medföra att det beräknade luftflödet oftast blir högre än vad som krävs i praktiken. Orsaken till detta är att man även måste ta hänsyn till dynamiska effekter. Detta gäller solinstrålningens bidrag till kylbehovet. Solinstrålningen varierar med tid på dygnet, väderstreck och typ av solavskärmning. Den solinstrålning som passerar ett fönster måste först värma upp en fast kropp innan den genom konvektion kan värma rumsluften. Värme från personer, belysning och datorer varierar också över tiden. För att göra korrekta beräkningar av kylbehovet behöver man använda datormodeller som tar hänsyn till alla faktorerna. Dock, av erfarenhet och gjorda beräkningar, räcker ofta ett luftflöde på 40 – 50 l/s för de flesta kontorsarbetsplatser om det inte är stora fönster som saknar solavskärmning.



Koldioxidhalt i enpersons kontor med luftflöde 10 l/s. CO₂-avgivning 20 l/h, omblandande ventilation.



Koldioxidhalt i ett gym med 10 personer, luftflöde 300 l/s. CO₂-avgivning 60 l/h och person, omblandande ventilation.



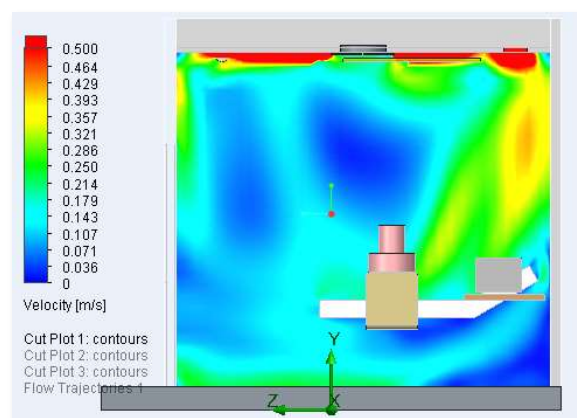
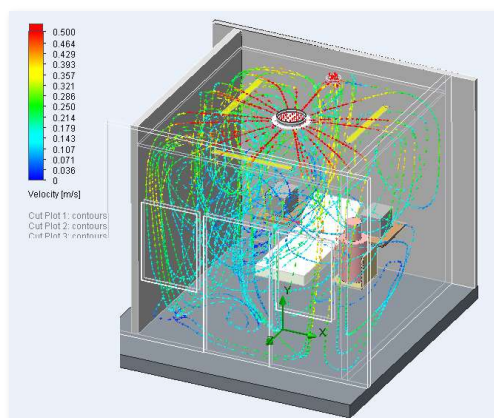
Luftens kylseffekt vid olika temperaturdifferenser mellan till- och frånluft. Om frånluftstemperaturen är 24°C, tilluftstemperaturen 16°C och luftflödet 50 l/s så är luftens kylseffekt 480 W.

5.2 Donplacering och spridningsbild

Lindinvents takmonterade tilluftsdon har radiell spridningsbild och lufthastigheten är symmetrisk ut från donet i alla riktningar. Lindinvent redovisar inte kastlängder för donen eftersom det blir komplicerat att göra manuella beräkningar för specifika driftfall. Den standardiserade metoden för att redovisa kastlängder gäller för isothermisk inblåsning av luft. I VAV-system har man oftast undertempererad tilluft vilket gör att man får korrigera kastlängder och utbredning och dessutom har man varierande luftflöden.

Använd nedanstående tumregler som vägledning vid utplacering av tilluftsdonen.

För speciella situationer, där det finns hinder i vägen eller andra omständigheter, kan Lindinvent utföra CFD-beräkningar (Computational Fluid Dynamics) vilket ger mer specifik information eftersom man då även tar hänsyn till placering av värmelaster etc.



Tumregler:

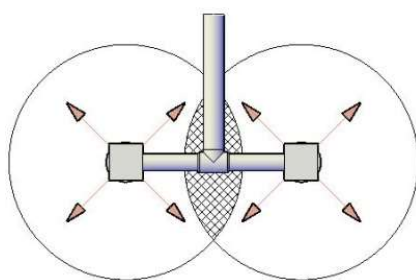
Maxflöde/don	c/c-avstånd mellan don (Se kommentar om kortare avstånd)	Avstånd till vägg
≈ 50 l/s	2 till 2,4 m	1 till 1,2 m
≈ 100 l/s	3 till 3,6 m	1,5 till 1,8 m

Maxflöde per m²: 8 l/(s*m²)

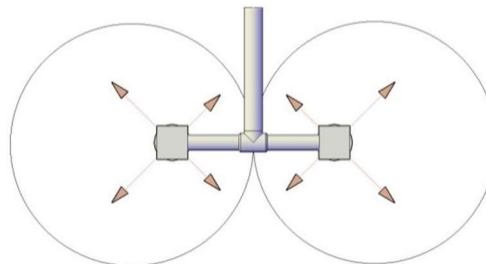
Maxeffekt per m²: Ca 75 W/m² (Vid $Dt = 8\text{ K}$ mellan till- och frånluft)

Vid kortare cc-avstånd: I sammanhanget bör nämnas att Lindinvent har stor erfarenhet av anläggningar där don har monterats med kortare avstånd än ovanstående utan att det uppstått dragproblem. Förklaringen till detta är att drag endast uppträda vid höga luftflöden då man har hög värmebelastning i rummet. Vid kylbehov är människan inte lika känslig för drag, enligt BBR tillåts 0,15 m/s vid värmebehov respektive 0,25 m/s vid kylbehov.

Om det efter montage av donen visar sig att dragproblem uppstår, som följd av krockande flöden, kan man göra en så kallad "tiltning" av donen i efterhand. Praktiskt genomförs detta på olika sätt beroende på don. Resultatet är ett reducerat luftflöde i vald riktning.



"Oiltade" don



"Tiltade" don

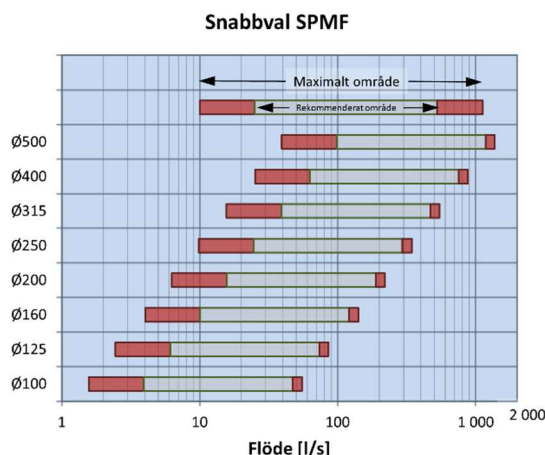
5.3 Mätidon och raksträckor

Lindinvent's aktiva tilluftsdon kräver ingen raksträcka framför donlådan utan kan till exempel placeras direkt efter en 90°-böj.

Vid dimensionering av mätidon placerade i kanal är det två saker som begränsar valet:

- Hastighetsintervall (flödesområde).
- Raksträcka framför mätidon.

Det maximala hastighetsintervallet för flödesmätning med Lindinvents mätdon är 0,2 – 7 m/s och det rekommenderade är 0,5 – 6 m/s. För cirkulära kanaler innebär detta att flödesområdena blir enligt nedanstående diagram:



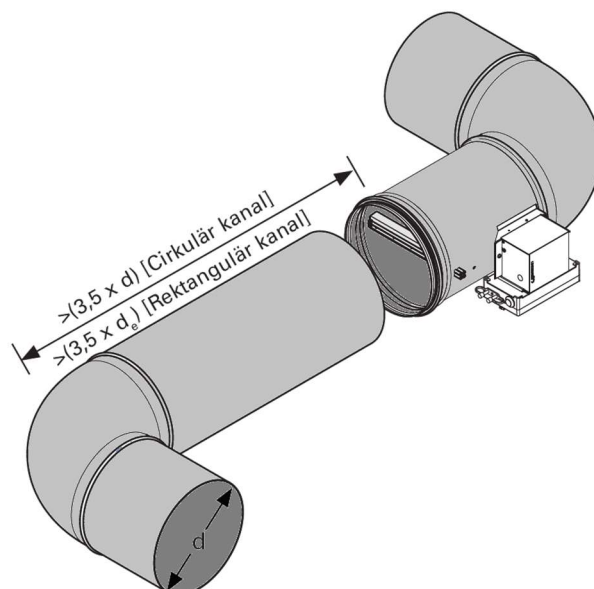
Mätnoggrannheten tillsammans med Lindinvents flödesgivare anges som $\pm 5\%$ eller minst $\pm x$ l/s där x = kanalarean i dm^2 .

Exempel med kanal Ø250, kanalarea = $2,5^2 \times \pi / 4 \approx 5 \text{ dm}^2$

- Noggrannhet vid 200 l/s = ± 10 l/s (5 %)
- Noggrannhet vid 50 l/s = ± 5 l/s (5 dm^2)

Flödesmätdonet ska placeras så att det i flödesriktningen framför mätflänsen finns en raksträcka motsvarande $3,5 \times$ aktuell kanaldiameter. För rektangulära kanaler används den ekvivalenta diametern (d_e) som beräknas enligt; $d_e \approx 1,15 \times \sqrt{A}$ (där $A = B \times H$).

