

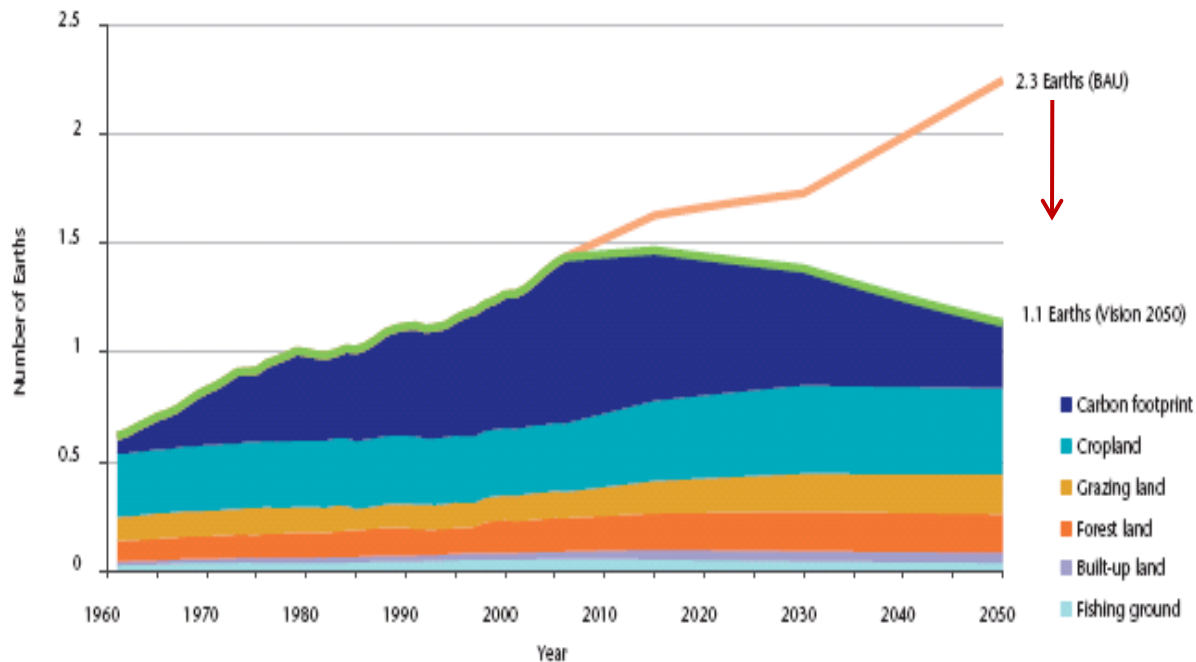
Fremtiden er behovsstyrt, er vi foreredt?

Mads Mysen

Senior forsker SINTEF/Prof II HiOA

"Ren luft – bedre innemiljø" 3. – 4. november, Bergen

Closing the gap



Sources: Global Footprint Network, WBCSD Vision 2050

Resources and Carbon:

Halving CO2 emissions (from 2005 levels); doubling agricultural output and 4-10 fold increase in resource efficiency

Costs:

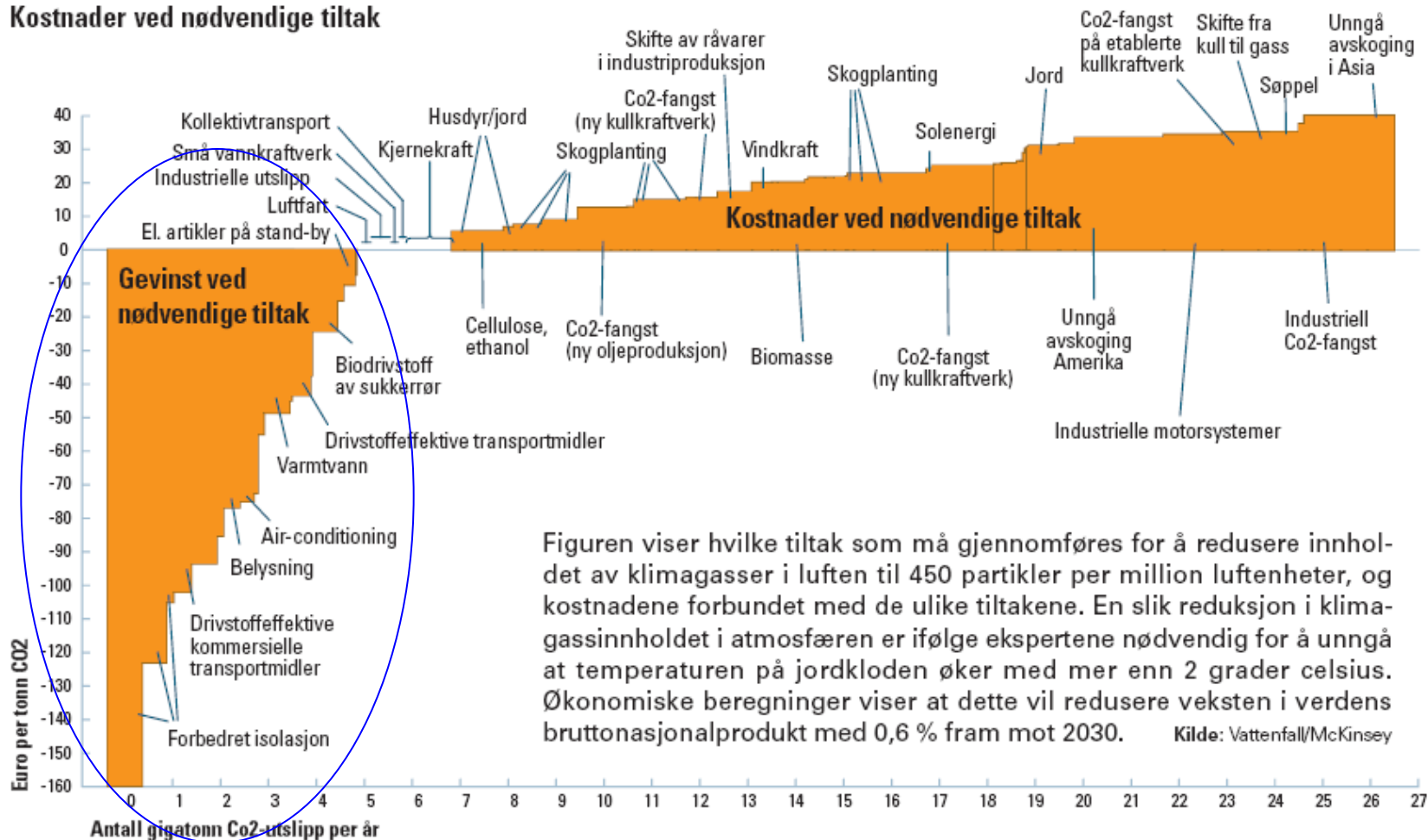
Internalizing cost of carbon, water & other ecosystem services

Consumption:

Changing consumption patterns in favour of more sustainable lifestyles

Hvorfor bygg?

