

SFP - Teori og praksis!

TEK 10

**Gjennomgang & når gjeldende?
SFP, Gjenvinner, energiforsyning**

Mads Mysen

Foredrag for VVS-foreningen i Stavanger og Haugesund

TEK10 og SFP

TEK 10

§ 14-3. Energitiltak c) Øvrige tiltak:

1. Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP):

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

Passivhus

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

TEK10 og Årsvirkningsgrad

TEK 10

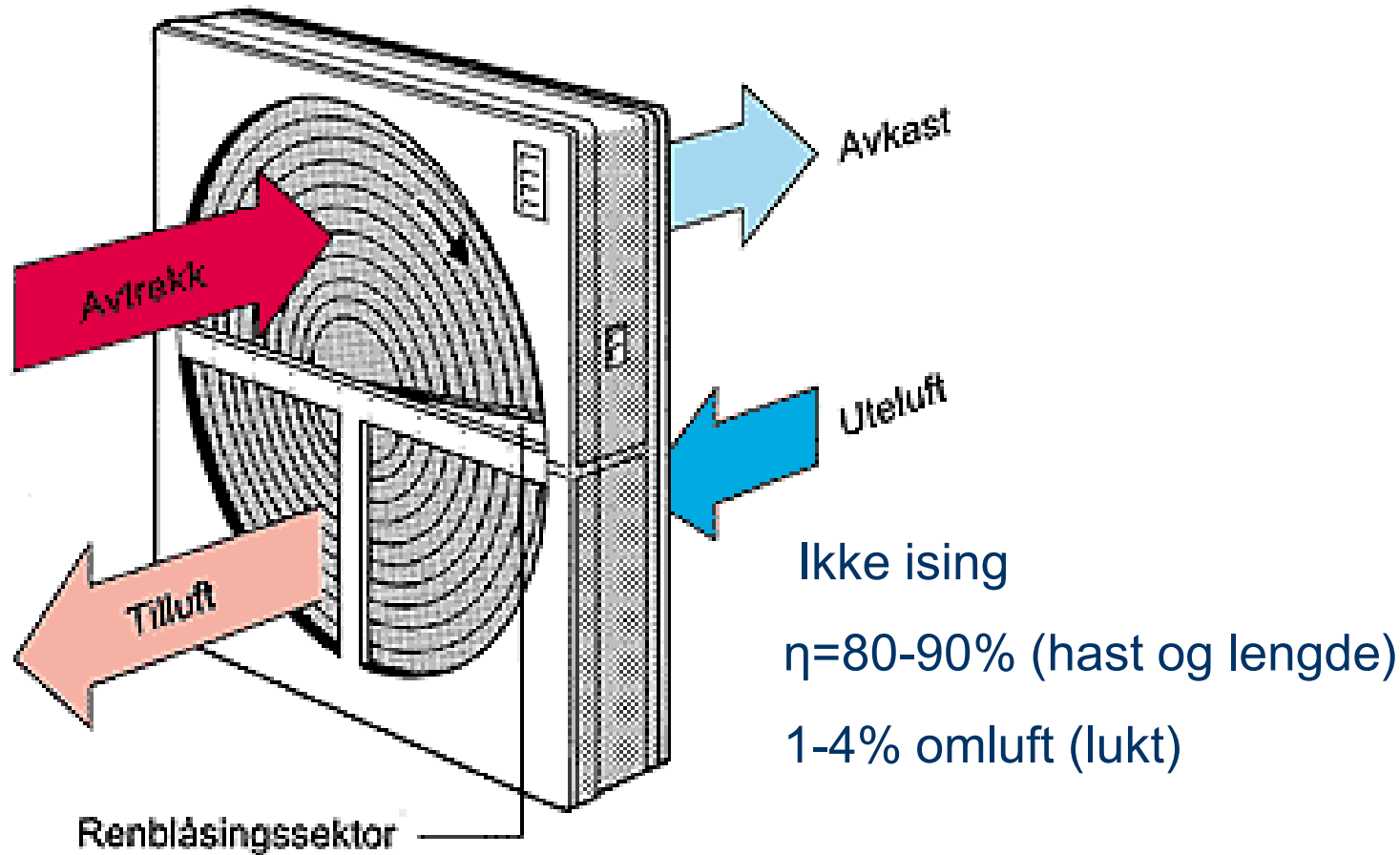
§ 14-3. Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg:

- Boligbygning og arealer der varmegjenvinning medfører risiko for spredning av forurensning/smitte ≥ 70 %
- Øvrige bygninger ≥ 80 %.

Temperaturvirkningsgrad og årsvirkningsgrad

- Måles uten viftevarme i ht til EN 308 for yrkesbygg
- Standard for boliger med viftevarme, skal trekkes fra – 5%
- Roterende (hygroskopisk) gjenvinner $\eta_t = \eta_a$
- Rekuperativ gjenvinnere – frostsikring gir avkasttemperatur"begrensing"
- korreksjon iht NS 3031 tabell H2
 - Tempvirk=80%, Frostsikring=5oC gir årsvirk = 71%

Varmegjenvinnere - roterende



Roterende og luktsmitte

- Renblåsingssone og gunstig vifteplassering- overføringen: 1 %.
- Overføring av lukt/gass avhenger av stoffets diffusjonskoeffisient og overflatens absorberingsevne.

Hygroskopisk gjenvinnere

- >50% overføring av ammoniakk og butan
- 10% overføring av karbondioksid, bensin og **matos**

Etterfilter med kull!