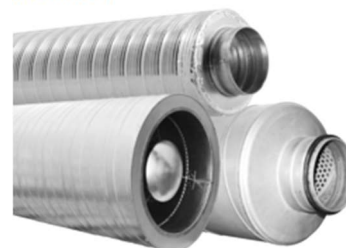
- Exempel med kanal Ø250, erforderlig raksträcka = $3,5 \times 0,25 \approx 0,9$ m.
- Exempel med kanal 800 x 500,
 $d_e \approx 1,15 \times \sqrt{0,8 \times 0,5} = 0,73$, erforderlig raksträcka = $3,5 \times 0,73 \approx 2,5$ m.



Ljuddämpare

Cirkulära ljuddämpare med samma tvärsnittsarea som anslutande kanal kan räknas som raksträcka och kräver inget extra avstånd efter dämparen. För andra typer av ljuddämpare enligt nedan krävs en raksträcka minst motsvarande $2 \times$ diametern efter dämparen fram till flödesmätdonet.

- Cirkulära ljuddämpare med centrumkropp eller mittbaffel.
- Cirkulära ljuddämpare med avvikande innerarea, exempelvis rektangulära dämpare med cirkulär anslutning eller cirkulära dämpare med mindre innerdiameter.
- Rektangulära ljuddämpare med bafflar.



6. VENTILATIONSSYSTEM

Dimensionering och konstruktion av ett VAV-system skiljer sig i flera avseenden från hur man normalt dimensionerar ett CAV-system. Ett antal punkter är viktiga att ha i åtanke för att undvika misstag.

- Aggregat och fläktar kan bli överdimensionerade om man ej tar hänsyn till sammanlagring av luftflöden.
- Höga tryck kan uppstå över don vid grund- och minflöden med ljud som följd.
- Låga tryck och flöden över fläktar kan ge ogynnsamma driftfall.
- För låga hastigheter över mätflänsar kan orsaka osäkra mätvärden och obalans.
- Fasta frånluftsflöden från WC, städ o dyl kan överstiga summan av minflöden över tilluftsdonen inom en zon.
- Problem att stabilt reglera värme- och kylbatterier vid låga luftflöden.
- Låga tilluftstemperaturer kan kyla ut tomma lokaler vid för höga grundflöden eller vid underdimensionerat radiatorsystem.
- Saknad värmeisolering på tilluftskanaler kan ge för höga tilluftstemperaturer.
- Maximalt kyleffektbehov för kylmaskiner kan bli hög om man inte tar hänsyn till sammanlagring eller inte tillåter att tilluftstemperaturen stiger vid höga utomhustemperaturer.

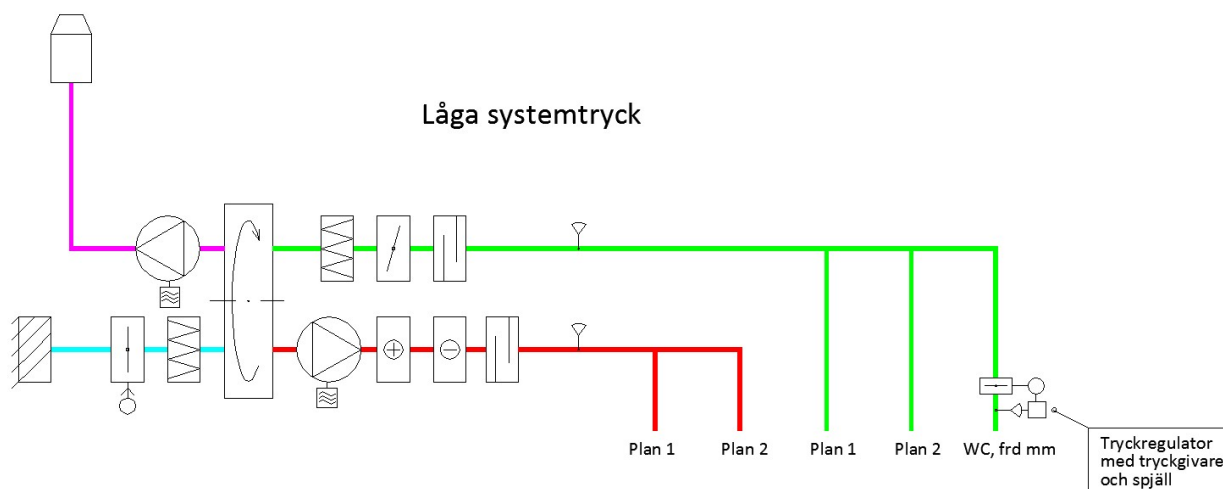
Om man redan i projekteringsskedet tar hänsyn till ovanstående faktorer finns alla förutsättningar för att man skall få en väl fungerande anläggning.

6.1 Systemuppbyggnad och tryckfall

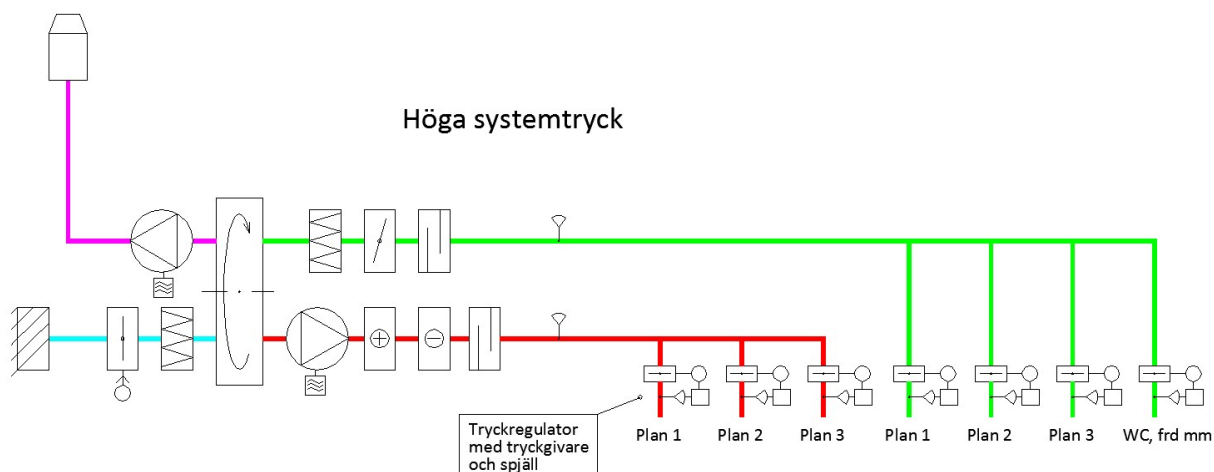
Ett av de beslut man måste ta är om det behövs stamspjäll för tryckreglering eller inte. Skall till- och frånlufts-fläkten reglera på konstant kanaltryck eller skall trycket variera med belastningen (optimeras)? Om trycket skall optimeras måste de delar av systemet som har konstanta luftflöden förses med tryckhållningsspjäll (konstantflödesspjäll).

Två faktorer avgör som regel behovet av stamspjäll. Den ena faktorn är trycknivån som krävs i systemet och den andra är systemets storlek. Höga tryck medför höga ljudnivåer vilket kan avhjälpas med stamspjäll. Ett stort system som försörjer flera våningar blir stabilare samt lättare att injustera och kontrollera om det sektioneras med stamspjäll. Olika delar av systemet kan då tas i drift oberoende av varandra.

Om man har låga systemtryck efter aggregatet behövs det inga tryckhållningsspjäll. Detta är ofta fallet för mindre anläggningar vilket gör att installationskostnaden blir reducerad.



I större anläggningar blir det ofta höga kanaltryck och därför kan det komma att krävas stamspjäll i tillufts-kanalerna för att hålla ner ljudnivåerna. I frånluftskanaler med variabla flöden är det sällan nödvändigt med stamspjäll med avseende på ljud men det kan vara lämpligt för att sektionera systemet.