Kostnader ved nødvendige tiltak



Figuren viser hvilke tiltak som må gjennomføres for å redusere innholdet av klimagasser i luften til 450 partikler per million luftenheter, og kostnadene forbundet med de ulike tiltakene. En slik reduksjon i klimagassinnholdet i atmosfæren er ifølge ekspertene nødvendig for å unngå at temperaturen på jordkloden øker med mer enn 2 grader celsius. Økonomiske beregninger viser at dette vil redusere veksten i verdens bruttonasjonalprodukt med 0,6 % fram mot 2030. Kilde: Vattenfall/McKinsey

Kostnader ved ulike klimatiltak i Europa, 2020. Kilde: McKinsey (2008)

Veien videre?

- *Passivhusstandard for nybygg i 2015 – 2020*
- **Nesten -0-energi 2018/2020** EU, Revidert bygningsenergidirektiv



Skjematisk framstilling av hvordan man trinnvis kan skjerpe energikravene fra TEK08-nivå til nullenerginivå i 2027. Kilde: Lavenergiutvalgets rapport, 2009

"Byggereglene blir stadig strengere - alt annet kan man bare glemme",

Understreker administrerende direktør Morten Lie i Statens bygningstekniske etat (BE) Kilde Norsk VVS 01.11.11.



Passivhuskriterier for yrkesbygg!

SINTEF Byggforsk

TOR HELGE DOKKA, MICHAEL KLINSKI, MATTHIAS HAASE OG MADIS MYSEN

Kriterier for passivhus- og lavenergibygge – Yrkesbygg

Prosjektrapport 42

2009



 SINTEF

1. Bakgrunn
2. Overordnede kriterier
 - Oppvarmingsbehov
 - Kjølebehov
 - Varmetapstall
 - CO₂-utslipp og fornybar energi
3. Minstekrav til bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall
4. Anbefalinger for luftkvalitet og termisk komfort
5. Krav til dokumentasjon

<http://www.sintef.no/Byggforsk/>

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

TEK-krav til luftmengder [m³/h]

Forutsetter temperatur- og forurensningskontroll:

Rom i bruk:

Tilført luftmengde $> 26 \cdot \text{personer} + 2,5 \cdot \text{areal}$

Rom som ikke i bruk i driftstiden:

Tilført luftmengde $> 2,5 \cdot \text{areal}$

Utenom driftstiden:

Tilført luftmengde $> 0,7 \cdot \text{areal}$

TEK10/NS 3031, SFP og behovsstyring

- boligbygning $\leq 2,5 \text{ kW}/(\text{m}^3 / \text{s})$
- **øvrige bygninger $\leq 2,0 \text{ kW}/(\text{m}^3 / \text{s})$**

Passivhus

$\leq 1,5 \text{ kW}/(\text{m}^3 / \text{s})$

SFP- beregnes ved gjennomsnittlig luftmengde og gjennomsnittlig trykkfall (Tillegg H NS 3031)

TEK 10 & NS303, Luftmengder og behovsstyring

Hvis IKKE nærmere vurdering gjøres kan gjennomsnittlig luftmengde reduseres med 20% ift dimensjonerende.

(s 22 NS 3031 – NB minimumsluftmengde ved kontrollberegning mot TEK)

Kriterier og verktøy mangler!

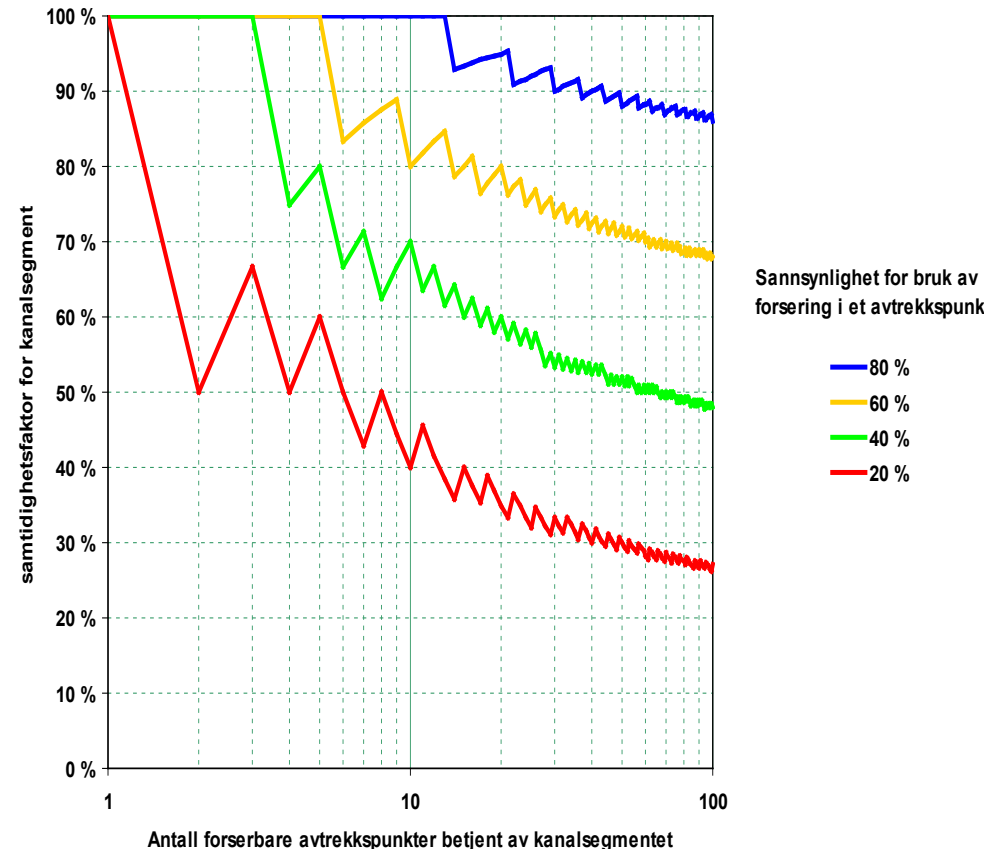
To typer Samtidighet – dimensjonering og beregning

Maksimal samtidighet

- For dimensjonering
 - Type bruker & antall
 - 70 – 100%
 - "Worst case"!