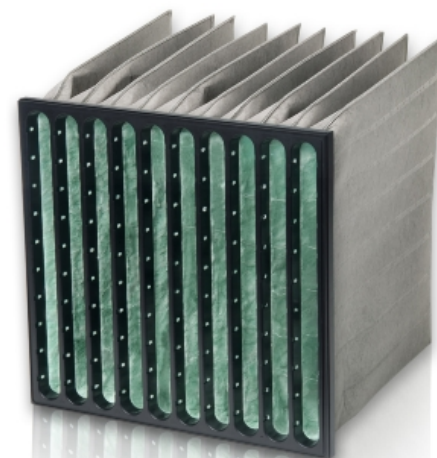
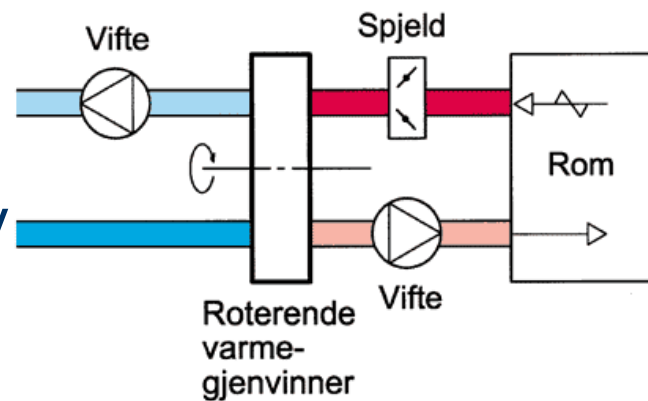
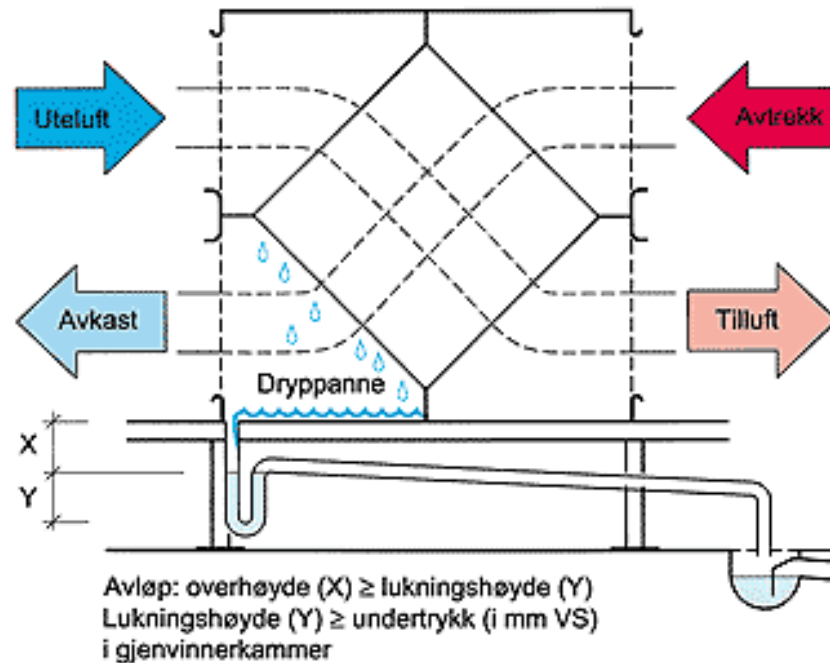
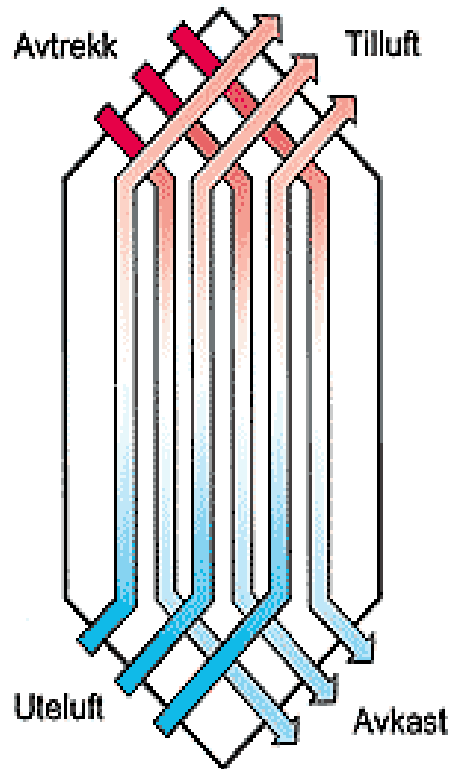


Plate- og rørvarme gjenvinnere



NS 3031 Frostsikringstemp fra 9 grC i boliger -> nt=80%, ÅMT=56%

TEK10 og Energiforsyning

§ 14-7. Energiforsyning

(1) Det er ikke tillatt å installere oljekjel for fossilt brensel til grunnlast.

(2) Bygning **over 500 m²** oppvarmet BRA skal prosjekteres og utføres slik at **minimum 60 %** av netto varmebehov kan dekkes med annen energiforsyning enn direktevirkende elektrisitet eller fossile brensler hos sluttbruker.

(3) Bygning **inntil 500 m²** oppvarmet BRA skal prosjekteres og utføres slik at **minimum 40 %** av netto varmebehov kan dekkes med annen energiforsyning enn direktevirkende elektrisitet eller fossile brensler hos sluttbruker.