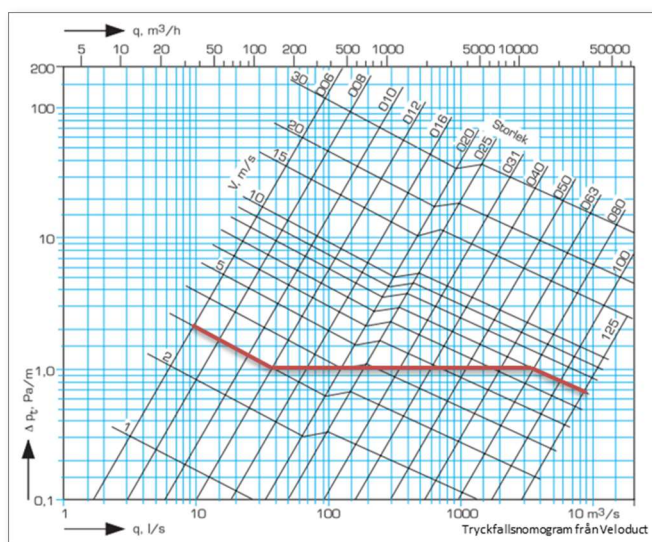
Mer utförliga exempel på prinsipscheman finns redovisade som bilagor:

Bilaga 1, Aggregat utan optimering

Bilaga 2, Aggregat med optimering

Bilaga 3, Aggregat med optimering, exempel med varierande systemtryck

Det är alltid eftersträvänsvärt att hålla ned tryckfallen i ett ventilationssystem, detta ger en anläggning med låg energianvändning och låga ljudnivåer. I ventilationssammanhang talar man ofta om att hastigheten i kanalerna ej skall överstiga 6 m/s eller att tryckfallet ej skall överstiga 1 Pa/m. Detta är en bra tumregel men är beroende av vilken kanalstorlek som avses. Rekommendabelt är att kanaler dimensioneras så att man håller sig under den röda linjen i nedanstående nomogram.



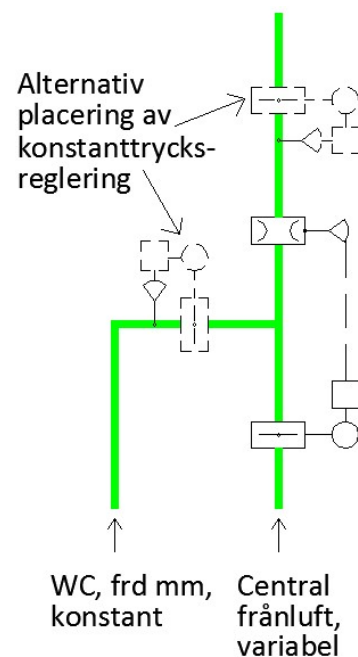
I system med variabla flöden är det extra viktigt att tryckfallen i stammar med fasta flöden hålls låga. I exemplen ovan gäller det frånluftsstammen som betjänar WC, förråd etc. Om tryckfallet i denna stam är för högt kommer man inte kunna utnyttja optimering av frånluftstrycket när flödet går ned i de delar som har variabla flöden.

6.1.1 Flödesbalansering

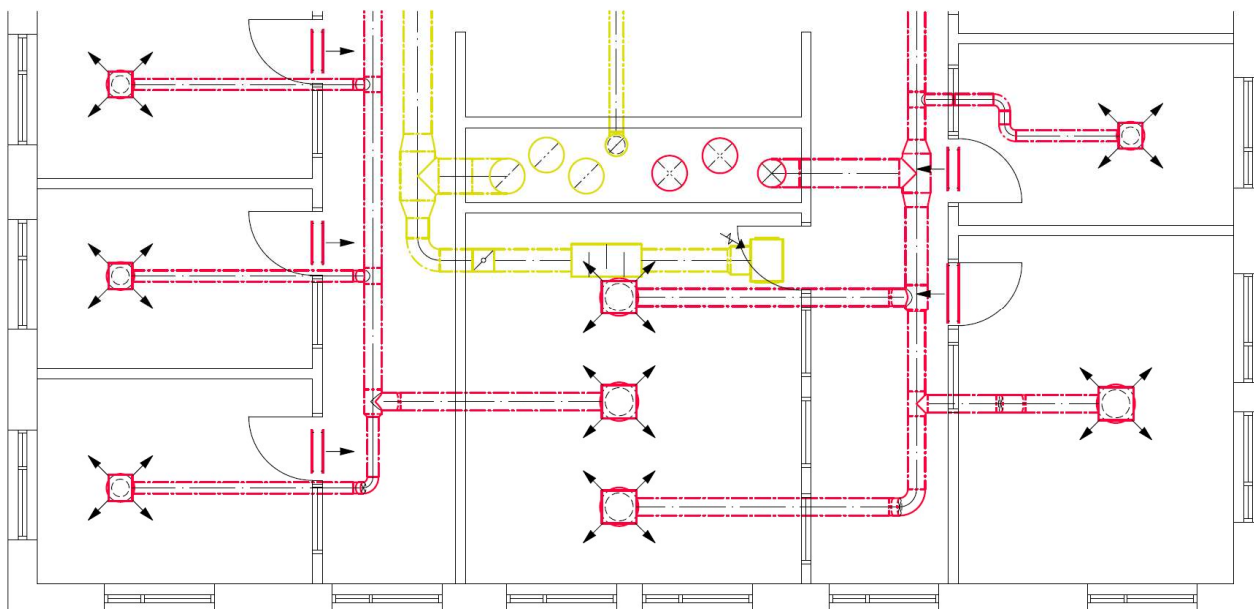
Flödesbalansering kan utföras på olika sätt. I rum med stora luftflöden eller krav på låg överhörning som exempelvis konferensrum och skolsalar balanseras till- och frånluft inom rummet. För cellkontor är den vanligaste lösningen att man har överluft ut till en gemensam korridor.

Frånluften tas via fasta flöden i WC, förråd etc. Via ett centralt frånluftsdon tas den variabla andelen av luften. Har man stora fasta frånluftsflöden kan denna lösning skapa problem vid låg belastning i kontorsrummen. Flödet över det centrala donet blir då så lågt att det blir svårt att mäta med bibehållen noggrannhet. Om de fasta frånluftsflödena inte är kopplade till en separat stam kan man lösa problemet så som visas nedan. Mätflänsen flyttas från det centrala donet och mäter i stället totalflödet inom zonen.

För att denna lösning skall fungera måste trycket i anslutningspunkten för det konstanta flödet hållas konstant.

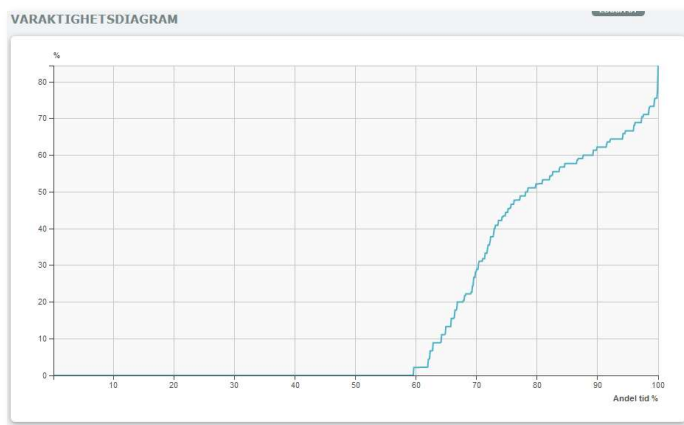


I en anläggning med Lindinvents aktiva tilluftsdon behövs ingen mätning av luftflöden i samlingskanaler för tilluften. Luftflödet mäts individuellt i varje aktivt tilluftsdon vilket ger en väldigt hög flexibilitet. Tilluften i ett rum kan komma från olika stamkanaler eller från ett ringmatat system men ändå balanseras i gemensamt frånluftsdon eftersom flödena summeras via styrsystemets nätverk.