Brukssamtidighet

- For energiberegninger
 - Kontorbruk: 20% - 60% (driftstid)
 - Luftmengde: 40 – 60% (CAV)
 - Realistisk snitt 50/50



TEK – Behovsstyring og SFP

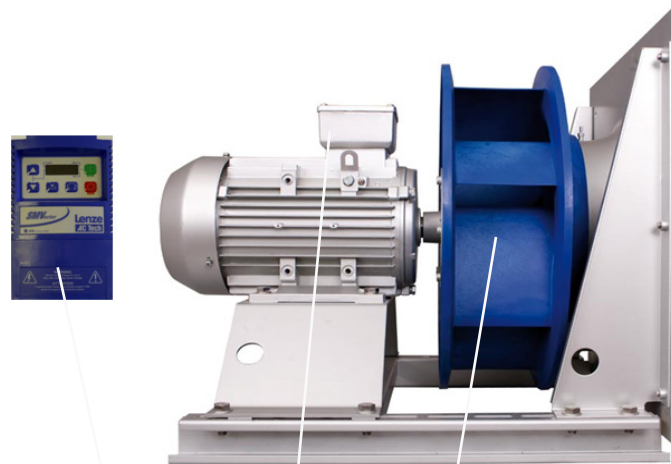
- TEK/NS 3031 premierer behovsstyring:
 - Energioptimal behovsstyring
 - Anslå realistisk gjennomsnittlig luftmengde
 - Bruke SFP ved gjennomsnittlig luftmengde
- Forutsetning for å nå passivhusnivå

Konservativ dimensjonering!

Realistisk energiberegning!

$$SFP = \frac{P_{tv} + P_{fv}}{Q_{størst}} \Rightarrow \frac{\text{Totaltrykkøkning}}{\text{Totalvirkningsgrad}}$$

Kilde: Systemair



Totalvirkningsgrad

$$= \eta_{\text{trafo}} * \eta_{\text{fr.omf}} * \eta_{\text{motor}} * \eta_{\text{vifte}} = \eta_{\text{tot}}$$

Måling av SFP

- Effektmåling – inn på tavla for å få med alle tapsledd
 - Alt.: Vifteeffekt på aggregat og frekvensavlesing og omregning
- 3 faser – den strømmen vi betaler for

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot PF$$

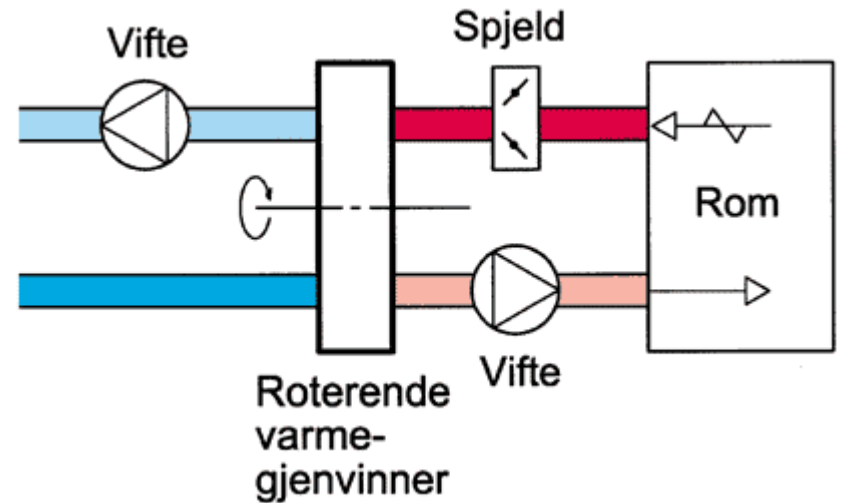
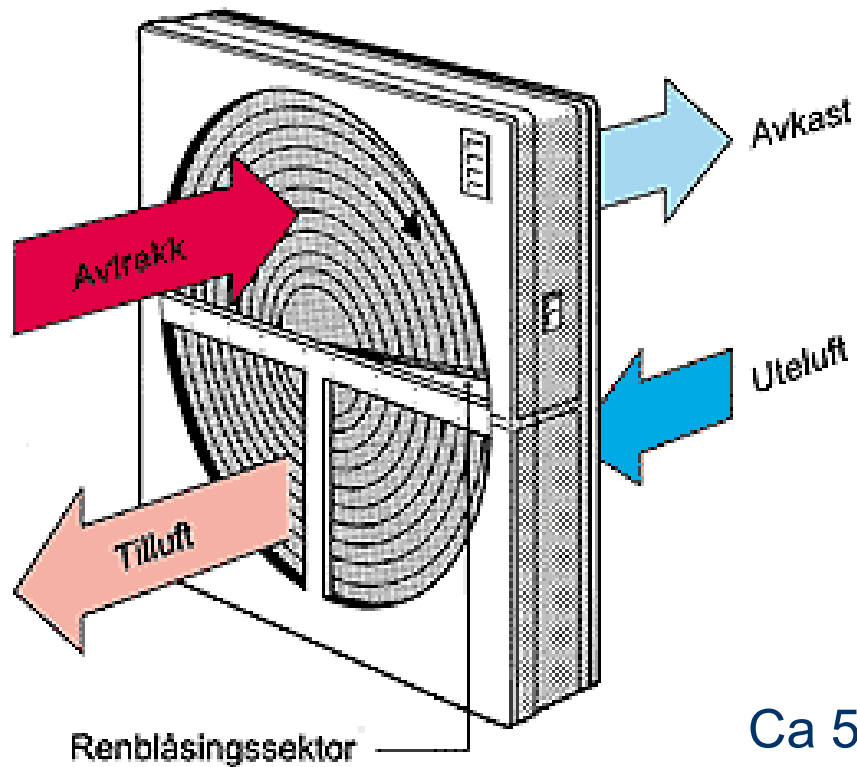
- P-Watt, U-Volt, I-Amp, PF=Power Factor
- Støy på strømmettet
- Overharmoniske svingninger

Hioki
3196



Qualistar
8334

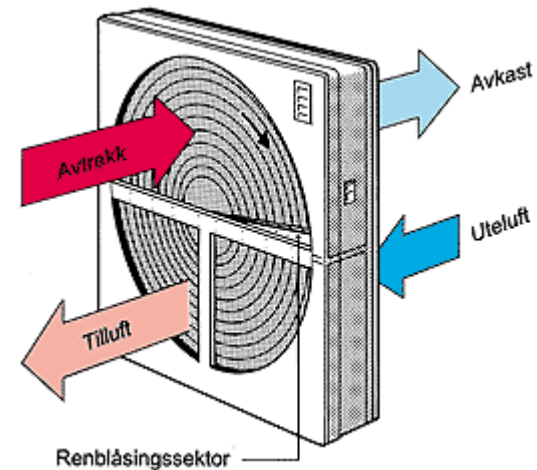
Hva er største luftmengde?



