

VAV-prosjektering og innregulering

Energibruk og sparepotensialet
Ulike systemløsninger
Anbefalte krav

Mads Mysen

VVS-landsmøtet 20. mai 2011

Ønsker: Velfungerende & Energieffektivt

Velfungerende

- Luftmengden følger definert behov
- Lett å forstå og drifte
- Dokumentasjon
- Generalitet & Fleksibilitet,

Energieffektivt = Minimum:

- Sentral varme
- Sentral kjøling
- Lokal varme
- Vifteenergi

Vi får:

- Anlegg som ikke virker uten at noen vet hvorfor
- Komplisert å utbedre, endre og drifte
- Energisløsende anlegg som ingen tør å utbedre

reDuCeVentilation

Noen formål:

- Utvikle og formidle konsepter med robust behovsstyring - skoler
- Produsere beregningsverktøy
- Utvikle krav og innreguleringsrutiner

<http://www.sintef.no/Projectweb/reduceventilation/>

reDuCeVentilation

- Aktive partnere som delfinansierer:

VKE, Skanska, Oslo Undervisningsbygg KF, Optosense

- Andre partnere:

SINTEF Byggforsk, NTNU, HiO, DTU

Fremtiden er behovsstyrt!

Behovsstyring: Stram behovsstyring av oppvarming, ventilasjon, lys og utstyr er helt avgjørende for å få et reelt lavt energibehov.

Lavenergiprogrammet: Kunnskapsbehov for å innføre passivhus som standard

- Installasjoners energibruk må behovsstyres
- Ventilasjon og belysning – størst potensial

Krav i nye bygg fra 2015

Krav ved rehabilitering fra 2020

Energi og behovsstyring

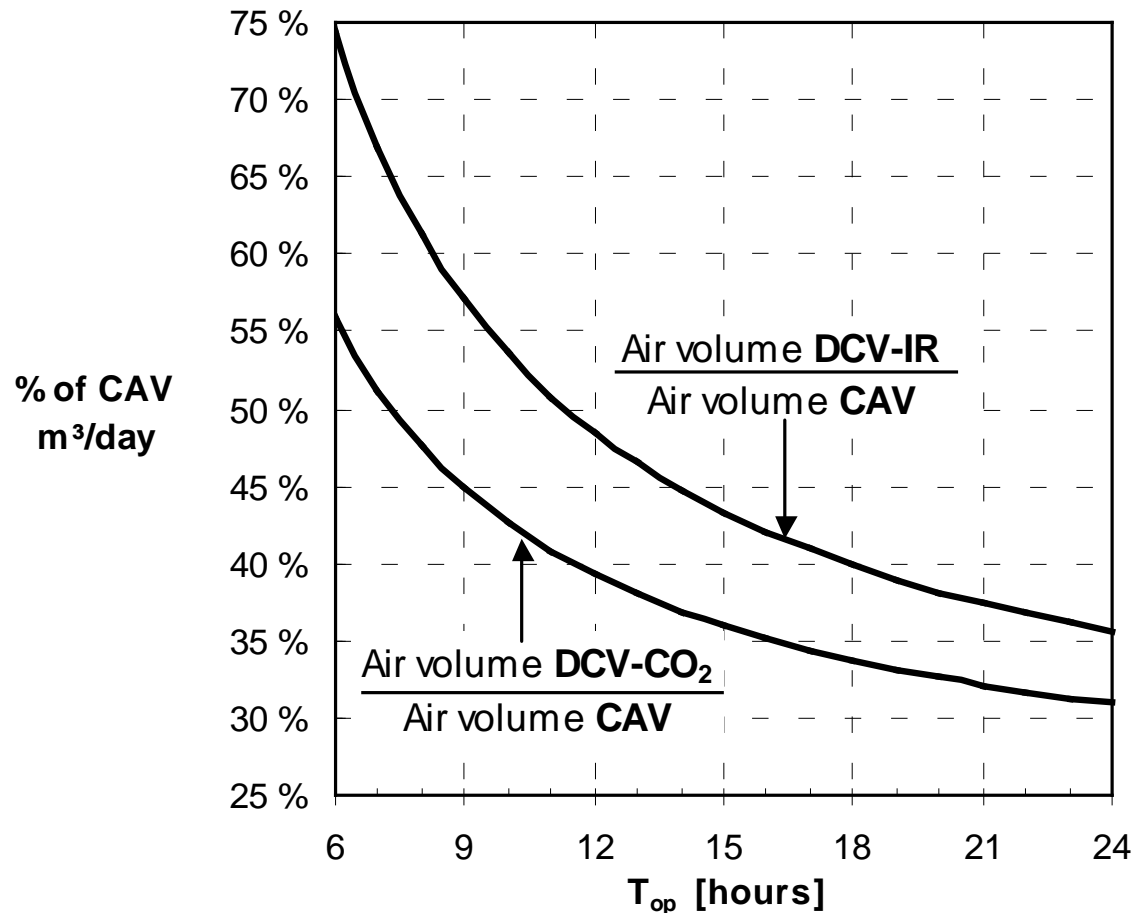
Inspeksjon av 157 5te klasser

	Mean	Min.	Max.	Standard deviation
Pupils assigned to the class	22.3	13.0	28.0	3.5
Pupils present during inspection	20.9	13.0	28.0	3.6
Teachers present during inspection	1.3	1.0	3.0	0.5
<hr/>				
Floor area of classroom [m ²]	61.5	43.0	93.0	8.2
Volume of classroom [m ³]	190.0	150.0	285.0	31.0
<hr/>				
t_{use} - Use of classroom during inspection day [h]	4.0	3.0	5.0	0.4