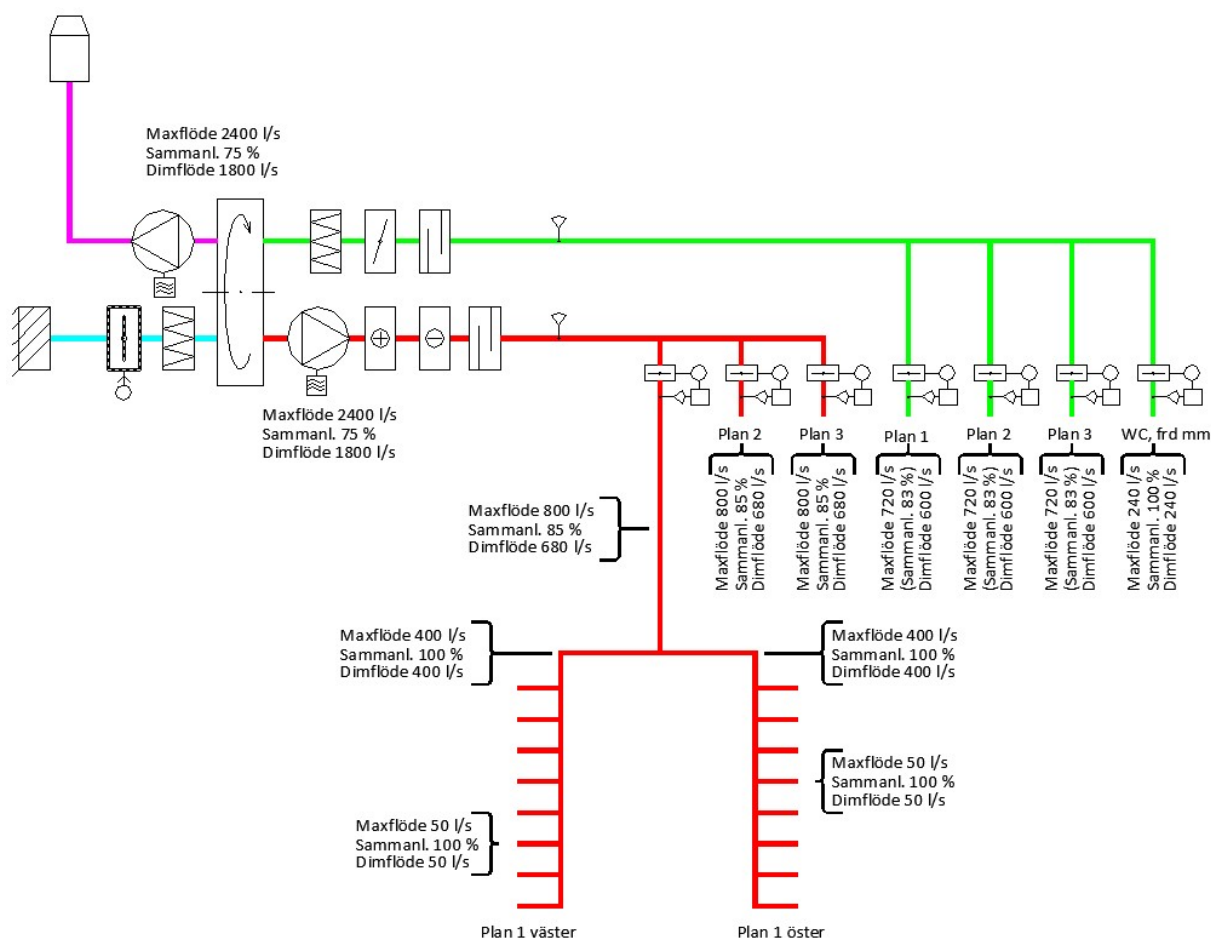
6.1.2 Sammanlagring

När man dimensionerar ventilationskanaler samt aggregat och fläktar måste man ta hänsyn till vilken sammanlagringsfaktor som kan förväntas. Flera olika undersökningar av närvarograden i kontorsbyggnader, skolor etc visar att lokalerna ytterst sällan är fullbelagda. Närvarograden påverkar självklart vilka luftmängder som erhålls i ett DCV-system och risken är stor att ventilationsaggregaten blir överdimensionerade om man inte beaktar detta.



Vanligtvis är det ingen nackdel att överdimensionera ventilationskanalerna, förutom att installationskostnaden blir högre. Lindinvents mätenheter kan mäta luftflöden vid låga hastigheter i kanalerna med bibehållen hög mät noggrannhet men man måste ha kontroll på vilka hastigheter som erhålls över mätanordningar vid låga flöden.

Ventilationskanaler på rumsnivå skall alltid dimensioneras för 100 % av maxflöde. Stamkanaler på våningsplan bör dimensioneras för 100 % av maxflöde i mån av utrymme. Om stamkanaler på våningsplan t ex försörjer olika fasader med varierande solinstrålning så bör respektive stam dimensioneras för 100 % av maxflödet men för försörjningskanal i schakt kan hänsyn till sammanlagring göras. Nedan visas exempel på hur kanalsystemet i en kontorsbyggnad kan dimensioneras:



6.1.3 Dimensionering i MagiCad

De flesta ventilationsprojektörer använder sig idag av AutoCad-applikationen MagiCad för att rita och dimensionera anläggningar. Tyvärr finns det inte någon enkel funktion för att beräkna systemen vid min- respektive maxflöden för donen. Nedan redovisas dock hur man kan gå till väga för att snabbt ändra flöden för många don samtidigt.

Antag att man har satt ut maxflöden för donen och vill beräkna systemen vid sammanlagringsflöde eller minflöde.

I exemplet är max = 40 l/s och sammanlagring = 30 l/s:

1. Högerklicka och välj *Quick Select*, markera alla don som har flöde 40 l/s såsom visas i bilden. Tryck OK och därefter *Enter* (donen är nu lagrade i minnet).
2. Välj MagiCad's kommando *Change Property*

 och markera *Air device flow*. Tryck OK.
3. Fyll i det nya flödet (30 l/s). Tryck OK.
4. Skriv *P* (Previous) och tryck *Enter* två gånger, samtliga don som har 40 l/s ändras nu till 30 l/s.

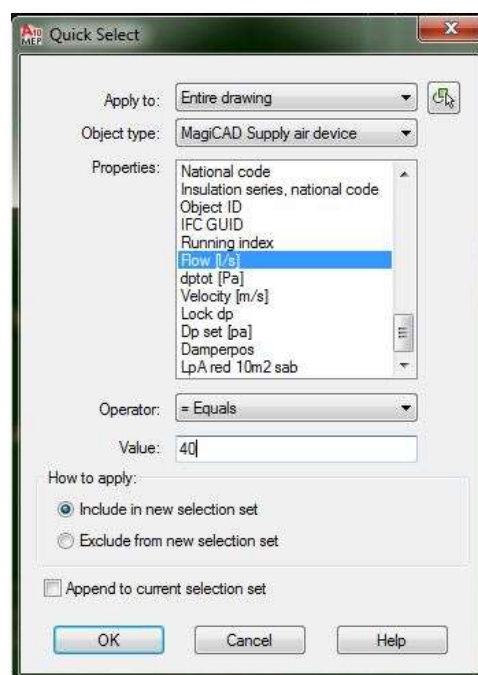
Upprepa detta förfarande för don med andra flöden som också skall ändras.

Nu kan nya tryckfalls- och ljudberäkningar utföras för olika driftfall.

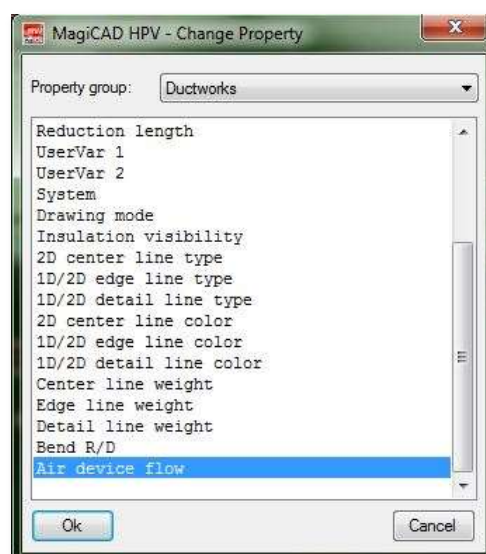
Det är viktigt att analysera vad som händer när belastningen är olika i olika delar av anläggningen:

Vad händer exempelvis, vid full belastning på ett plan i ett flervåningshus, på de våningar som ligger på sitt grundflöde? Behövs stamspjäll?

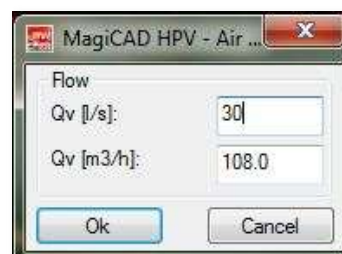
1.



2.

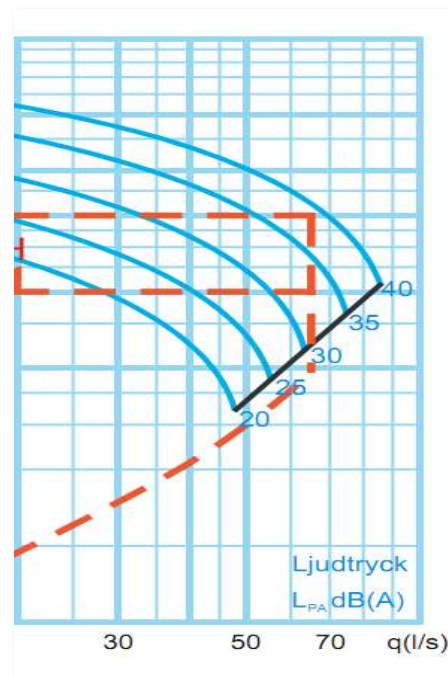


3.



6.1.4 Ljud

Ventilation och ljud är två saker som är starkt förknippade med varandra (tyvärr!). Lika viktigt som att dimensionera luftflöden och kanalsystem är det att dimensionera en ventilationsanläggning ljudmässigt. När ett ventilationssystem konstrueras är det vanliga förfarandet att tryckfalls- och ljudberäkningar endast görs för det dimensionerande driftfallet. När flödet reduceras i ett VAV-system kommer aggregat- eller stamtryck att flyttas längre ut i anläggningen och större tryckfall måste tas över tilluftsdonen. Högre tryckfall över donen resulterar i högre ljudnivåer, därför är det mycket viktigt att i projekteringsstadiet analysera ventilationssystemet vid andra driftfall än det som är dimensionerande flödesmässigt. Lindinvents tilluftsdon har mycket goda ljudegenskaper som gäller över ett stort tryckområde men en analys av trycknivåer vid reducerade luftflöden måste alltid göras. Att tryckoptimera anläggningen (se kap 5.6) är ett sätt att minska risken för höga ljudnivåer vid minflöden. Vid långa kanaldragningar från aggregat eller stamspjäll fram till don kan det också vara lämpligt att flytta ut tryckgivare i systemet.