Ca 5% renblåsningsluft over avkastvifte

Største luftmengde

- Helst netto (innreg protokoll) hvis praktisk mulig
 - Aktiv tilluftsventil
- Hovedluftmengder
 - Dysemåling over vifte
 - Krav til lekkasje
 - NB – renblåsningsluft skal ikke med!
- Definere SFP måling i prosjektet



Fremtiden gjelder eksisterende bygg?

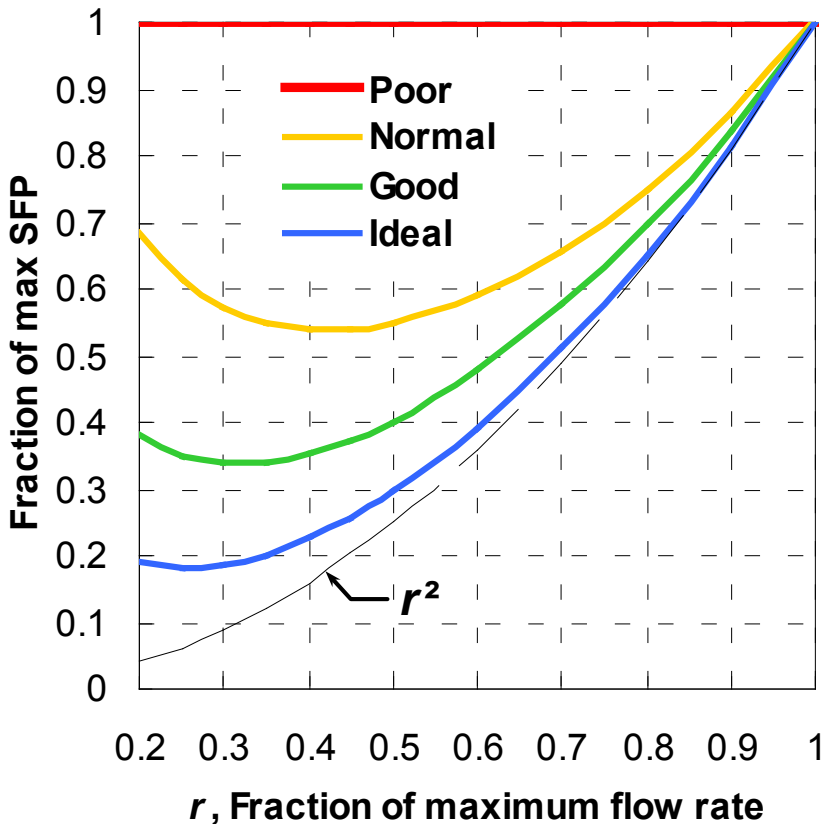
Tidligere PBL/TEK gjaldt kun ved bruksendring og det som etter kommunens skjønn er hovedombygging. Og åpnet for dispensasjon uten særlig grunn.

Ny PBL i 2008/2010

I følge ordlyden i ny Pbl § 31-2 gjelder TEK for alle "tiltak".
TEK gjelder selv om tiltaket ikke er søknadspliktig.

SFP og luftmengde

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



Unødvendig struping langs kritisk vei!

SFP og energibruk

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

$$P = \frac{\Delta p \cdot \dot{V}}{\eta} \rightarrow \dot{V}^{1-3} \quad \Delta p = k_1 + k_2 \cdot \dot{V}^2$$

η_{tot} Blir mindre ved lave luftmengder!