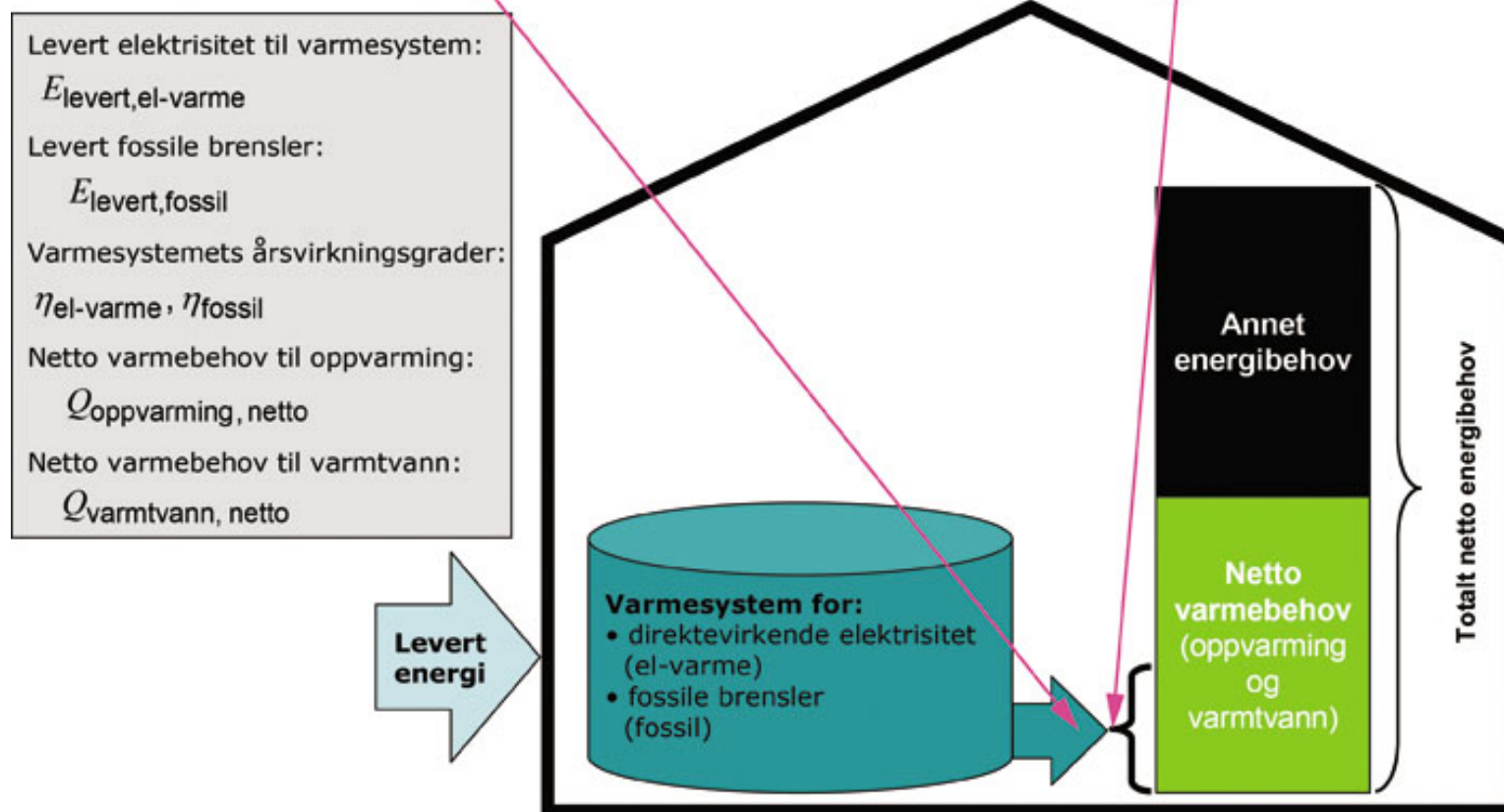
(4) Kravet til energiforsyning etter annet og tredje ledd gjelder ikke dersom det dokumenteres at naturforhold gjør det praktisk umulig å tilfredsstille kravet. For boligbygning gjelder kravet til energiforsyning heller ikke dersom netto varmebehov beregnes til mindre enn 15 000 kWh/år eller kravet fører til merkostnader over boligbygningens livsløp.

(5) Boligbygning som etter fjerde ledd er unntatt fra krav om energiforsyning skal ha skorstein og lukket ildsted for bruk av biobrensel. Dette gjelder likevel ikke boenhet under 50 m² oppvarmet BRA eller bolig som tilfredsstiller passivhusnivå.

Krav til energiforsyning over 500 m² oppvarmet BRA

Minimum 60 % av netto varmebehov skal kunne dekkes med annen energiforsyning enn direktevirkende elektrisitet eller fossile brenslers hos sluttbruker.

$$E_{\text{levert,el-varme}} \eta_{\text{el-varme}} + E_{\text{levert,fossil}} \eta_{\text{fossil}} < (1 - 0,6) \times (Q_{\text{oppvarming, netto}} + Q_{\text{varmtvann, netto}})$$



Energiforsyning

- Min 60% netto varmebehov fra: fjernvarme, varmepumpe, pelletskamin, vedovn, biokjel, biogass, bioolje, etc.
 - Direktevirkende elektrisitet omfatter ikke elektrisitet tilført varmepumpesystemer
- Varmesystem med direktevirkende elektrisitet hos sluttbruker omfatter: panelovner, elektriske varmekabler, stråleovner, elektrobasert varmebatteri i ventilasjonsanlegg, **elektrokjel**, elektriske varmtvannsberedere o.l.

Når gjelder TEK ved rehab?

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 gjelder TEK for alle "tiltak".
TEK gjelder selv om tiltaket ikke er søknadspliktig.

Pbl § 31-2 Tiltak på eksisterende byggverk

- Tiltak på eksisterende byggverk skal prosjekteres og utføres i samsvar med bestemmelser gitt i eller i medhold av loven.

...

- ...