6.1.5 Fläktar

En faktor som måste kontrolleras vid dimensionering av VAV-system är arbetsområdet för de fläktar som skall installeras. Eftersom kvoten mellan min- och maxflöde på rumsnivå kan vara större än 1:10 så kan arbetsområdet för fläktarna bli för stort. Fläktar och aggregat skall inte väljas med för låga SFP-värden och hänsyn till sammanlagring måste alltid göras. Moderna kammarfläktar som installeras i nya luft-behandlingsaggregat kan i princip regleras ned till nollflöde. Viktigt är dock att det statiska trycket på kanalsidan ej blir för lågt (ej under 50 Pa). Detta är särskilt viktigt att beakta om anläggningen är försedd med tryckoptimering.

Allmänt råd

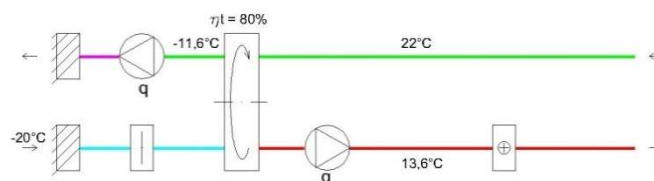
Ventilationssystemets effektivitet bör, vid dimensionerande luftflöde, inte överskrida följande värden på specifik fläkteffekt (SFP):

	SFP, kW/(m ³ /s)
Från- och tilluft med värmeåtervinning:	2,0
Från- och tilluft utan värmeåtervinning:	1,5
Frånluft med återvinning:	1,0
Frånluft:	0,6

För ventilationssystem med varierande luftflöden, mindre luftflöden än 0,2 m³/s eller drifttider kortare än 800 timmar per år kan högre SFP-värden vara acceptabla.

Utdrag ur BBR

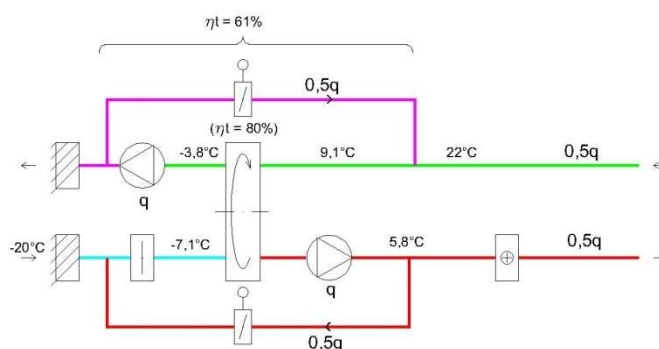
Om man har fläktar som inte går att nedreglera tillräckligt lågt är bypass-reglering en metod som kan tillämpas. Bypass-kopplingen kan utföras på olika sätt. Det optimala är att kortsluta mellan respektive fläkts tryck- och sug sida men detta kan endast utföras för fristående fläktar. För luftbehandlingsaggregat får andra lösningar tas till och dessa kommer alltid att påverka värmeåtervinningen.



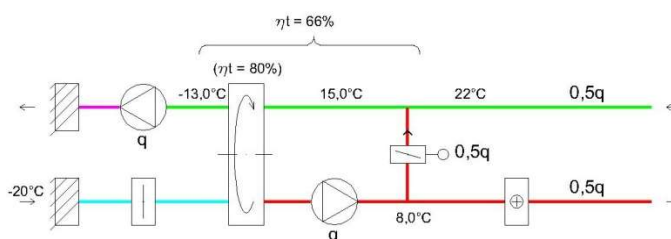
Sett på årsbasis kommer denna påverkan dock att vara väldigt liten. Genom att man kan hålla ned minflödena så kommer dessutom värmebehovet på rumsnivå att bli mindre (mindre radiatorbehov för att värma undertempererad tilluft).

I exemplen nedan visas två varianter av bypass och vad den resulterande temperaturverkningsgraden blir vid bypass av halva luftflödet över fläkten:

1. Vid låga luftflöden öppnas ett spjäll på respektive fläkts trycksida som leder luft till aggregatets inlopp.



2. Till- och frånluftssystemen kortsluts.



6.1.6 Värme- och kylbatterier

Vid låga luftflöden kan det vara svårt att få stabil temperaturreglering på tilluften. Kylfallet är dock sällan något bekymmer i praktiken. Vid höga utomhustemperaturer har man högre luftflöden i anläggningen och temperaturdifferensen mellan luft och köldbärare är liten.

Det omvända gäller vid värmebehov. Vid låga utomhustemperaturer har man låga luftflöden och temperaturdifferensen mellan luft och värmebärare är hög. Små flödesförändringar i anläggningen ger stora procentuella förändringar på totalflödet.

Problemen med reglering av värmebatterier kan dock undvikas. Normalt dimensioneras luftbehandlingsaggregat i dataprogram från leverantörerna. Man får då ett värmebatteri som är kraftigt överdimensionerat och en styrventil med för högt k_{vs} -värde. I ett DCV-system är luftflödet som lägst under vintern och därför måste värmebatteri och styrventil dimensioneras för de verkliga förhållandena.

I system med roterande värmeväxlare kan man överväga att helt utesluta värmebatteriet.

I aggregat med roterande värmeväxlare eller plattvärmeväxlare finns ingen fördröjning i värmeåtervinningen eftersom ute- och frånluft möter varandra utan något cirkulerande mellanmedium. I anläggningar med värmeåtervinning via vätskekopplade batterier finns det dock risk att värmebatteriet kan frysa sönder vid stora luftflödesökningar. Detta måste beaktas vid konstruktionen av styrsystemet för aggregatet, t ex genom att öppna värmeventilen innan en flödesökning tillåts på tilluften vid låga utetemperaturer.

6.2 Optimering

En luftbehandlingsanläggning kan optimeras med avseende på två parametrar, tryck och temperatur.

6.2.1 Tryckoptimering

Tryckoptimering innebär att anläggningen alltid ska ha ett så lågt tryck som möjligt samtidigt som alla don och spjäll får sina inställda luftflöden. Detta gör att elbehovet för fläktarna och ljudnivån i anläggningen alltid är så låg som möjligt. Därför rekommenderar Lindinvent att man alltid tryckoptimerar en ventilationsanläggning som har varierande luftflöden. I en anläggning med Lindinvent's styrsystem kan detta utföras på olika sätt och i olika steg beroende på vilka förutsättningar som gäller för den aktuella anläggningen.

Exempel på principscheman finns redovisade i följande bilagor:

Bilaga 1, Aggregat utan optimering

Bilaga 2, Aggregat med optimering

Bilaga 3, Aggregat med optimering, exempel med varierande systemtryck

6.2.2 Temperaturoptimering

Temperaturoptimering innebär att tilluftstemperaturen hela tiden skall vara den som ger lägst driftkostnad.

Vilken tilluftstemperatur som är optimal beror på flera parametrar vilket kan göra att sambanden blir väldigt komplicerade:

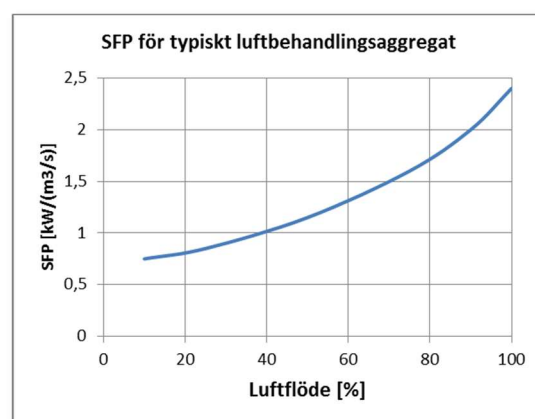
- Totalt aktuellt luftflöde i systemet
- Utomhustemperatur
- Typ av värmeåtervinning
- Energiförbrukning för el, värme respektive kyla

Priserna för värme och kyla beror i sin tur på vilket energislag som nyttjas, t ex fjärrvärme eller värmepump samt fjärrkyla eller kylmaskin. För värmepumpar och kylmaskiner varierar också COP med aktuella temperaturnivåer.

I ett DCV-system där man kyler med tilluften är förhållandet mellan luftflöde och tilluftstemperaturen sådant att hög temperatur ger högt flöde.

Högt luftflöde innebär högre elkostnad för fläktarna. Vintertid kan detta ändå ge en totalbesparing för energianvändningen om man ser till att värmeåtervinningen utnyttjas maximalt. Dessutom minskar tillsatsvärmebehovet i lokaler som är lågt belastade. Eftersom anläggningens SFP-värde är lågt vid låga luftflöden lönar det sig att spara på värmebehovet.