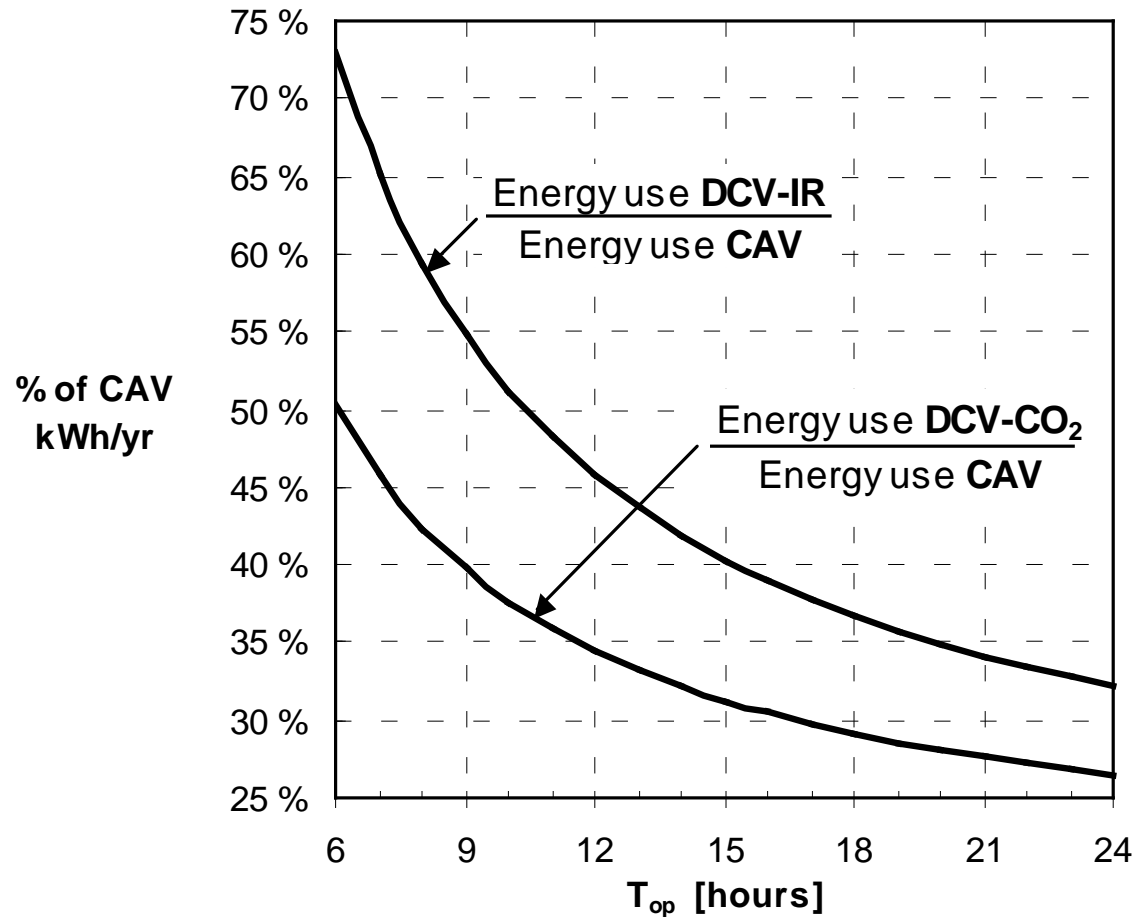
Analyse av ventilasjonsstrategier

- CAV: 30 occupants - 7 ℓ/s ·person and an additional 1 $\ell/s\cdot m^2$
- DCV-IR: 30 occupants - 7 ℓ/s ·person) plus an additional 1 $\ell/s\cdot m^2$. Minimum airflow - when the classroom is unoccupied. Design airflow when the classroom is in use.
- DCV-CO₂: Actual number of occupants. The ventilation rate is then increased and regulated to keep the CO₂ concentration at a steady state level of 900 ppmv. Minimum airflow of 1 $\ell/s\cdot m^2$ when the CO₂-level is less than 700 ppm.
- Fan energy and central heating

Driftstider og luftmengder i % av CAV



Driftstider og energibruk i % av CAV



SFP og energibruk

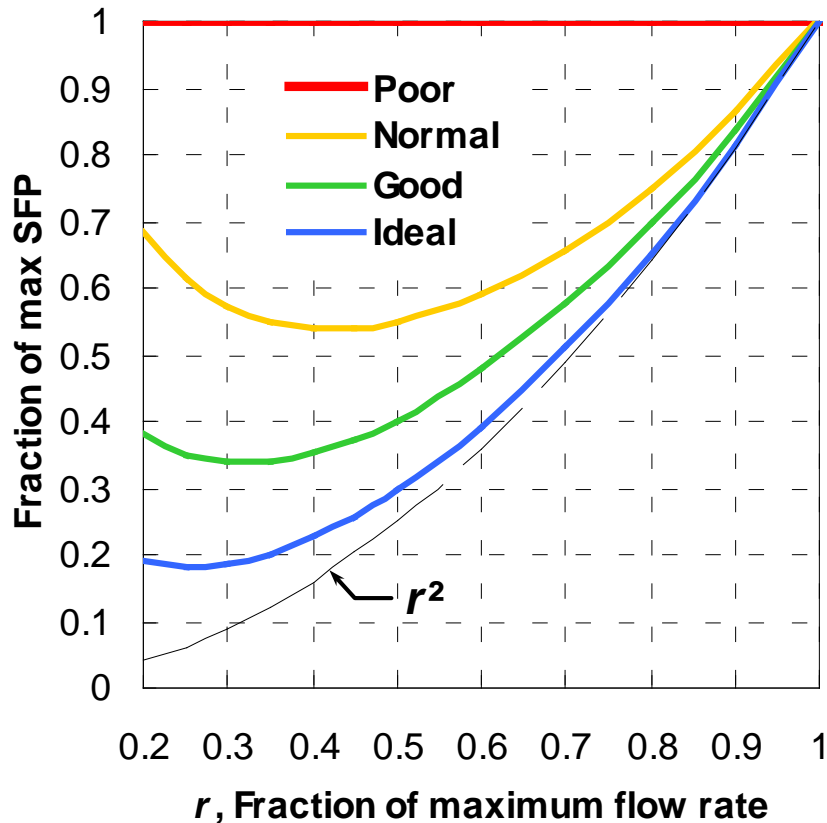
$$P = \frac{\Delta p \cdot \dot{V}}{\eta} \rightarrow \dot{V}^3 \quad \Delta p = k \cdot \dot{V}^2$$

$$SFP = \frac{\Sigma P}{\dot{V}} \rightarrow \dot{V}^2$$

η_{tot} Blir mindre ved lave luftmengder!

SFP og VAV

$$\overline{SFP}_e = \frac{\sum_{i=1}^N (\Sigma P_i \Delta t_i)}{\sum_{i=1}^N (q_{v,i} \Delta t_i)} = \frac{\sum_{i=1}^N (SFP_{e,i} q_{v,i} \Delta t_i)}{\sum_{i=1}^N (q_{v,i} \Delta t_i)}$$



SFP og energibruk til vifter?

$$\textit{Luftmengde} \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \times \textit{SFP} \frac{\text{kW}}{\text{m}^3/\text{s}} \times \textit{Driftstid} \frac{\text{h}}{\text{yr}} = \textit{Energibruk} \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{yr}}$$