- Kommunen kan gi tillatelse til bruksendring og nødvendig ombygging og rehabilitering av eksisterende byggverk også når det ikke er mulig å tilpasse byggverket til tekniske krav uten uforholdsmessige kostnader



**DET KONGELIGE
KOMMUNAL- OG REGIONALDEPARTEMENT**

Statens bygningstekniske etat
Postboks 8742 Youngstorget

0028 OSLO

Deres ref

Vår ref
10/2102-2 KFR

Dato **21 JAN 2011**

Om forståelsen av pbl § 31-2 første ledd første punktum

Vi viser til e-post fra Statens bygningstekniske etat datert 23. august 2010, der det stilles spørsmål om hvilke krav i bygningslovgivningen som gjelder ved tiltak på eksisterende bebyggelse, samt møte 14. desember 2010.

1. Bakgrunn og problemstilling

Problemstillingen er hvilke materielle/tekniske krav i loven og TEK10 (bygningslovgivningen) som stilles ved bruksendring og når det gjøres arbeid på eksisterende byggverk. Krav i plan kan komme i en annen stilling, og diskuteres ikke her.

Hva er "tiltak"? (brev fra KRD)

■ Tiltak:

- Søknadspliktig (pbl § 20-1)
- Søknadspliktig men selvbygger (pbl § 20-2)
- Unntatt søknadsplikt (pbl § 20-3)

Tiltak som vil være søknadspliktige, og som må oppfylle relevante krav (se pkt. 4 nedenfor) vil, etter § 20-1, bl.a. være:

- tilbygg og påbygg,
- nybygging av våtrom eller ombygging som berører fuktsikring (først og fremst fuktsperre/membran, sluk mv),
- vesentlig reparasjon og ombygging, herunder hovedombygging,
- bruksendring (som omfatter endret bruk av kjeller/loft (tilleggsdel) som boareal (hoveddel))

Hva er ikke "tiltak"? (brev fra KRD)

■ Ikke tiltak: Vedlikehold og oppussing

om arbeidet er en "vesentlig endring eller vesentlig reparasjon" etter lovens § 20-1 bokstav b. En rekke mindre arbeider vil da ikke omfattes, herunder:

- utskifting av ett eller flere vinduer (søknadsplikt kan imidlertid følge av at utskiftingen er en fasadeendring; for øvrig kan utskifting av alle vinduer, særlig i et større byggverk som et flerbolighus, tenkes å være søknadspliktig som et vesentlig arbeid)
- utskifting av deler av kledning,
- omlegging av deler av tak (herunder utskifting av all taksteinen),
- utskifting av inngangsdør av tilsvarende størrelse og type,
- mindre ombygginger, herunder flytting og oppføring av lettvegger¹,
- mindre rørleggerarbeider, som utskifting av armaturer og rør.

Krav til dokumentasjon i TEK

§ 3 Dokumentasjon av produkter.

- Produkter som framstilles og omsettes for bruk i byggverk.
- Før produkter bygges inn i byggverk må det være dokumentert at produktene har de egenskapene som er nødvendige for at det ferdige byggverket tilfredsstiller kravene som følger av forskriften.
- Gjelder ikke for produkter til byggverk som ikke har vesentlig betydning for at byggverket oppfyller krav i forskriften

Krav til dokumentasjon i TEK

§ 3-2. Krav til egenskaper, godkjenning og kontroll

(1) Ethvert produkt som omfattes av Byggevaredirektivet skal ha slike egenskaper som, når det er forsvarlig benyttet, medvirker til at byggverk tilfredsstiller grunnleggende krav til

- a) mekanisk motstandsevne og sikkerhet
- b) brannsikring
- c) hygiene, helse og miljø
- d) sikkerhet ved bruk
- e) beskyttelse mot støy og vibrasjoner
- f) **energisparing** og varmeisolering

Krav til dokumentasjon i TEK

§ 3-3. Markedsføring, omsetning og bruk

- (1) **Produsent/importør/omsetningsledd/forhandler** skal sørge for at egenskaper til produkter til byggverk er dokumentert og at produktdokumentasjon er tilgjengelig.
- (2) Dokumentasjon skal angi produktets egenskaper i henhold til relevant teknisk spesifikasjon og produktets opprinnelse. Dokumentasjon skal være på **norsk** eller et annet skandinavisk språk. **Det er ikke tillatt å benytte uriktig eller mangelfull informasjon som er egnet til å villedde om produktets lovlige bruk** i et byggverk eller om produktets egenskaper.

Krav til dokumentasjon i TEK

§ 3-4. Tekniske spesifikasjoner som grunnlag for dokumentasjon

(1) Egenskaper og dokumentasjon for produkter til byggverk skal være i samsvar med tekniske spesifikasjoner. Tekniske spesifikasjoner er

- a) harmoniserte produktstandarter bekjentgjort i Den Europeiske Unions Tidende
- b) europeiske tekniske godkjenninger bekjentgjort gjennom European Organization for Technical Approvals (EOTA)
- c) nasjonale tekniske spesifikasjoner som er ansett å være i samsvar med de grunnleggende krav og som er bekjentgjort i Den Europeiske Unions Tidende
- d) andre tilfredsstillende tekniske spesifikasjoner, forutsatt at de ikke strider mot EØS-avtalen.

(2) For produkter til byggverk der det foreligger en harmonisert produktstandard, skal produktdokumentasjon utarbeides i samsvar med tillegg ZA i den harmoniserte standarden.

§ 3-5. Attesting av samsvar

(1) Produktdokumentasjon for produkter til byggverk skal inneholde en attesting av samsvar med relevant teknisk spesifikasjon.

(2) Produsent eller dennes representant har ansvar for at attesting av samsvar foreligger og er i overensstemmelse med det som er angitt i relevant teknisk spesifikasjon.

SFP - Teori og praksis!