Sommartid skall man inte starta kylmaskinen om det finns kyleffekt i uteluften, men när kylmaskinen är i drift lönar det sig ofta att sänka tilluftstemperaturen så långt som möjligt för att hålla ned luftflödet.



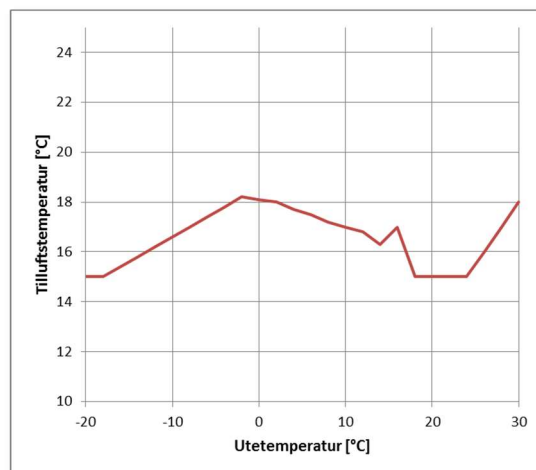
*SFP för typiskt
luftbehandlings aggregat.*

Eftersom förhållandena varierar från anläggning till anläggning går det inte att entydigt bestämma hur temperaturoptimeringen skall ställas in men några generella villkor kan nämnas:

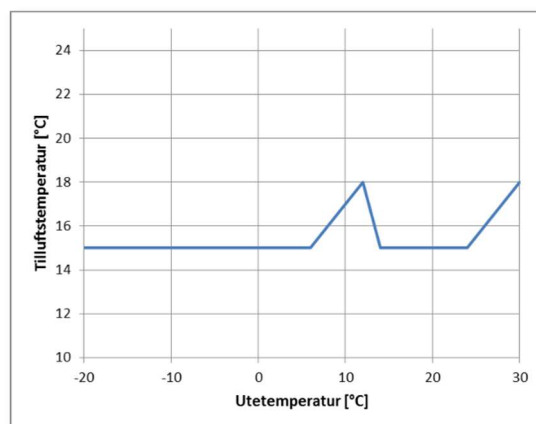
- Vintertid: Sträva efter att full värmeåtervinning erhålls utan att behov av tillsatsvärme behövs i aggregatet.
- Om utetemperaturen är mellan ca 15 – 18 °C: Låt luftflödet öka innan kylning av uteluften startar. Detta görs för att undvika täta starter för kylmaskinen.
- Högst luftflöde, sommartid, och kylmaskin i drift: Sänk tilluftstemperaturen så att totalluftflödet går ned. Minskad fläktel ger större besparing än det som motsvaras av försämring av kylmaskinens COP.

När man optimerar en anläggning måste man även ta hänsyn till hur strikta villkoren skall vara. Om man inte tillåter att något rum får avvika från inställda temperaturgränser kan det leda till onödiga energikostnader. Ett feldimensionerat rum kommer t ex alltid att behöva maximalt flöde och lägsta tilluftstemperatur och kan därför slå ut optimeringen.

Det kan även finnas anledning att välja ut prioriterade rum som alltid skall ha rätt förhållanden utan hänsyn till energikostnaden, exempelvis konferensrum.



Exempel på tilluftstemperatur för aggregat med roterande värmeväxlare och temperaturoptimering (dimensionerande utetemperatur 25°C).



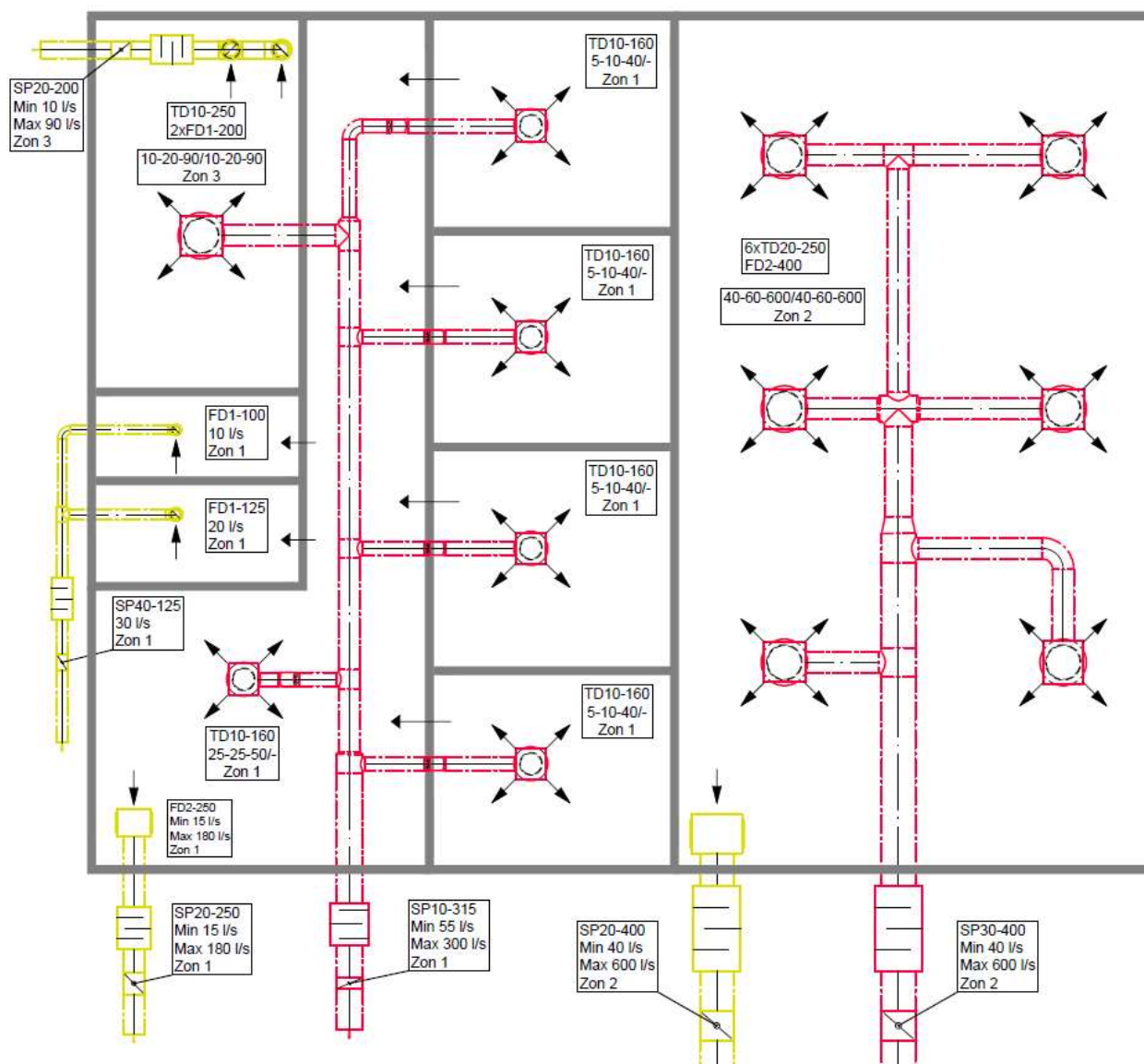
Exempel på tilluftstemperatur för aggregat med vätskekopplade batterier och temperaturoptimering (dimensionerande utetemperatur 25°C).

7. RITNINGAR

För att injustering och OVK-besiktningar skall kunna utföras på ett korrekt sätt bör ritningar vara försedda med text som anger hur anläggningen är dimensionerad och konstruerad. Lämpligt är att förses ritningarna med en informationsruta för varje rum. Det som behöver anges är min-, närvaro- och max-flöde. För att ha kontroll på vilka luftflöden som skall balanseras mot varandra är det även fördelaktigt att ange zontillhörighet för varje don och spjäll, se exempel nedan.

I exemplet särskiljs även spjällen efter vilken funktion (regulator) som de är bestyckade med,

- SP10, tryckreglering
- SP20, flödesbalansering
- SP30, rumsklimatreglering
- SP40, tryckreglering med flödesmätning



OVK-besiktning skall utföras mot närvaro- eller sammanlagringsflödet. Därför är det viktigt att någonstans på ritningen ange vid vilket sammanlagringsflöde som OVK-besiktning skall utföras.

8. INJUSTERING AV DCV-SYSTEM

Samtliga aktiva tilluftsdon som levereras från Lindinvent är kalibrerade från fabrik. Detta innebär att temperaturer och flöden (tryck) är kalibrerade när de monteras på plats.

Från det överordnade systemet kan hela anläggningen övervakas och styras. Börvärden kan sättas och olika driftfall kan simuleras, samtliga mätvärden kan avläsas. Detta gör att injusteringsförloppet blir mycket enkelt och snabbt att utföra jämfört med konventionella system eller andra DCV-anläggningar.