Energibruk CAV

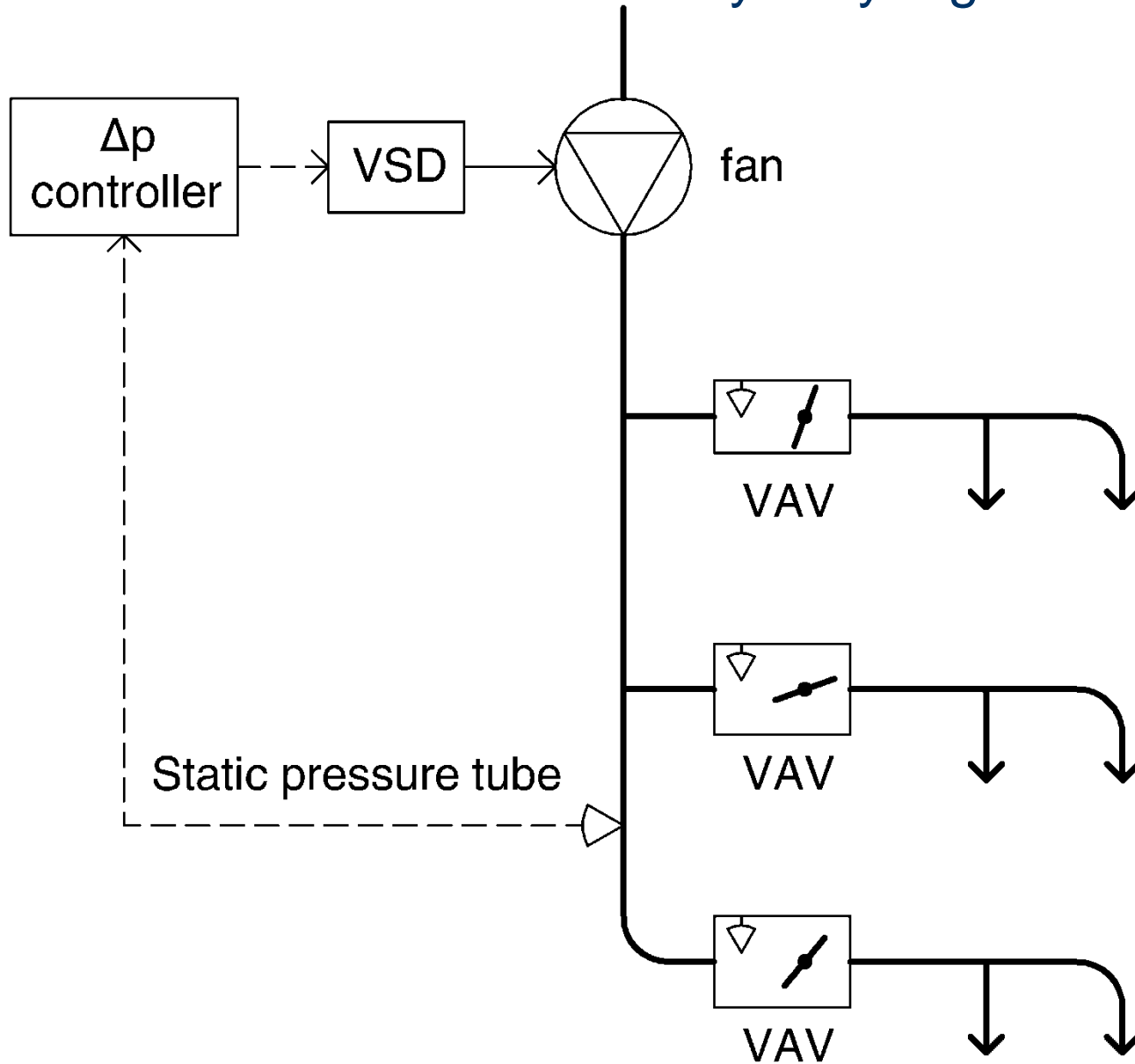
Vifteenergi

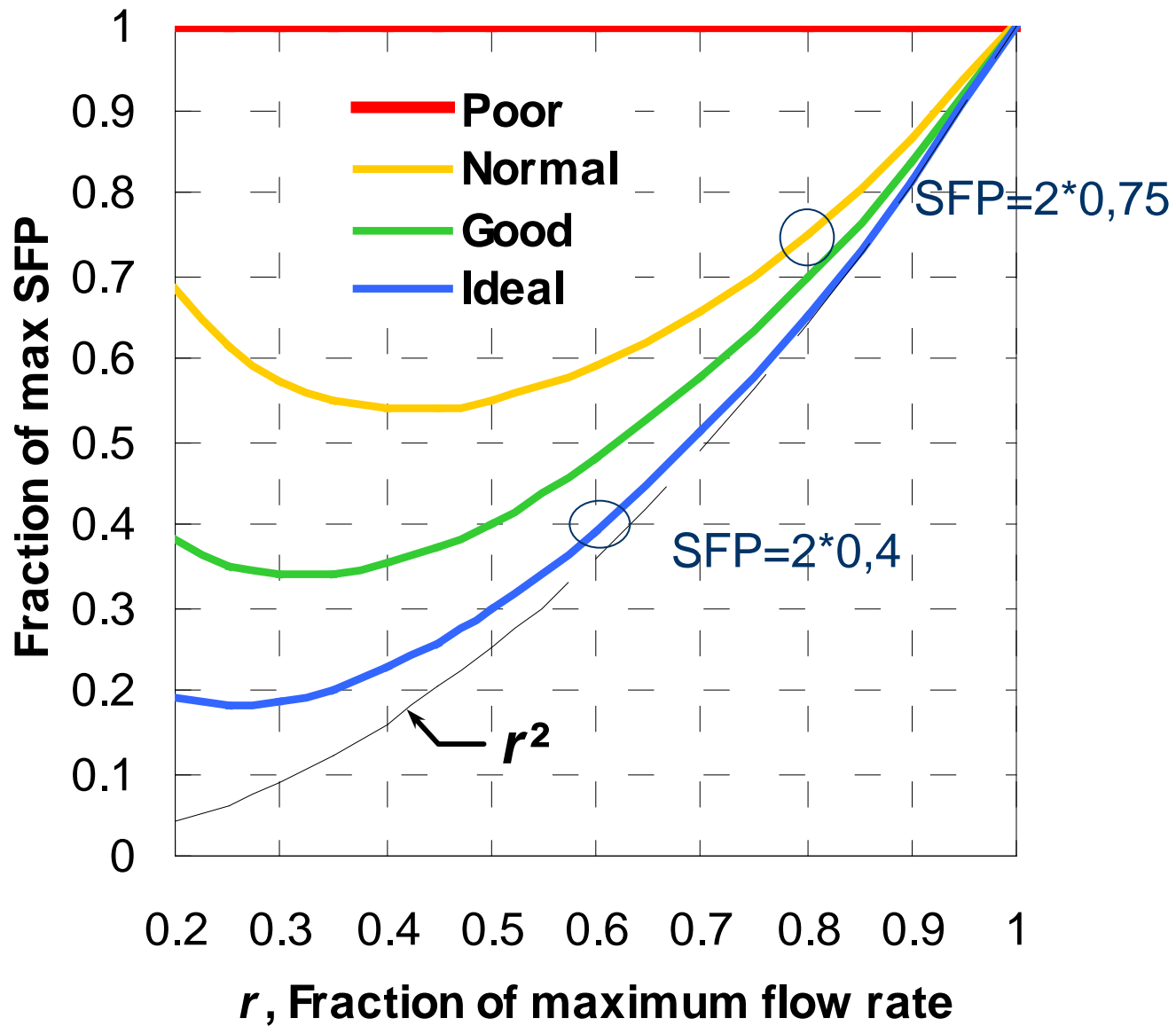
$$10 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times 2 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3/\text{s}} \times 3000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 17 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ yr}}$$

Lokal varme

$$10 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1}{3} \times 3 \text{ }^\circ\text{C} \times 1000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 10 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ yr}}$$

Trykkstyring





SFP og energibruk ved r=0,6?

CAV

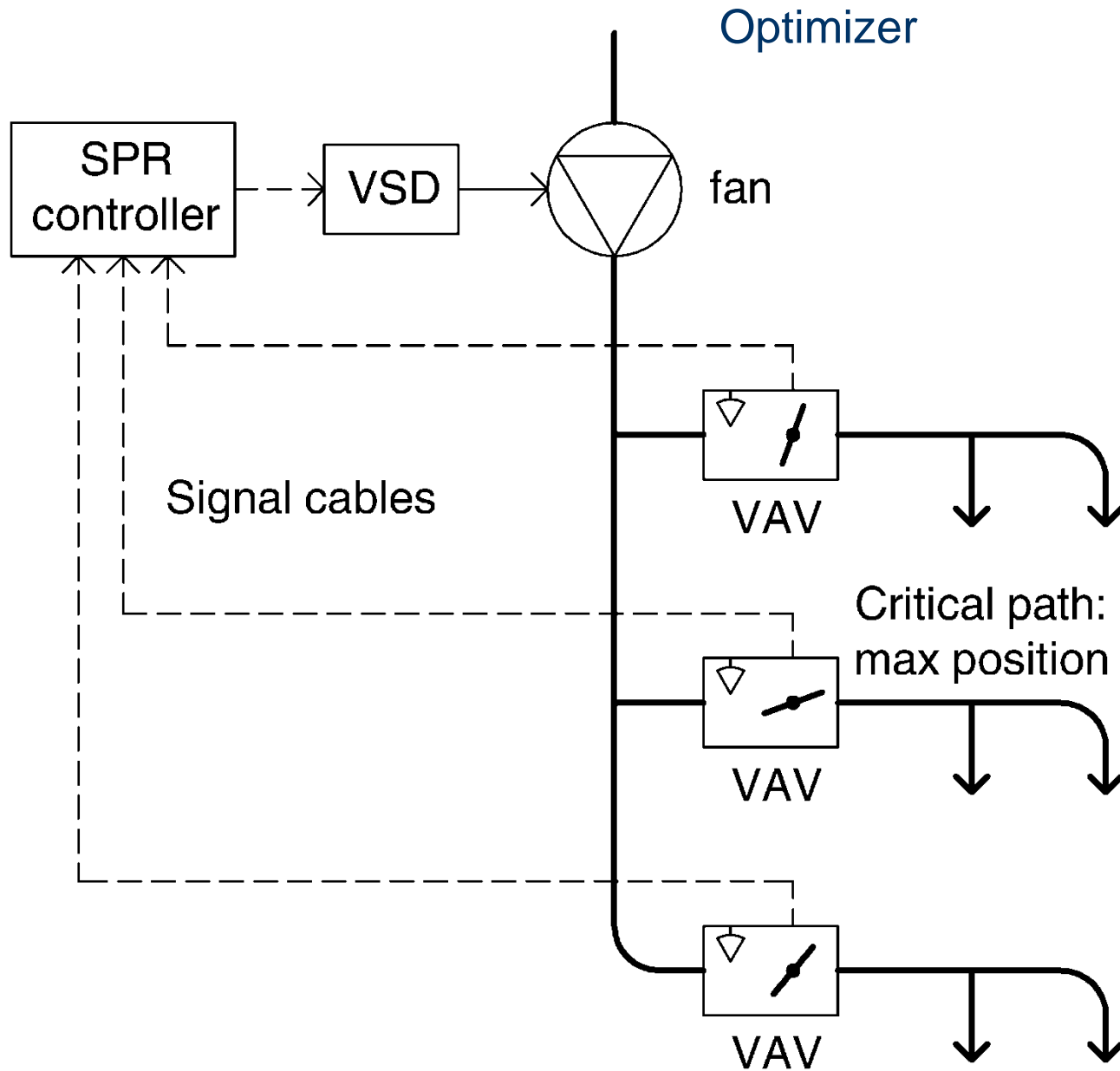
$$10 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \times 2 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3/\text{s}} \times 3000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 17 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{yr}}$$