TEK 10 & Behovsstyrt ventilasjon

Mads Mysen

Foredrag for VVS-foreningen i Stavanger og Haugesund

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

Luftmengder

§ 13-3. Ventilasjon i byggverk for publikum og arbeidsbygning

- I byggverk for publikum og arbeidsbygning skal frisklufttilførsel på grunn av forurensninger fra personer med lett aktivitet være minimum 26 m^3 pr. time pr. person. Ved høyere aktivitet skal frisklufttilførsel økes slik at luftkvaliteten blir tilfredsstillende.
- Friskluft på grunn av lukt og irritasjonseffekter fra stoffer som avgis fra bygningsmaterialer og inventar, skal minimum være $2,5 \text{ m}^3$ pr. time pr. m^2 gulvareal når bygningen eller rommene er bruk. Frisklufttilførsel når bygningen eller rommene ikke er i bruk skal være minimum $0,7 \text{ m}^3$ pr. time pr. m^2 gulvareal.

Luftmengder

Rom i bruk:

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

Rom ikke i bruk:

I driftstid:

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

Ellers:

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

Behovsstyring og TEK

- Luftmengder og SFP (NS 3031)
- Luftmengder: Hvis IKKE nærmere vurdering gjøres kan gjennomsnittlig luftmengde reduseres med 20% ift dimensjonende (s 22 NS 3031)
- SFP- beregnes ved gjennomsnittlig luftmengde og gjennomsnittlig trykkfall (Tillegg H s 58 NS 3031)
 - Egen formel for SFP ved redusert luftmengde

To typer Samtidighet – dimensjonering og beregning

Maksimal samtidighet

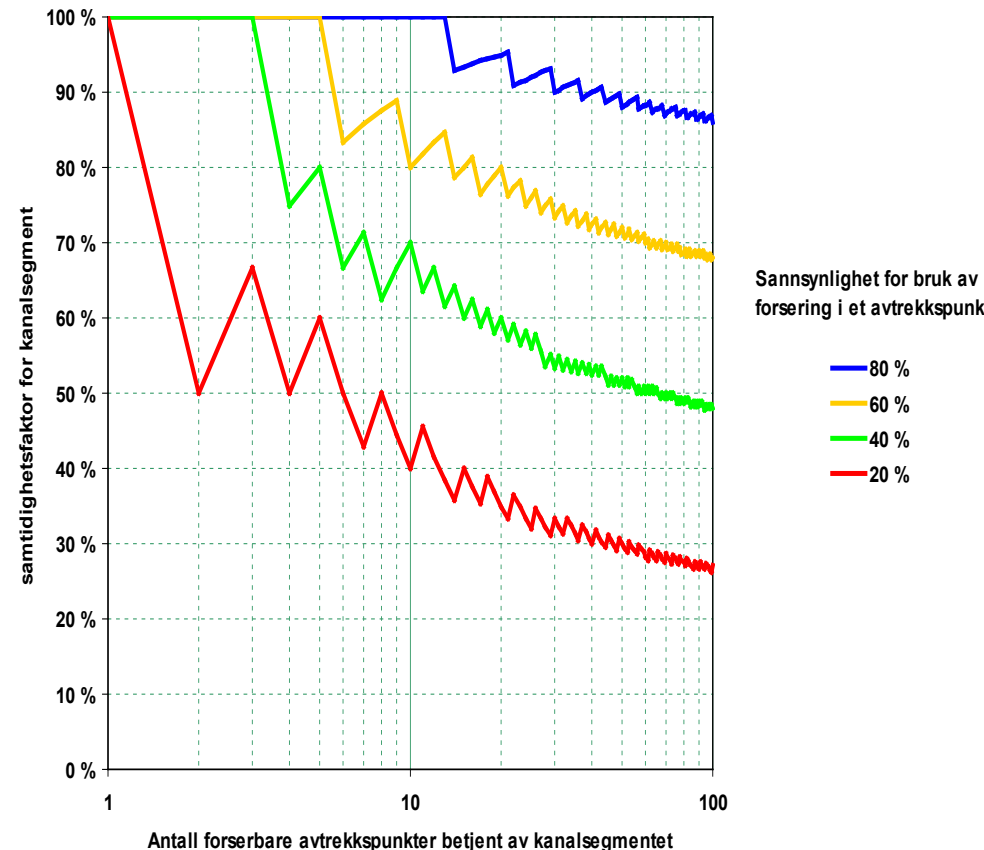
■ For dimensjonering

- Type bruker & antall
- 60 – 100%

Brukssamtidighet

■ For energiberegninger

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



SFP og energibruk

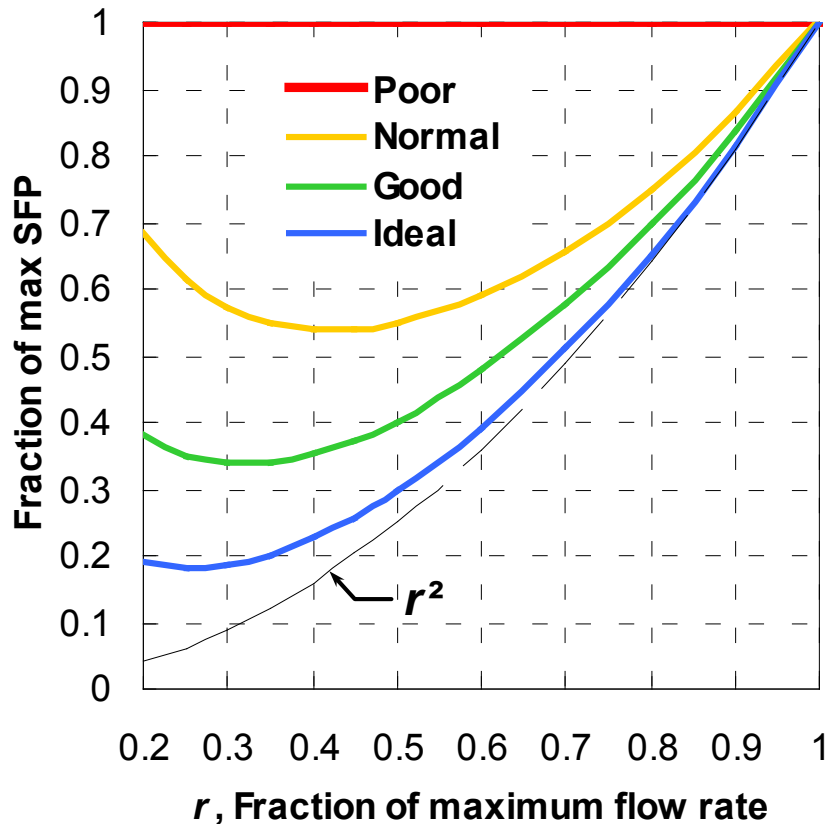
$$P = \frac{\Delta p \cdot \dot{V}}{\eta} \rightarrow \dot{V}^3 \quad \Delta p = k \cdot \dot{V}^2$$