Vid injustering av ett **mindre** system utan stamspjäll eller med stamspjäll endast för fasta frånluftsflöden görs följande:

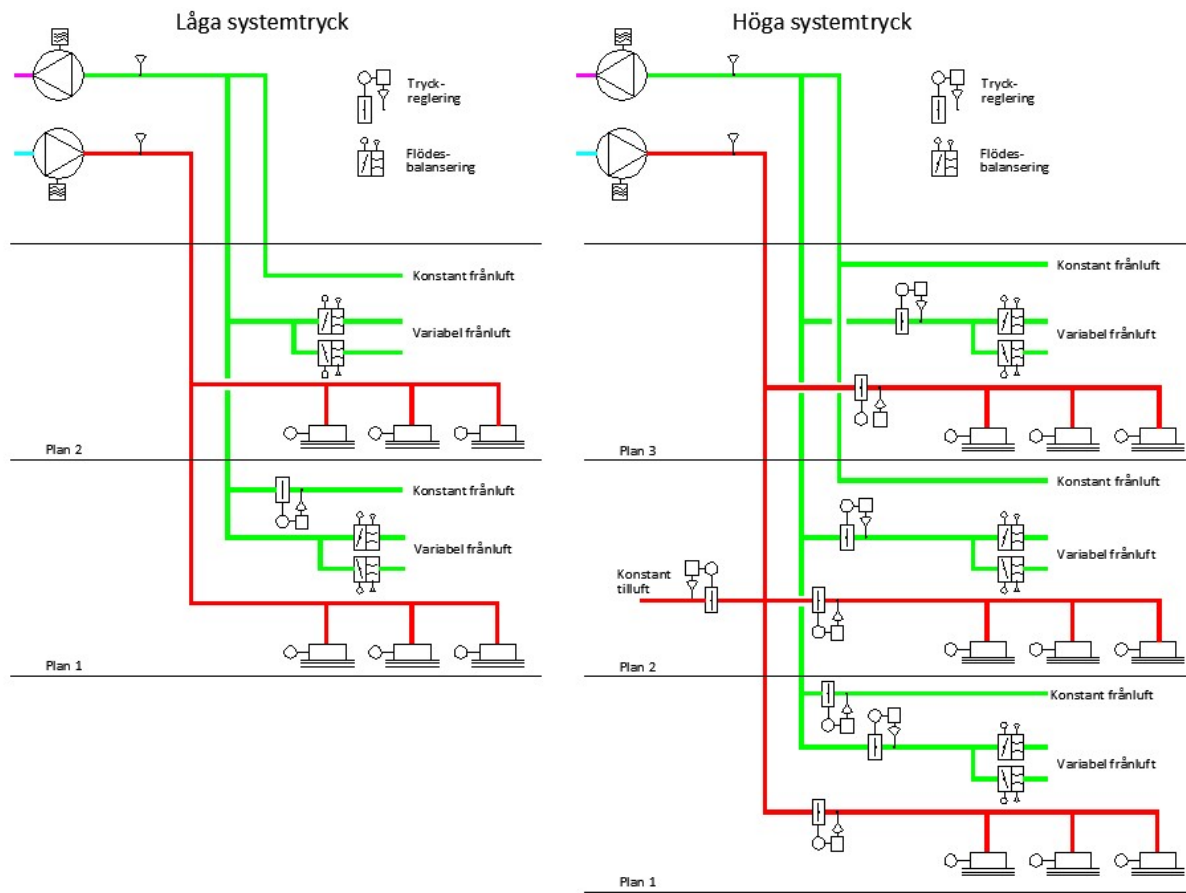
- Samtliga tilluftsdon sätts till maxflöde. Om hänsyn skall tas till sammanlagring rekommenderas att varje don sätts till sammanlagringsfaktorn multiplicerat med maxflöde för donet. T ex om maxflöde är 50 l/s och sammanlagringsfaktorn 80 % så sätts donets flöde till 40 l/s.
- Frånluftsbalanseringar förinställs till sitt balansvärde med eventuell offset för fasta flöden.
- Stammar för fasta frånluftsflöden injusteras så att sämsta don är nästan helt öppet.
- Börvärde för till- respektive frånluftsfläktarnas tryck ställs in så att sämsta don eller spjäll är ca 90 % öppet.
- Om **tryckoptimering** skall nyttjas sätts övre optimeringsvärde för fläktarna enligt ovan. För att sätta nedre optimeringsvärde för fläktarna sätts samtliga don i minflöde. Därefter sänks trycket för till- respektive frånluftsfläktarna så att sämsta don eller spjäll är ca 90 % öppet. Detta tryck utgör nedre gräns för tryck-optimeringen. Tänk på att nedre gräns ej får sättas lägre än det lägsta tryck som rekommenderas av aggregattillverkaren, vanligtvis ca 50 Pa.

Vid injustering av **större** system med stamspjäll görs följande:

- Samtliga tilluftsdon inom respektive zon sätts till maxflöde. Om hänsyn skall tas till sammanlagring rekommenderas att varje don sätts till sammanlagringsfaktorn multiplicerat med maxflöde för donet. T ex om maxflöde är 50 l/s och sammanlagringsfaktorn 80 % så sätts donets flöde till 40 l/s.
- Tilluftstrycket i zonen ställs in så att sämsta don är ca 90 % öppet.
- Frånluftsbalanseringar förinställs till sitt balansvärde med eventuell offset för fasta flöden.
- Frånluftstrycket i zonen ställs in så att sämsta spjäll är ca 90 % öppet.
- Stammar för fasta frånluftsflöden injusteras så att sämsta don är nästan helt öppet.
- Börvärde för till- respektive frånluftsfläktarnas tryck ställs in så att sämsta stamspjäll är ca 90 % öppet.

Om **tryckoptimering** skall nyttjas kan den utföras på två sätt. Har man höga stamtryck i anläggningen så skall zonen tryckoptimeras men är stamtrycket lågt så kan zonens börvärde vara fast och endast fläktarna optimeras.

Övre optimeringsvärde för fläktarna är det som ställts in enligt ovan. För att sätta nedre optimeringsvärde för fläktarna sätts samtliga don i minflöde. Därefter sänks trycket för till- respektive frånluftsfläktarna så att sämsta don eller spjäll är ca 90 % öppet. Detta tryck utgör nedre gräns för tryckoptimeringen. Tänk på att nedre gräns ej får sättas lägre än det lägsta tryck som rekommenderas av aggregattillverkaren, vanligtvis ca 50 Pa.



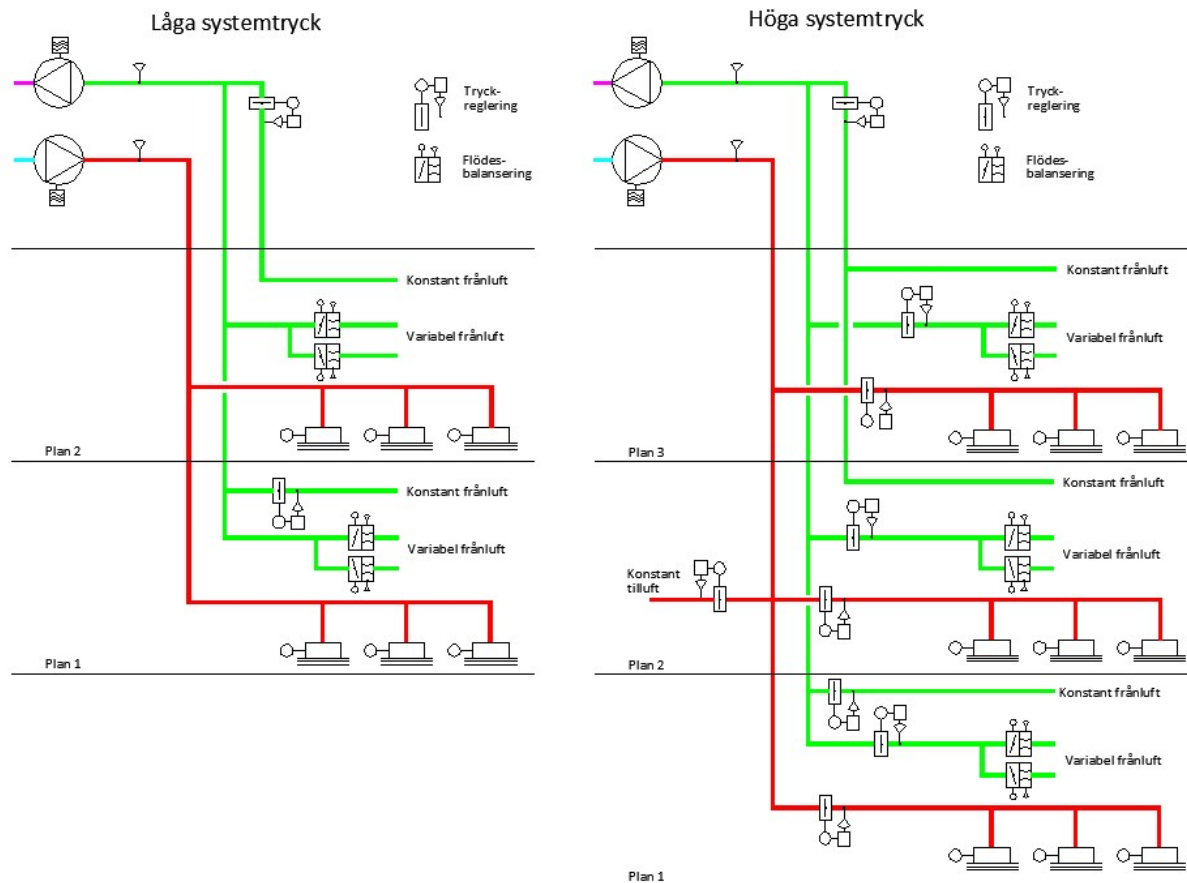
Om aggregatet saknar möjlighet till tryckoptimering kan man ofta klara sig utan stamspjäll om systemtrycken är låga. Behovet av tryckregleringsspjäll bestäms främst av vilka ljudkrav som gäller för den aktuella anläggningen. Normalt kan man tillåta högre tryck på frånluftssidan utan att installera stamspjäll.