$$10 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1}{3} \times 3 \text{ }^\circ\text{C} \times 1000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 10 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{yr}}$$

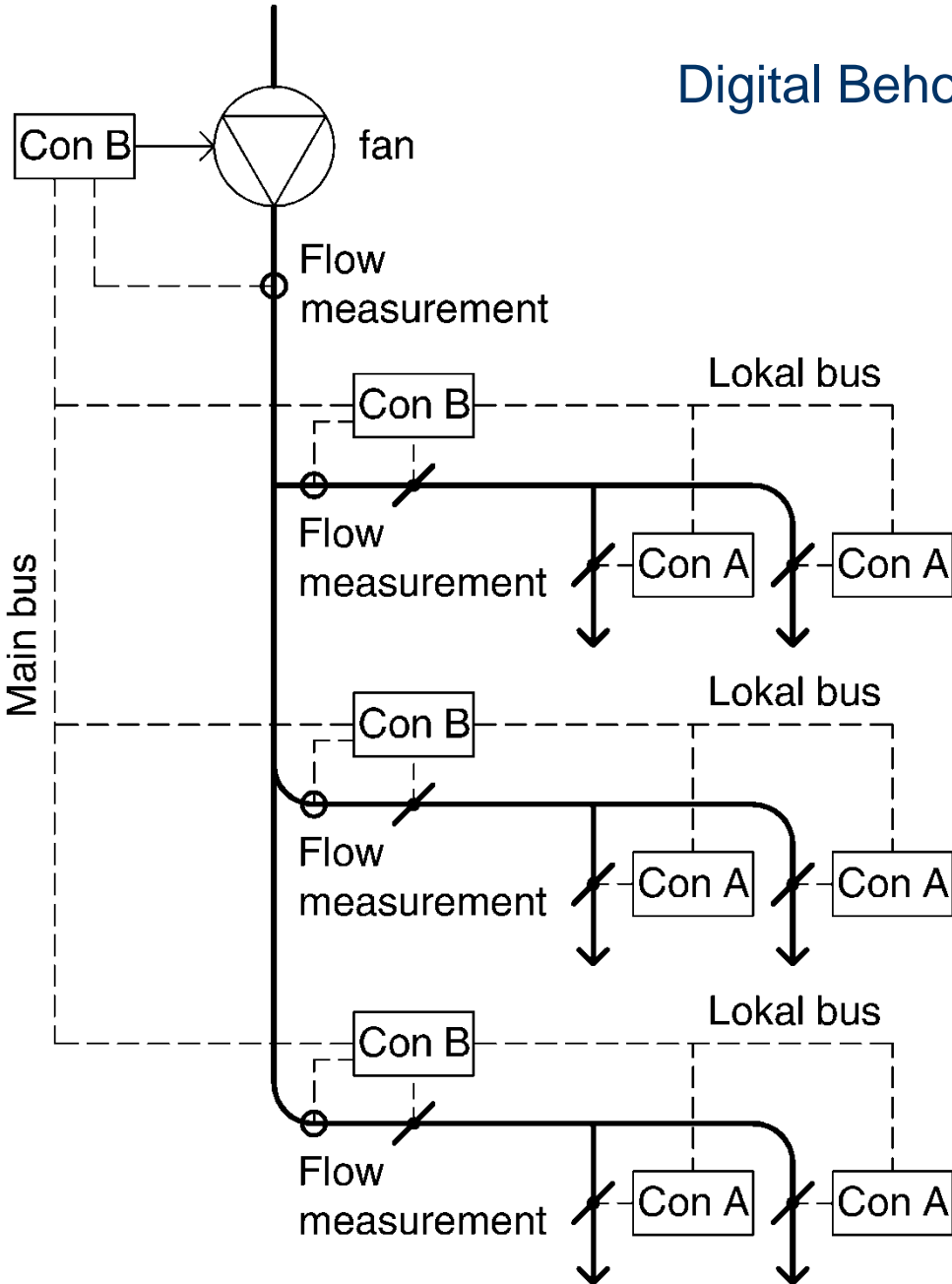
Konstant trykk – unøyaktig sensor – r-styring=0,8

$$8 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \times 1,5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3/\text{s}} \times 3000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 10 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{yr}}$$

$$8 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1}{3} \times 3 \text{ }^\circ\text{C} \times 1000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 8 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{yr}}$$