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

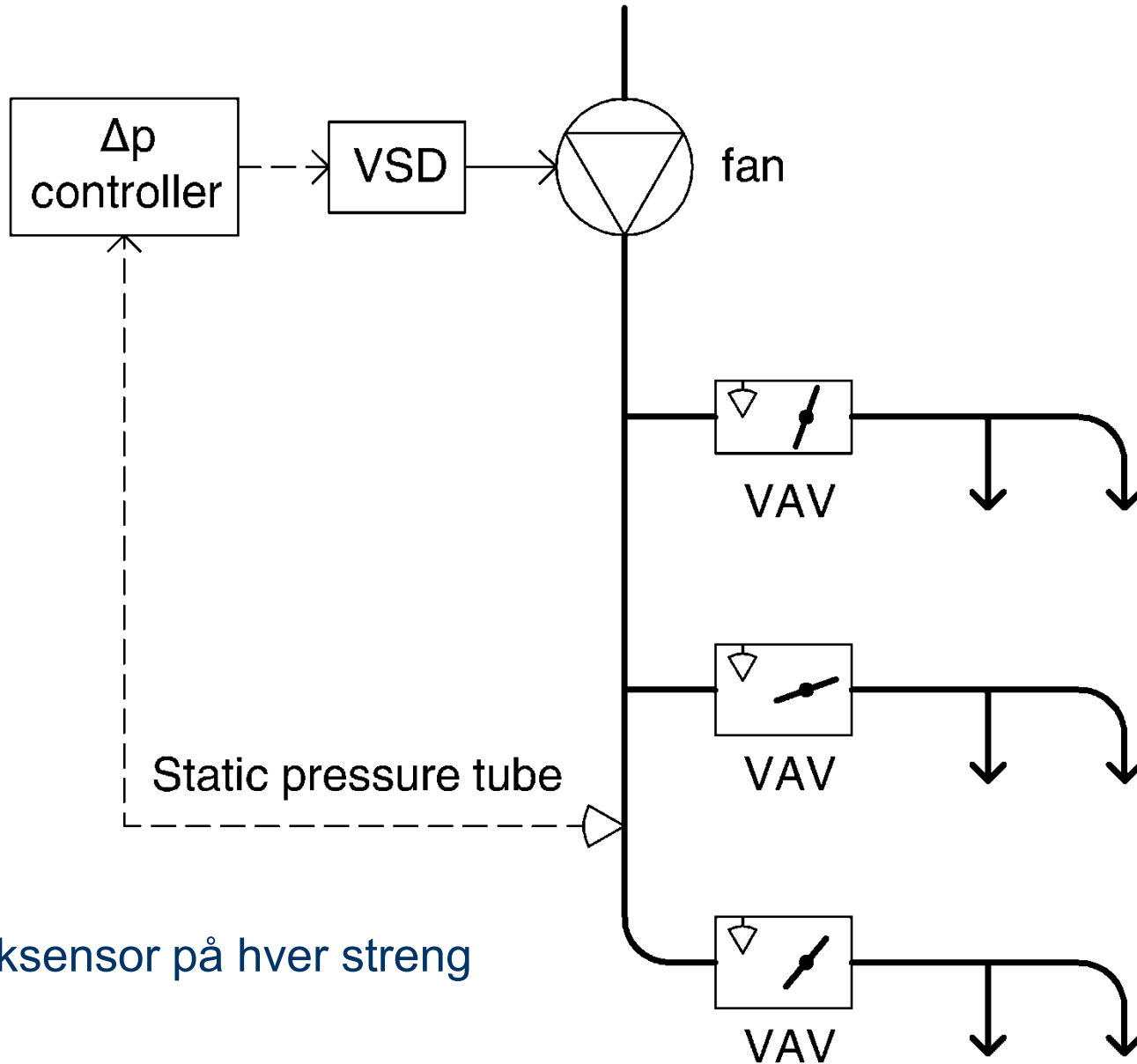
Vifteenergi

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

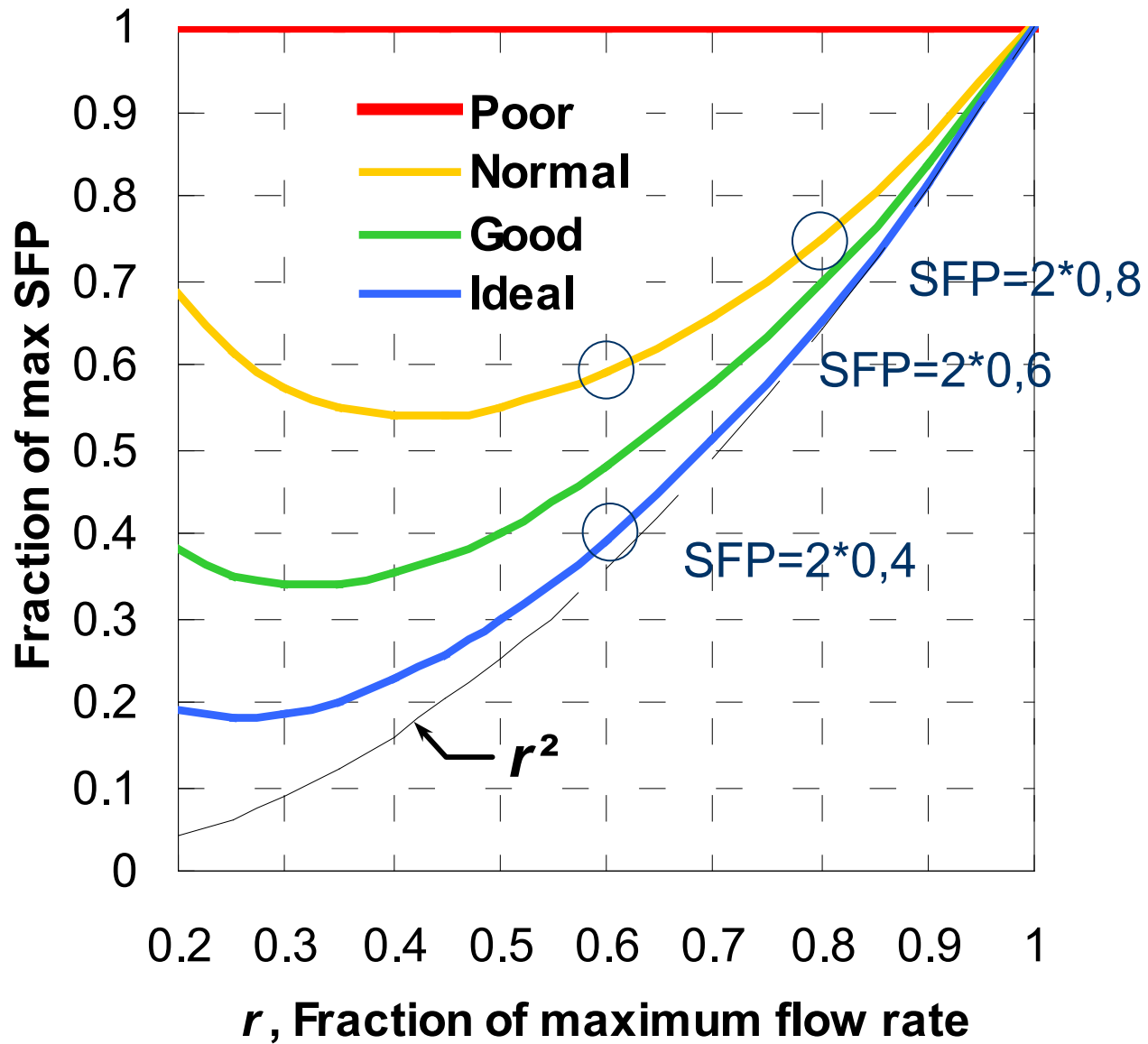
Lokal varme

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

Styring mot fast trykk



Evt trykksensor på hver streng



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/dårlig sensor plassering – r-styring=0,8

$$8 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \times 1,6 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3/\text{s}} \times 3000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 8-11 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ yr}}$$

$$8 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1}{3} \times 3 \text{ }^\circ\text{C} \times 1000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 6-8 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ yr}}$$

Erfaring med trykkstyring

(Klæboe og Hermann 2011)

- Undersøkelser viser systematisk høyere vifteenergibruk med trykkstyring enn SPR (Mingsheng Liu et al.,2007) og aktiv TV (Maripuu 2009)
- Ofte problematisk funksjon (Grini 2010)
- Sensor fanger ikke opp endring - Kun omfordeling