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

η_{tot} Blir mindre ved lave luftmengder!

SFP og VAV

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



Unødvendig struping
langs kritisk vei!

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

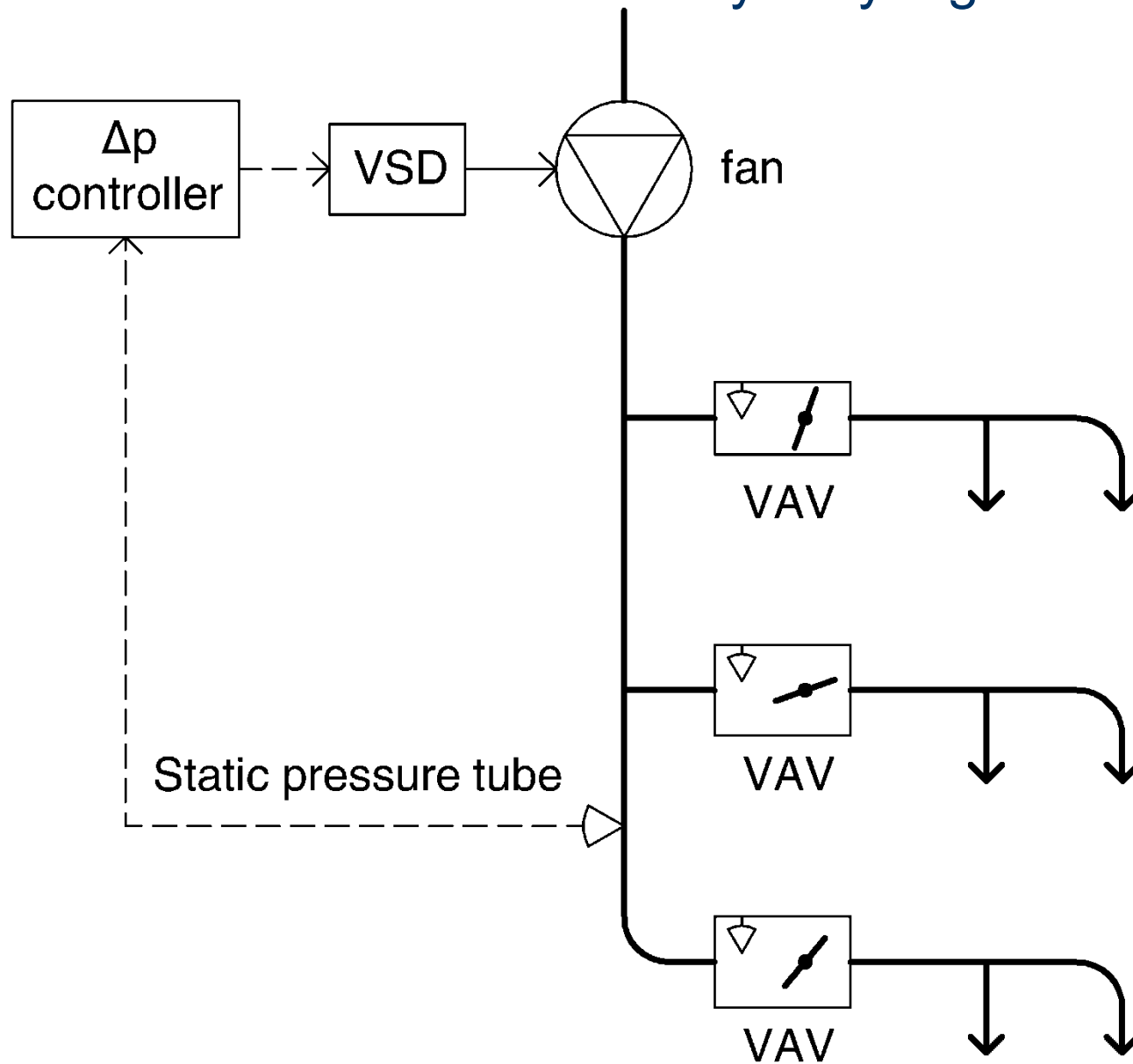
Vifteenergi

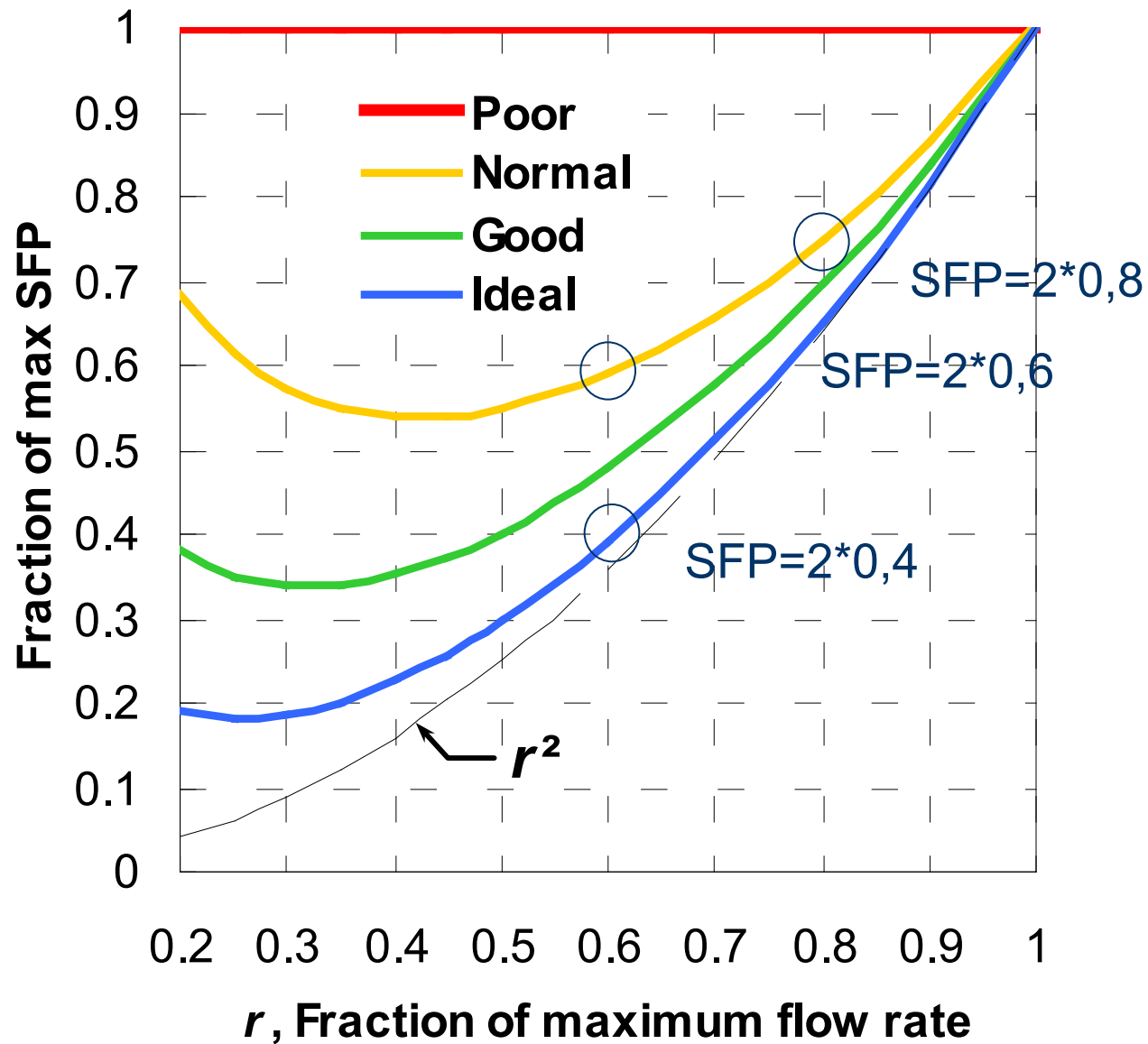
$$10 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times 2 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3/\text{s}} \times 