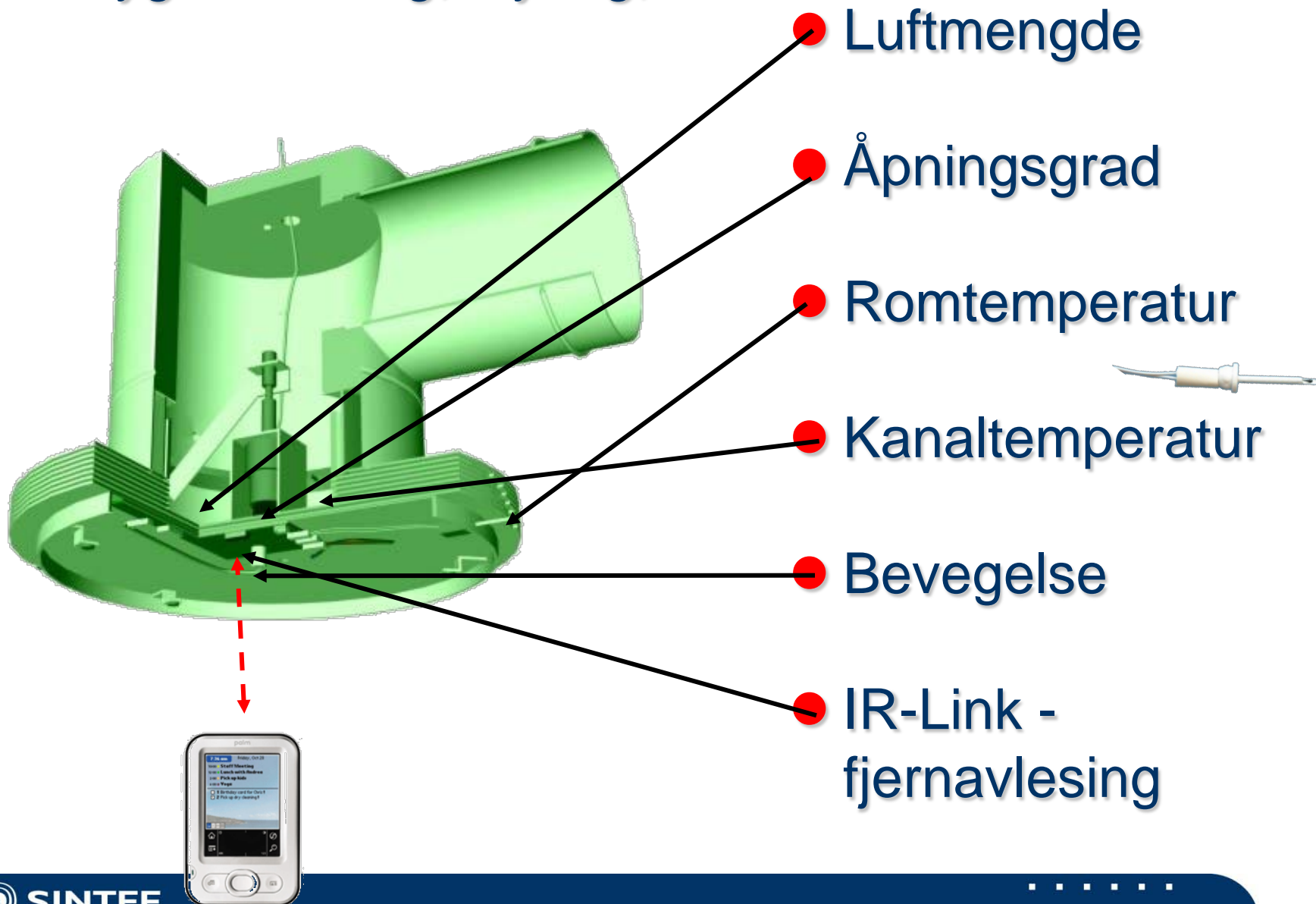


Digital Behovsstyrt Ventilasjon

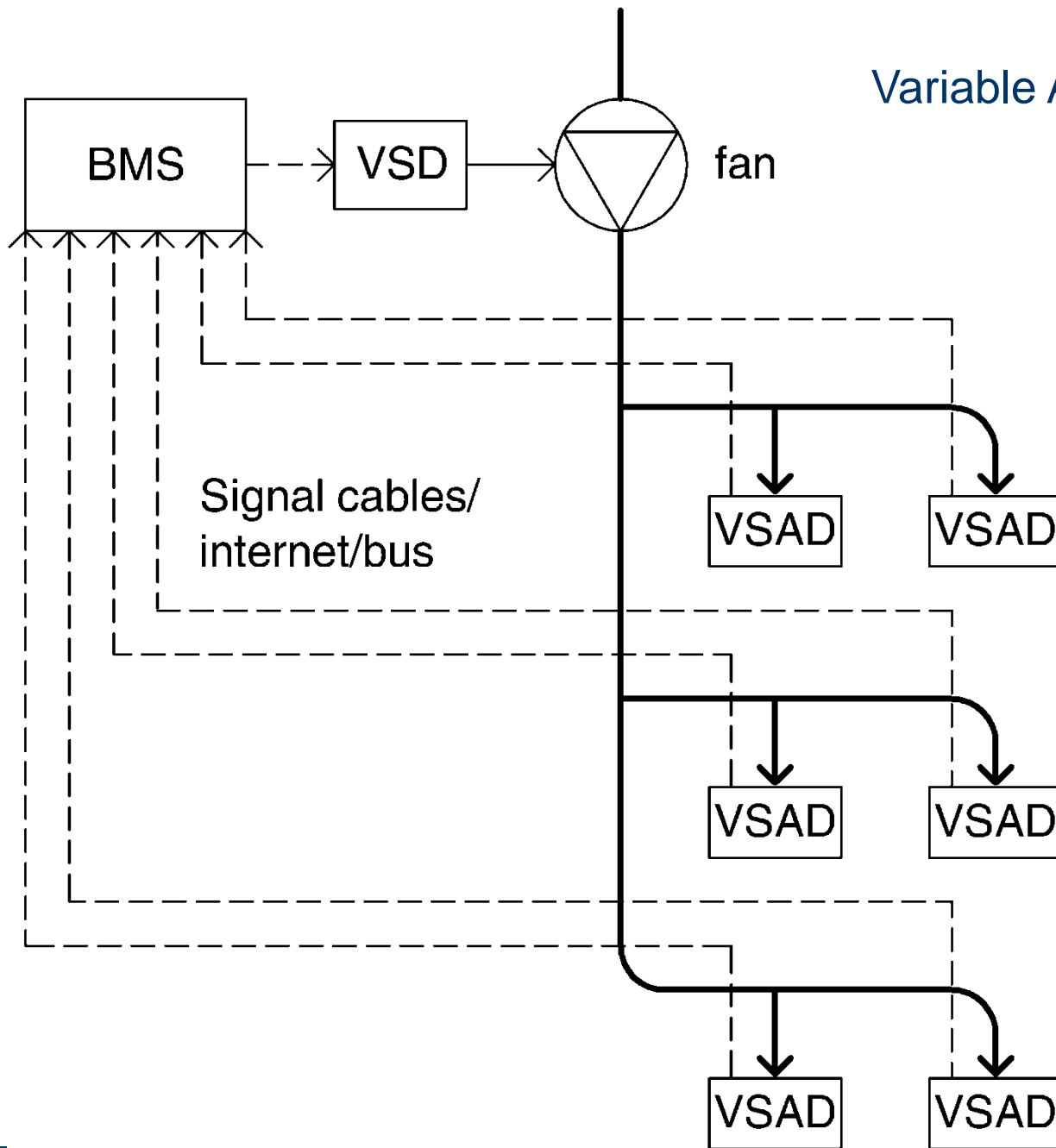


VASD - Variable Air Supply Diffusor

Innebygd – måling, styring, sensorer



Variable Air Supply Diffusor



SFP og energibruk ved r=0,6?

CAV

$$10 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times 2 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3/\text{s}} \times 3000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 17 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ yr}}$$

Dårlig styring – konstant trykk – unøyaktig sensor

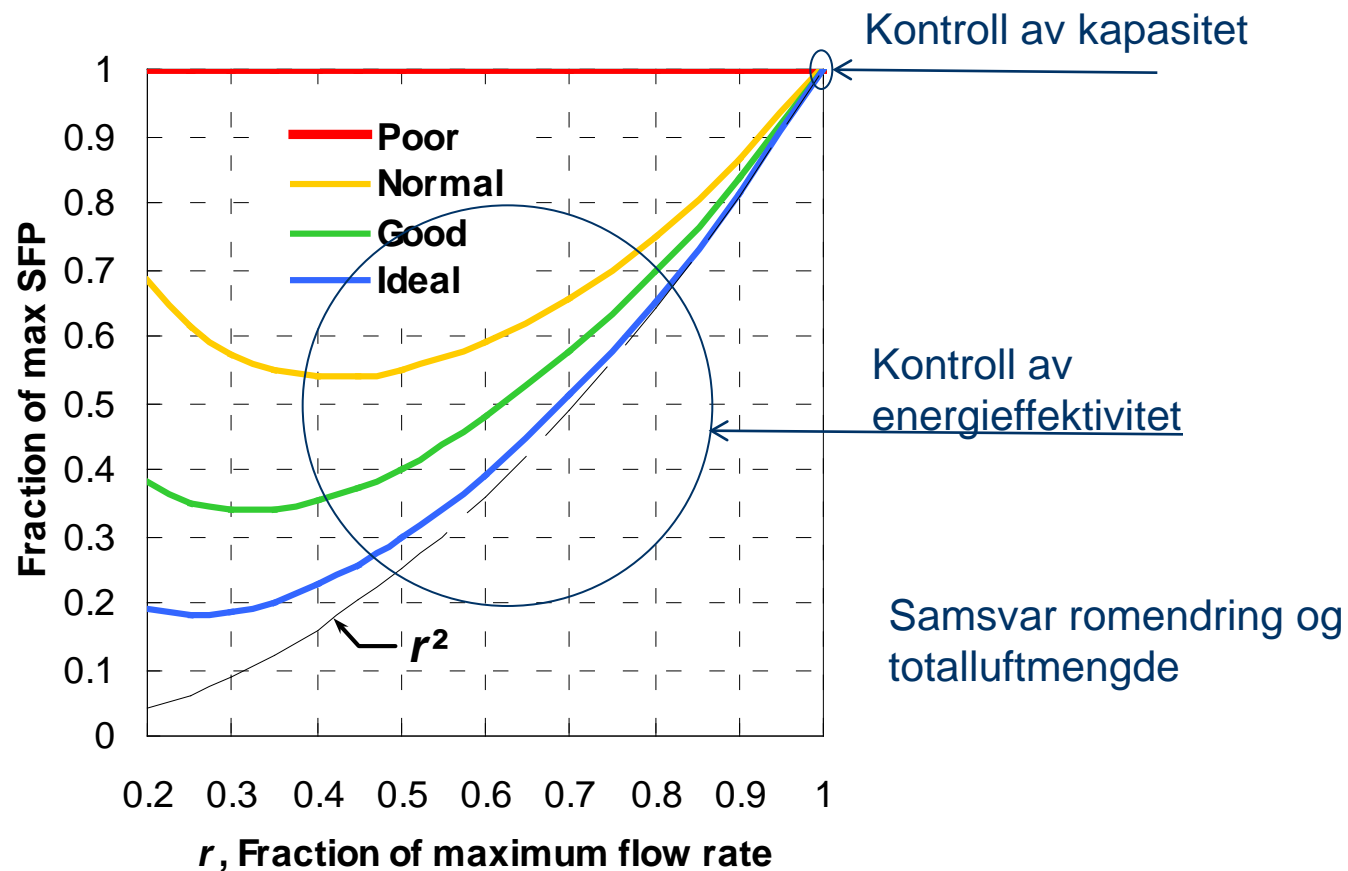
$$8 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times 1,5 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3/\text{s}} \times 3000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 10 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ yr}}$$