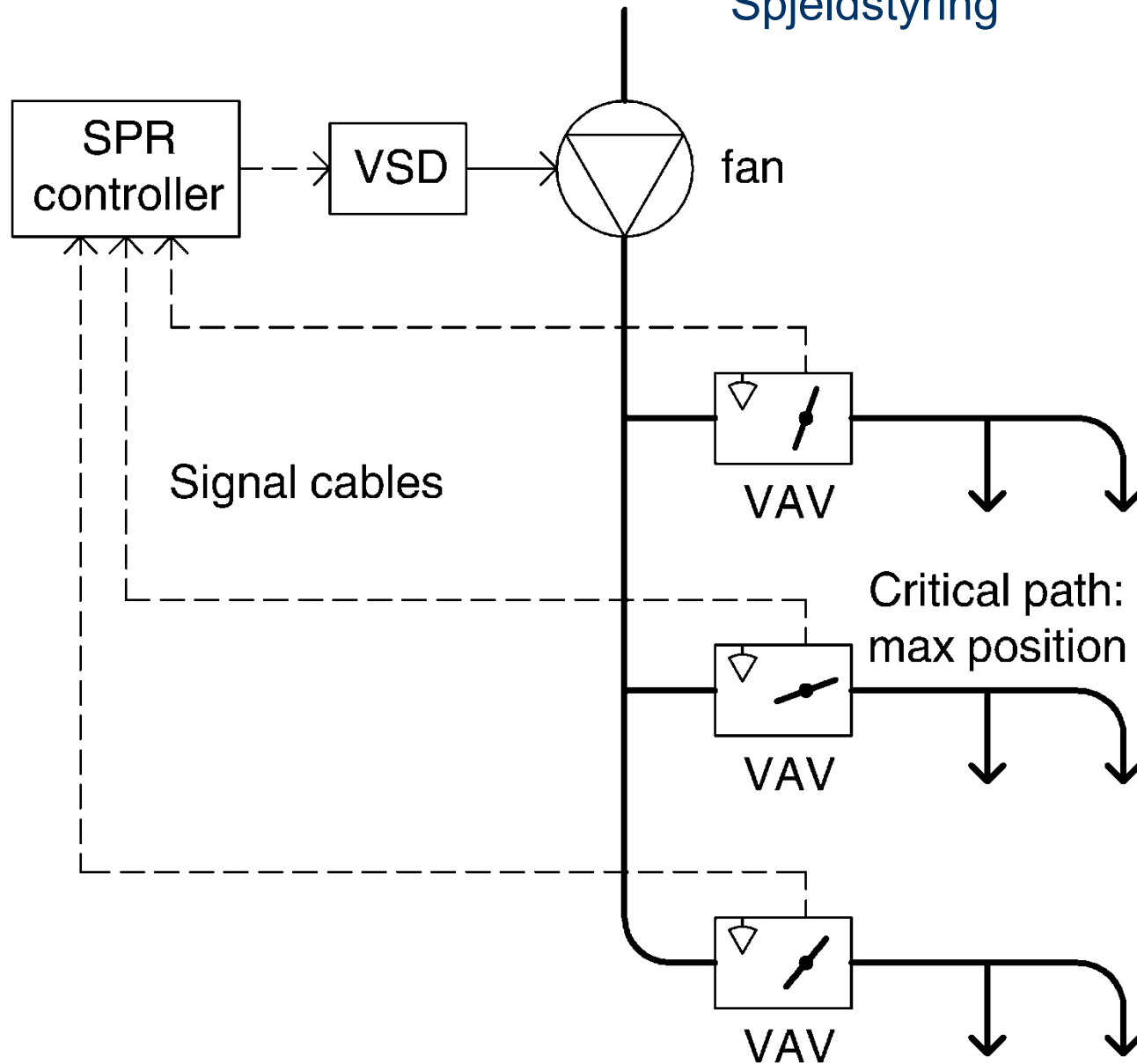
En årsak – ugunstig plassering av trykksensor

- Stabilt trykk og utviklet hastighetsprofil
- Den riktige plasseringen varierer
- Trykksensor må plasseres langt ut, men ingen fasit om hvor.
- Styre viften mot et så lavt trykk som mulig