3000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 17 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ yr}}$$

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

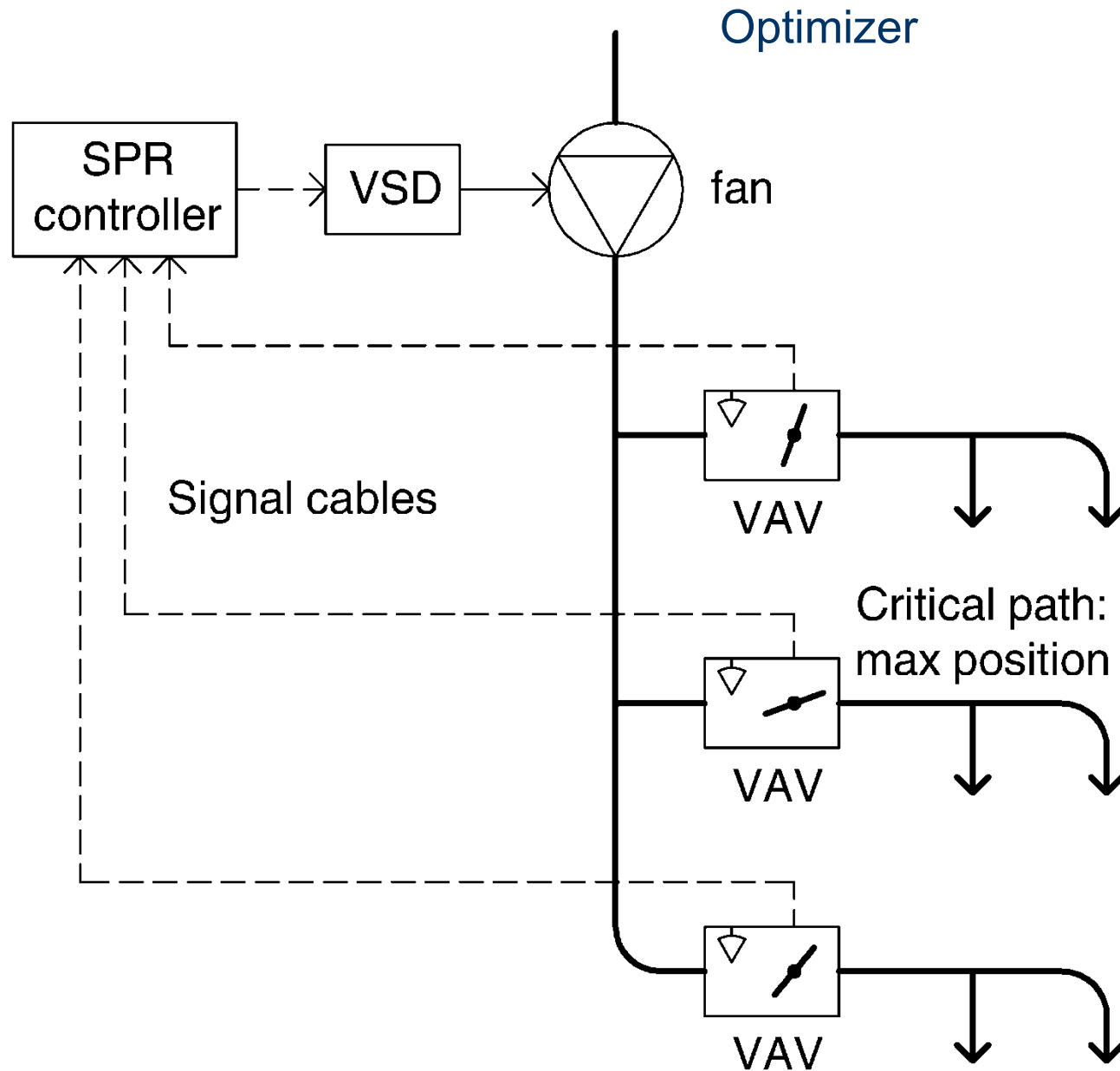
$$10 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times 2 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3/\text{s}} \times 3000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 17 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ yr}}$$