Ideell styring

$$6 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times 0,8 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3/\text{s}} \times 3000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 4 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ yr}}$$

$$6 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1}{3} \times 3 \text{ }^\circ\text{C} \times 1000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 6 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ yr}}$$

SFP og VAV



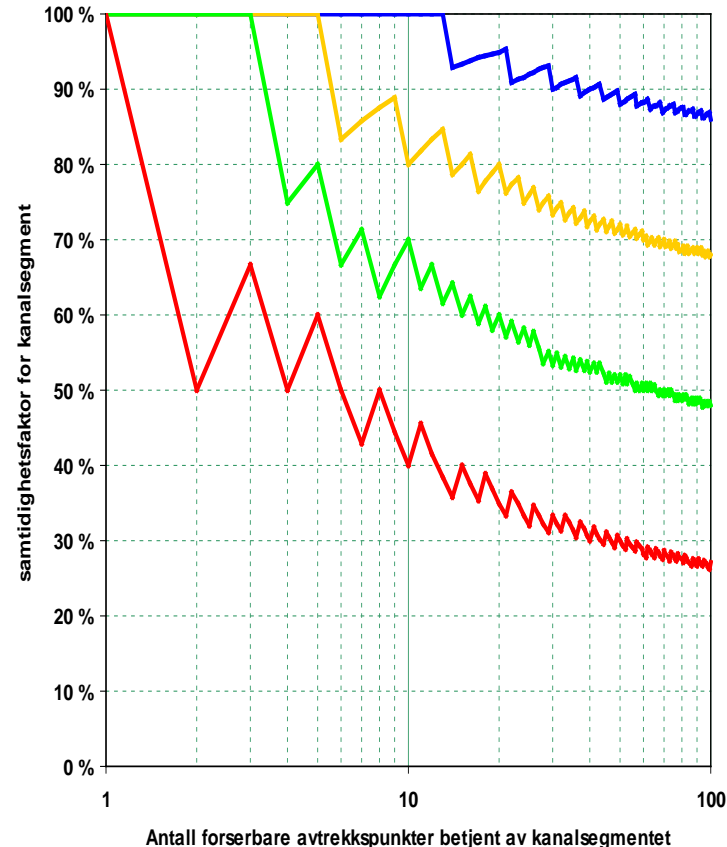
To typer Samtidighet – dimensjonering og beregning

Maksimal samtidighet

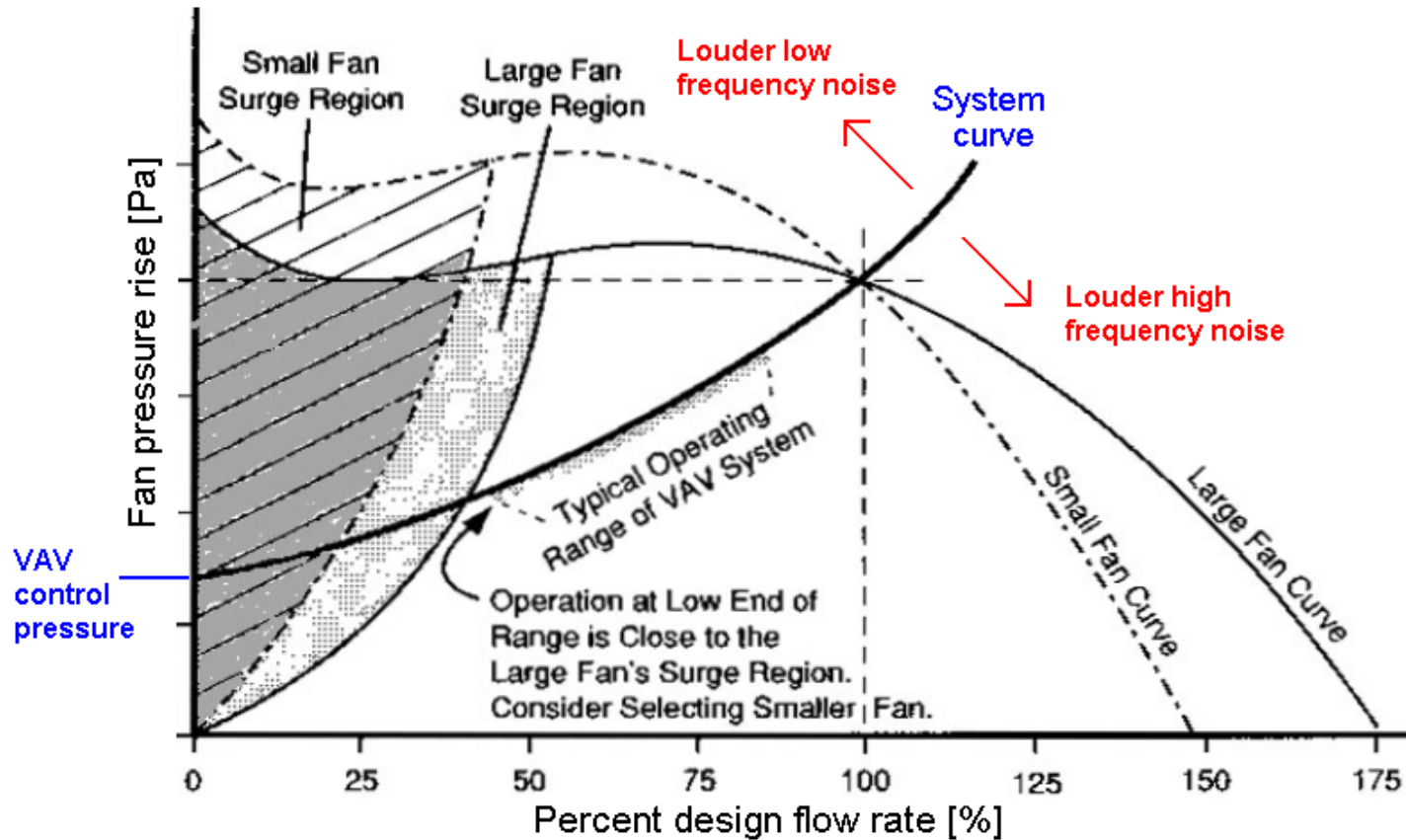
- Dimensjonering
 - Type bruker & antall
 - 60 – 100%