I den vänstra bilden arbetar don och spjäll direkt mot aggregattrycket vilket hålls konstant.

Har man ett stort system eller ett system med höga aggregattryck förses varje stam med konstanttrycksreglering (bilden till höger). Inom våningsplanet optimeras stamspjället med avseende på öppningsgraden hos don respektive flödesbalanseringsspjäll.

Konstanta frånluftsflöden kan slippa konstanttrycksreglering om de kopplas till huvudkanalen vid aggregatet, plan 2 till vänster respektive plan 2 och 3 till höger. På plan 1 i bägge bilderna måste de konstanta frånluftsflödena förses med tryckhållningsspjäll eftersom de är kopplade på stammar med variabla flöden.

På plan 2 i den högra bilden finns en zon med konstant tilluftsflöde vilken därför är försedd med tryckhållningsspjäll.



När aggregatet har möjlighet till tryckoptimering kan man klara sig utan stamspjäll om systemtrycken är låga. Behovet av tryckregleringsspjäll bestäms främst av vilka ljudkrav som gäller för den aktuella anläggningen. Normalt kan man tillåta högre tryck på frånluftssidan utan att installera stamspjäll. I stora anläggningar kan det även vara fördelaktigt att sektionera systemen även om man klarar ljudnivåerna utan konstanttrycksreglering.

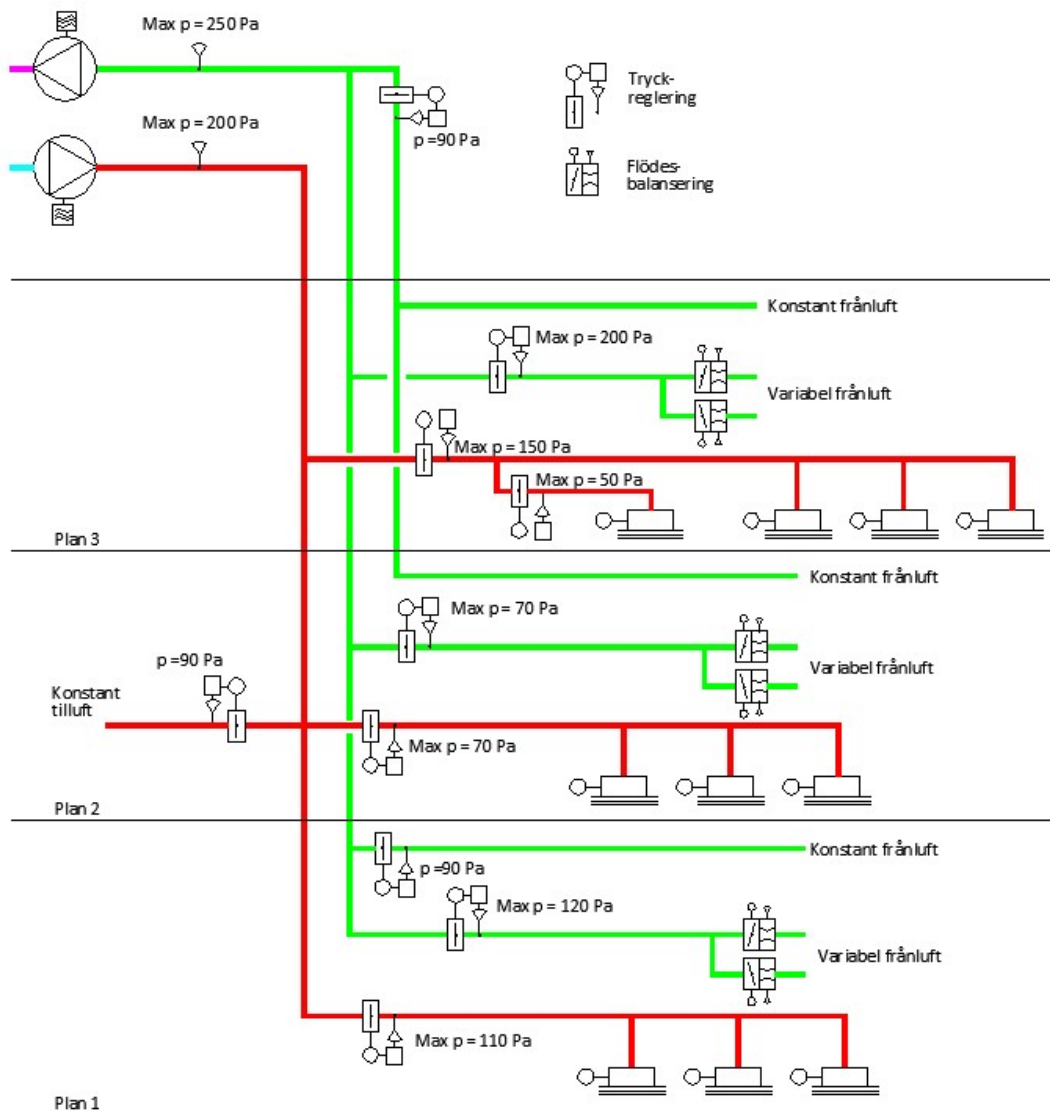
I den vänstra bilden optimeras aggregatet med avseende på öppningsgraden hos don och flödesbalanseringsspjäll samt med avseende på öppningsgraden hos tryckhållningsspjällen för de konstanta flödena.

Har man ett fall med höga aggregat- och stam tryck förses varje stam med konstanttrycksreglering. Inom våningsplanet optimeras stamspjället med avseende på öppningsgraden hos don och flödesbalanseringsspjäll (bilden till höger). Aggregatet optimeras med avseende på öppningsgraden hos stamspjäll samt med avseende på öppningsgraden hos tryckhållningsspjäll för de konstanta flödena.

Konstanta frånluftsflöden förses med konstanttrycksreglering av separat stamkanal, plan 2 till vänster respektive plan 2 och 3 till höger. På plan 1 i bägge bilderna måste de konstanta frånluftsflödena förses med tryckhållningsspjäll eftersom de är kopplade på stammar med variabla flöden.

På plan 2 i den högra bilden finns en zon med konstant tilluftsflöde vilken därför är försedd med tryckhållningsspjäll.

Höga och låga systemtryck



Ovanstående bild visar exempel på ett ventilationssystem med varierande förutsättningar för olika delar i fastigheten.

På våningsplan 3 är det höga maximala stamtryck för både till- och frånluft. Detta kan bero på orsaker som felprojektering, ombyggnad av befintliga system etc. Tilluftstrycket på våningsplanet måste hållas så lågt som möjligt för att undvika ljudproblem. Detta löses genom att optimera stamtrycket med avseende på öppningsgraden hos don och flödesbalanseringsspjäll inom våningsplanet. I vissa fall kan det även vara nödvändigt att förse enskilda rum eller zoner som har höga ljudkrav med tryckreglering.

På plan 2 är de variabla maxtrycken för till- och frånluft låga och dessutom lägre än trycken för konstanta flöden i byggnaden. Stamtrycken för variabla flöden på plan 2 behöver därför inte optimeras med avseende på energi eftersom de inte kan bidra till att sänka totaltrycken vid aggregatet. Optimering på våningsplanet kan bidra till en sänkning av ljudnivån men lägsta tryck bör inte understiga 30 – 40 Pa eftersom ett för lågt tryck kan göra systemet känsligt för variationer i belastningen.

Konstanta till- och frånluftsflöden förses med konstanttrycksreglering.

Aggregatet optimeras med avseende på öppningsgraden hos stamspjäll samt med avseende på öppningsgraden hos tryckhållningsspjäll för de konstanta flödena.

Kontakt

www.lindinvent.se

Tel: 046-15 85 50

Lindinvent – Smartare inneklimat. **Grönare** fastigheter.

Vi erbjuder produkter och systemlösningar för behovsstyrd ventilation, belysning och solskydd i kontor, skolor, sjukhus, laboratorier och renrum.