Fordeler

- Normale "CAV"-ventiler/grener ved trykksensor

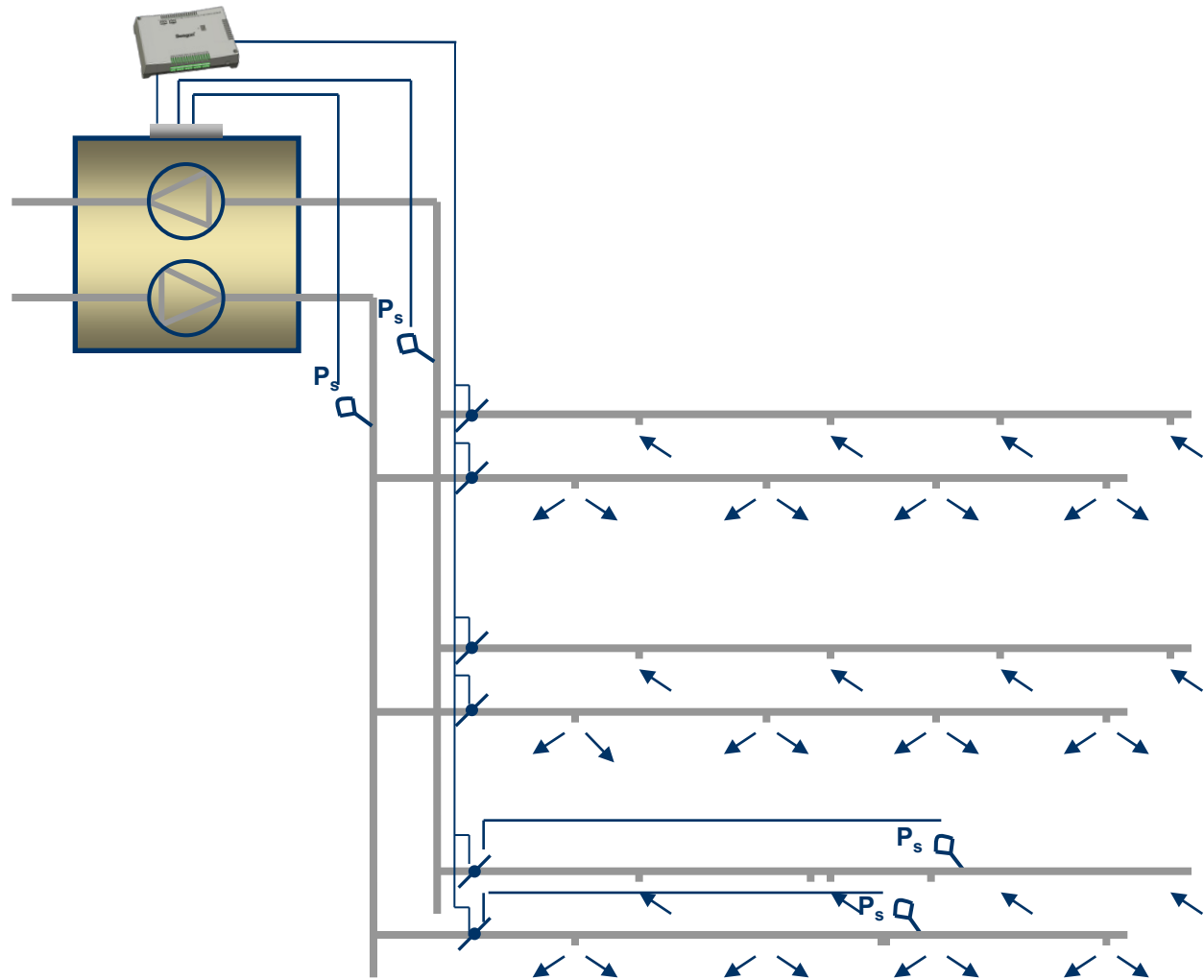
Spjeldstyring



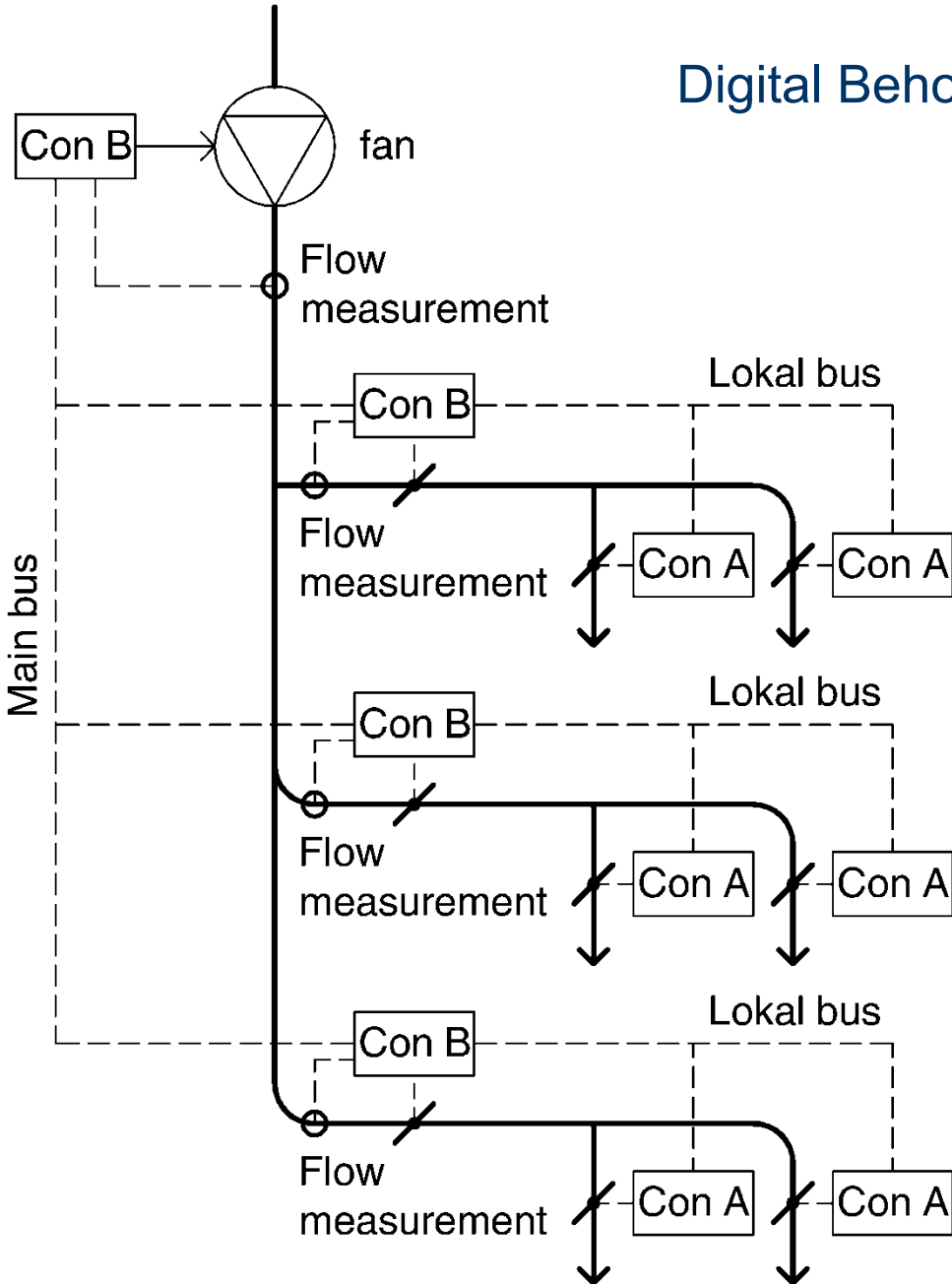
Erfaringer

- Gode etter inntuning
- Vanskelige VAV-spjeld (lite luft) kobles av
- Energieffektive anlegg
- Mange VAV-spjeld pr optimizer med hyppige endringer kan gi pendling (Grini 2010)
- Dyrest
- Økt kompleksitet

Styring mot optimalisert trykk



Digital Behovsstyrt Ventilasjon



Erfaringer



Erfaring fra DBV

Vi trenger løsninger som:

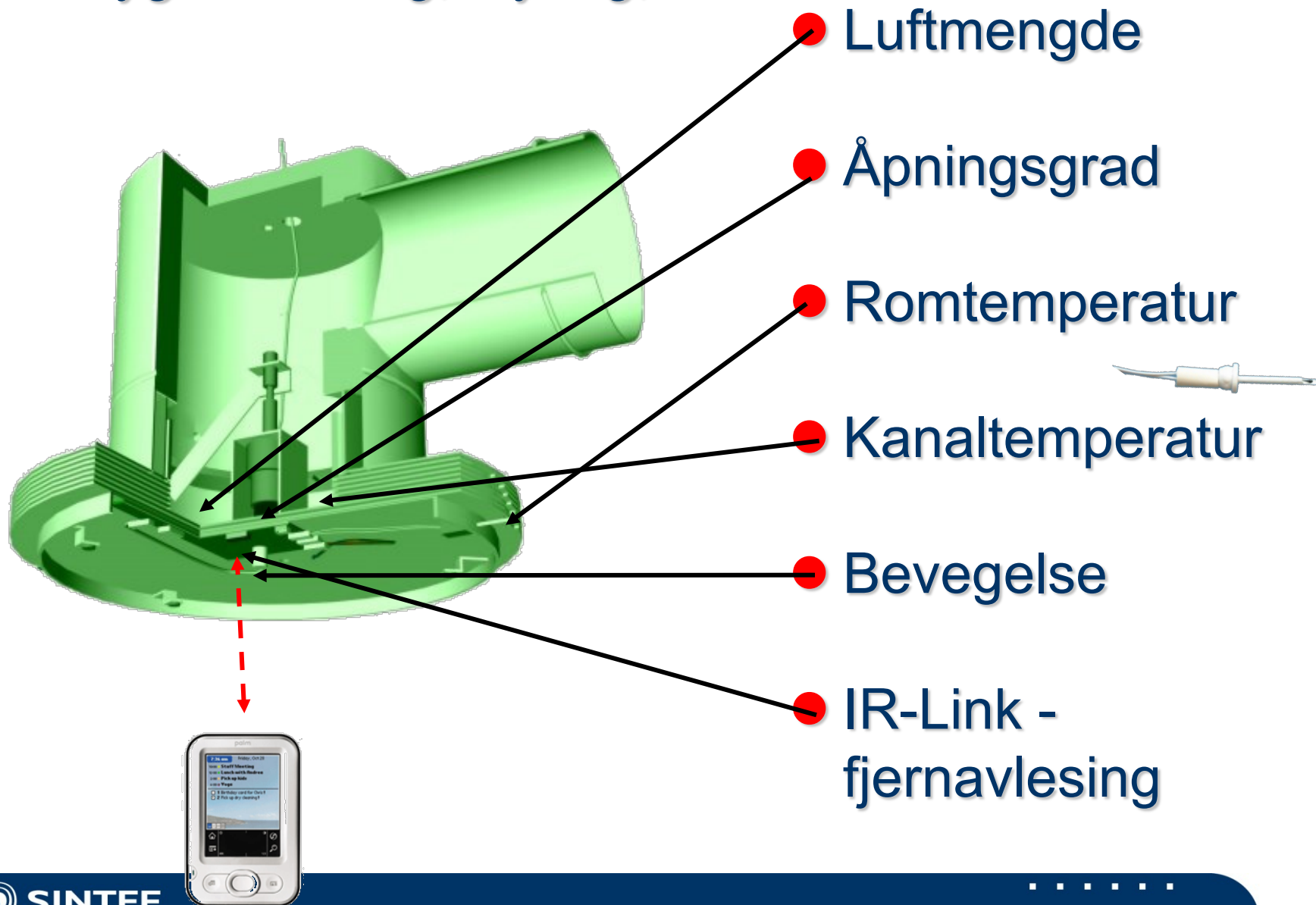
- kompenserer for feil og/eller varsler om feil som denne kanallekkasjen
- gir dokumentasjon på reell leveranse (arbeidsgiveransvaret i forhold til luftkvalitet er ivaretatt)
- enkelt kan endre luftmengde
- kan levere forskjellige minimumsnivåer avhengig av om man er innenfor eller utenfor ordinær arbeidstid