Brukssamtidighet

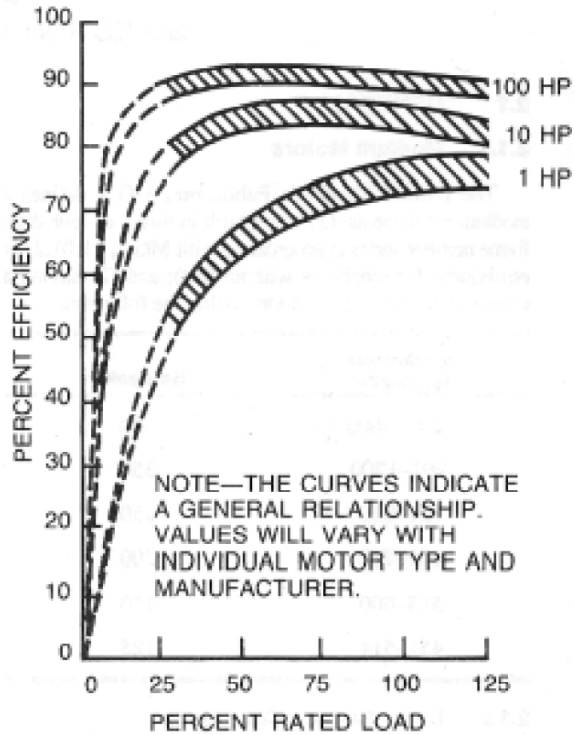
- For energiberegninger
 - Kontorbruk: 30% - 50% (driftstid)
 - Luftmengde: 40 – 60% (CAV)



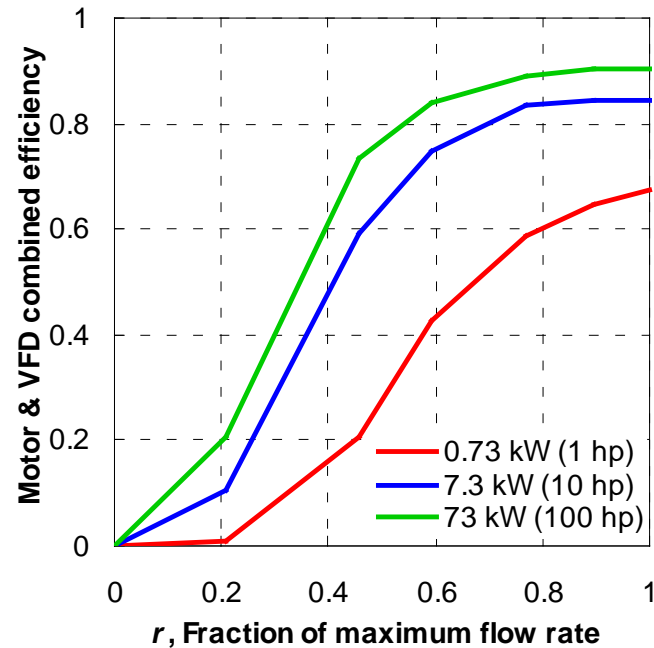
Velg vifte i forhold til normal driftstilstand



Velg viftemotor i forhold til normal driftstilstand

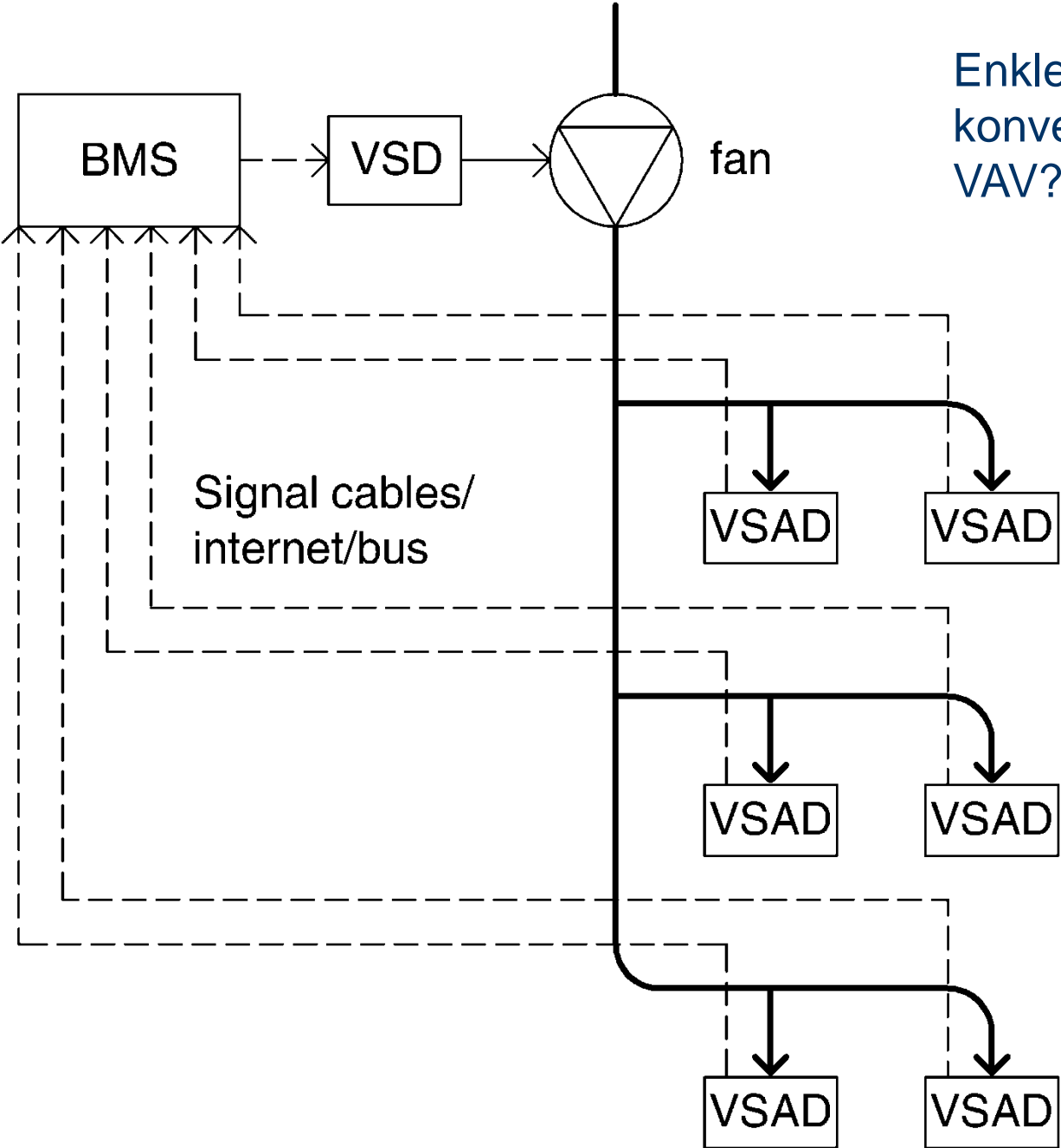


3-fase motorer



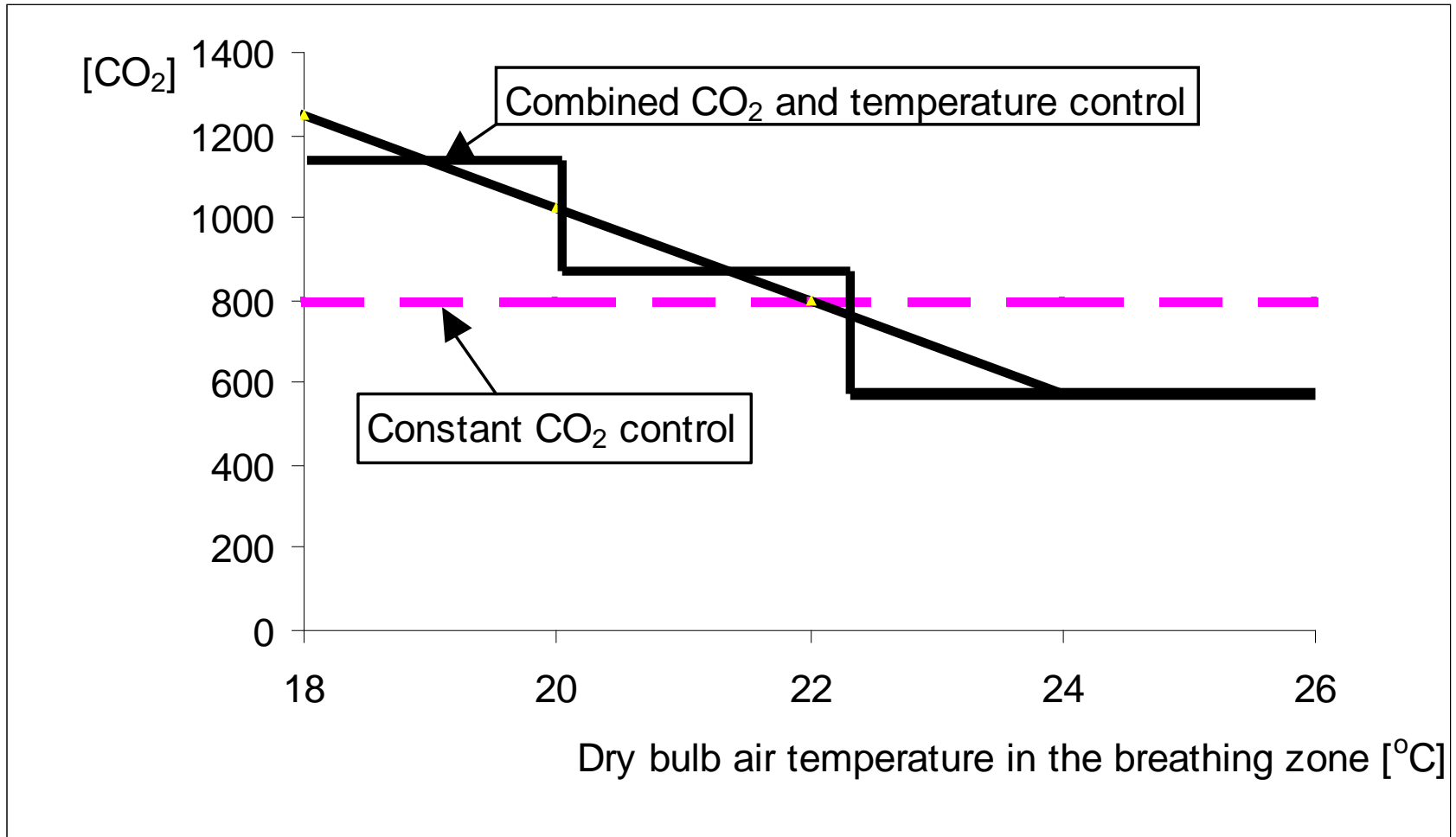
AC motor med
direktedrift

Enkleste løsning for konvertering fra CAV-VAV?



Romregulering- Sensorer

- Temperatur
- Tilstedeværelse
- CO₂
- VOC – dokumentasjon?



VAV-prosjektering og innregulering

Energibruk og sparepotensialet
Ulike systemløsninger
Anbefalte krav

Mads Mysen

VVS-landsmøte 20. mai 2011

Rask endring - oppdatert kompetanse

Alle ledd: Bestiller – rådgiver - entreprenør – leverandør –
”kontrollør” – drift – myndigheter – forskere

Tips:

Velg en rådgiver som gjennom referanseanlegg
dokumenterer god kompetanse på behovsstyring

Krav – dynamiske systemer

Viktige funksjoner logges (vifteeffekt, luftmengder, rombehov, temperaturer, spjeldstillinger)

Tilfredsstill maksimal samtidighet og fungere optimalt i ”normalområde”.

Aldri unødvendig struping langs ”kritisk vei”

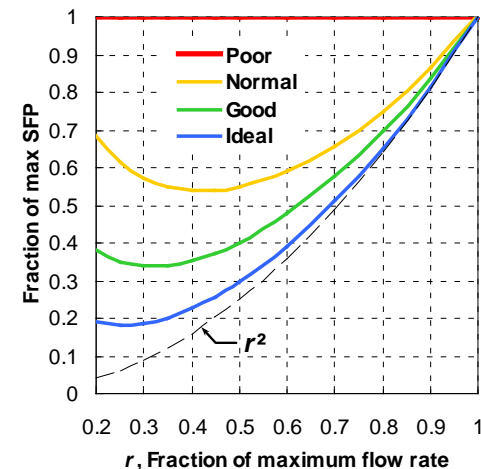
Ansvar

Ved innkjøp:

Klar ansvars plassering

- Systemleveranse
- Funksjonsleveranse
- Totalentreprise
- Performance Contracting

Momenter beskrivelse



- Krav SFP i to driftssituasjoner/SFP-bane
- Definere SFP
- Minst et VAV-enhet/sonespjeld- er maks (80-90%) åpen til enhver tid
- Kommunikasjon/felles grensesnitt SD-anlegget
- Samordnet funksjonstesting – egen post
- Krav til spjeldstillingsområde
- Regulerende enheter kan tilkobles både SD-anlegg og ”mobilt” avlesningsutstyr

Momenter CO₂-sensorer

- Måleusikkerhet
- Levetid
- Kalibreringsprosedyre
- Deltastyring inne-uteføler (NS 15251)
- Styr etter (krav – måleusikkerhet)
- Plassering
- Funksjonskontroll med SD-anlegget

Funksjonstesting

Formål: sikre at anlegget fungerer – variabel belastning

- Eliminere produkt/signal/kablingsfeil
- Er totalluftmengden tilfredsstillende?
- Får alle rom riktig maksimal og minimal luftmengde ved normale driftstilstander
- Arbeider VAV-spjeld i gunstige spjeldposisjoner
- SFP – iht krav

Bruk SD-anlegget!

Sett av tid!

Ha en på forhånd avtalt økonomisk konsekvens for entreprenør ved eventuelle avvik fra krav, for eksempel relatert til økt energikostnad gjennom driftstiden

Momenter i overleveringsprotokoll

Kontroll av SFP-verdi ved definerte driftstilstander

- Anlegget tvangskjøres til maks luftmengde
 - Hovedluftmengder måles (leses av)
 - Vifteeffekter leses av eller måles - SFP beregnes
 - For anlegg med %dimensjon av maks må luftfordeling defineres
- Anlegget tvangskjøres til redusert luftmengde
 - Hovedluftmengder måles
 - Vifteeffekter leses av eller måles - SFP beregnes

Momenter i overleveringsprotokoll

Kontroll av spjeldstillinger og rom/sone-luftmengder

- Anlegget tvangskjøres til nesten maks luftmengde
 - Min og maks luftmengde og spjeldstilling måles og noteres i hvert rom/sone
- Anlegget tvangskjøres til redusert/min luftmengde
 - Min og maks luftmengde og spjeldstilling måles og noteres i hver sone
- Kontroll endring viftepådrag ved endring av behov i rom/sone

Momenter for å sikre god drift

- Dokumentere inneklima med SD-anlegget
 - CO₂, luftmengder, temperatur
- Feilsøke med SD-anlegget – alarmer og tiltaksliste ved alarm/feil
- Rutine for kontroll av ”regulerende enheter” med tilgjengelig ”mobilt” avlesningsutstyr
- Enkelt å kontrollere og skifte alle bevegelige og regulerende komponenter (noen på lager)

Oppsummert - bedre behovsstyring

Plassere ansvar +
etterprøvbare krav

Samordnet funksjonstesting
SFP

■ Tydelig definisjon

■ To kontrollnivåer

CO₂

■ Delta CO₂

■ Sensorkvalitet

■ - måleusikkerhet