Det kan ikke DBV

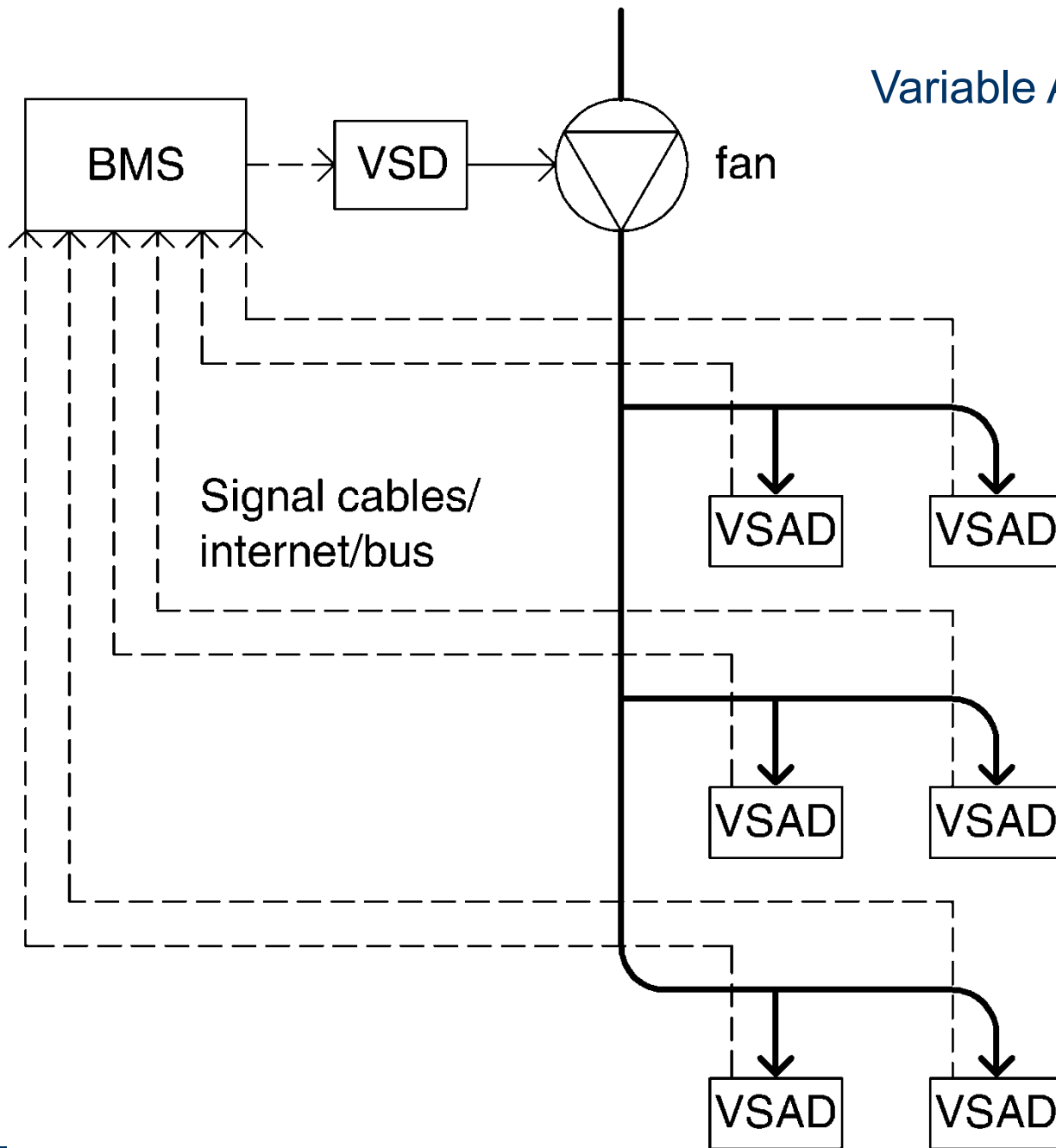
DBV kan være et alternativ til CAV

Aktiv tiluftsventil - Variable Air Supply Diffusor

Innebygd – måling, styring, sensorer



Variable Air Supply Diffusor



Erfaringer

- Gode og energieffektive
- Presise, også ved lave luftmengder ($TEK_{\min} 0,7 \text{ m}^3/\text{hm}^2$)
- Ikke målt/registrert støy prblem
- Mye automatikk er prefabrikkert – "lite" koblingsfeil
- Styrer i forhold til tilstedeværelse, temperatur
- Kan styre lys, radiatorpådrag osv
- Kan kommunisere via internett
- Brukt ved rehab – OK resultat
- Ikke nødvendigvis dyrere enn "trykkstyring"

SFP og energibruk ved r=0,6?

CAV

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

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

Ideell styring

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

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

"Byggereglene blir stadig strengere - alt annet kan man bare glemme",

Understreker administrerende direktør Morten Lie i Statens bygningstekniske etat (BE) Kilde Norsk VVS 01.11.11.



"Vi oppfordrer alle til å jobbe aktivt framover selv om minimumskravene ikke er hevet ennå"

Bedre behovsstyring...

Bedre behovsstyring forutsetter bedre krav og kontroll!
Se <http://www.sintef.no/Projectweb/reduceventilation/>

Plassere ansvar, definer SFP-måling!