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

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

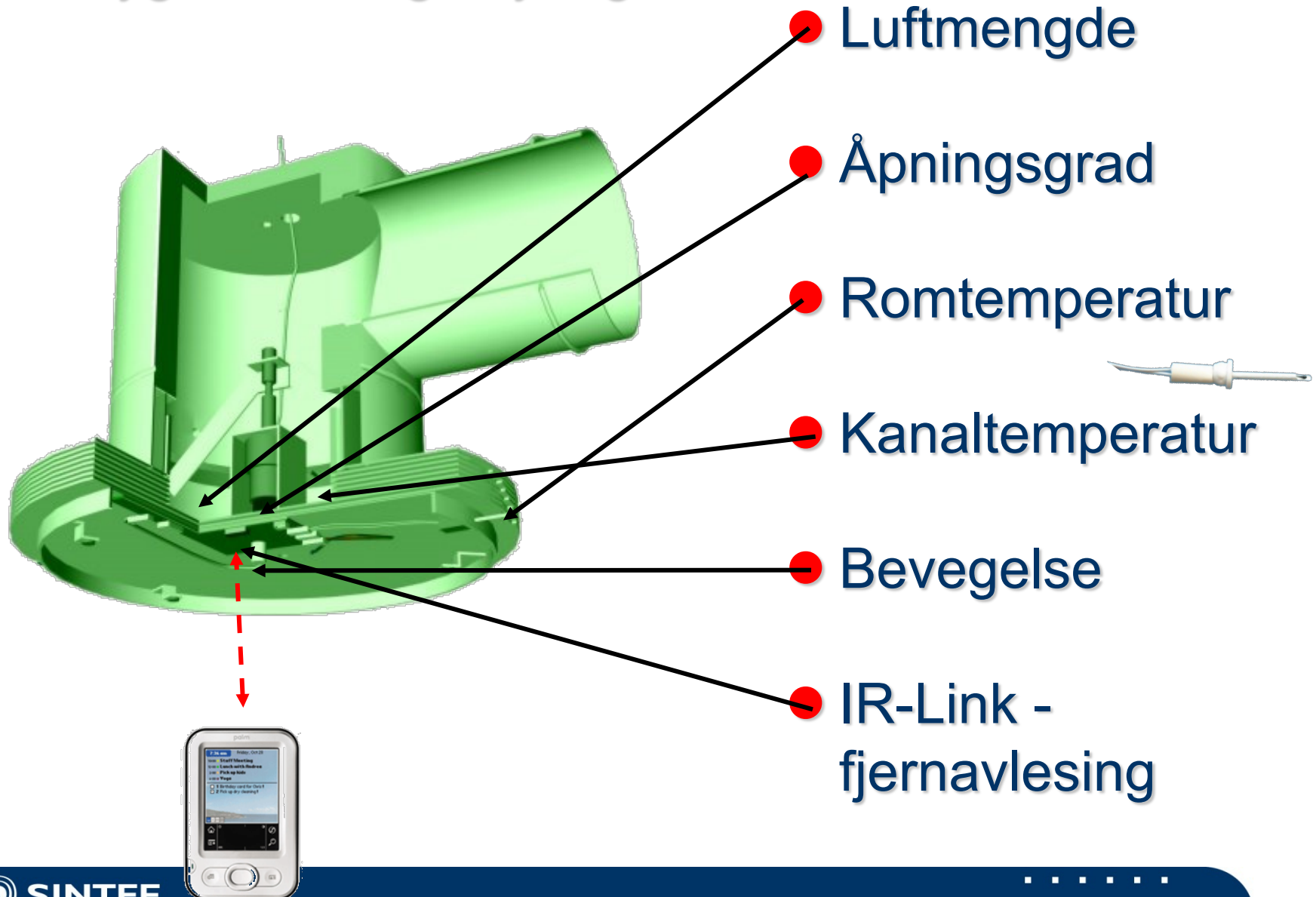
$$8 \frac{\text{m}^3/\text{h}}{\text{m}^2} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times 1,6 \frac{\text{kW}}{\text{m}^3/\text{s}} \times 3000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 8-11 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ yr}}$$

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

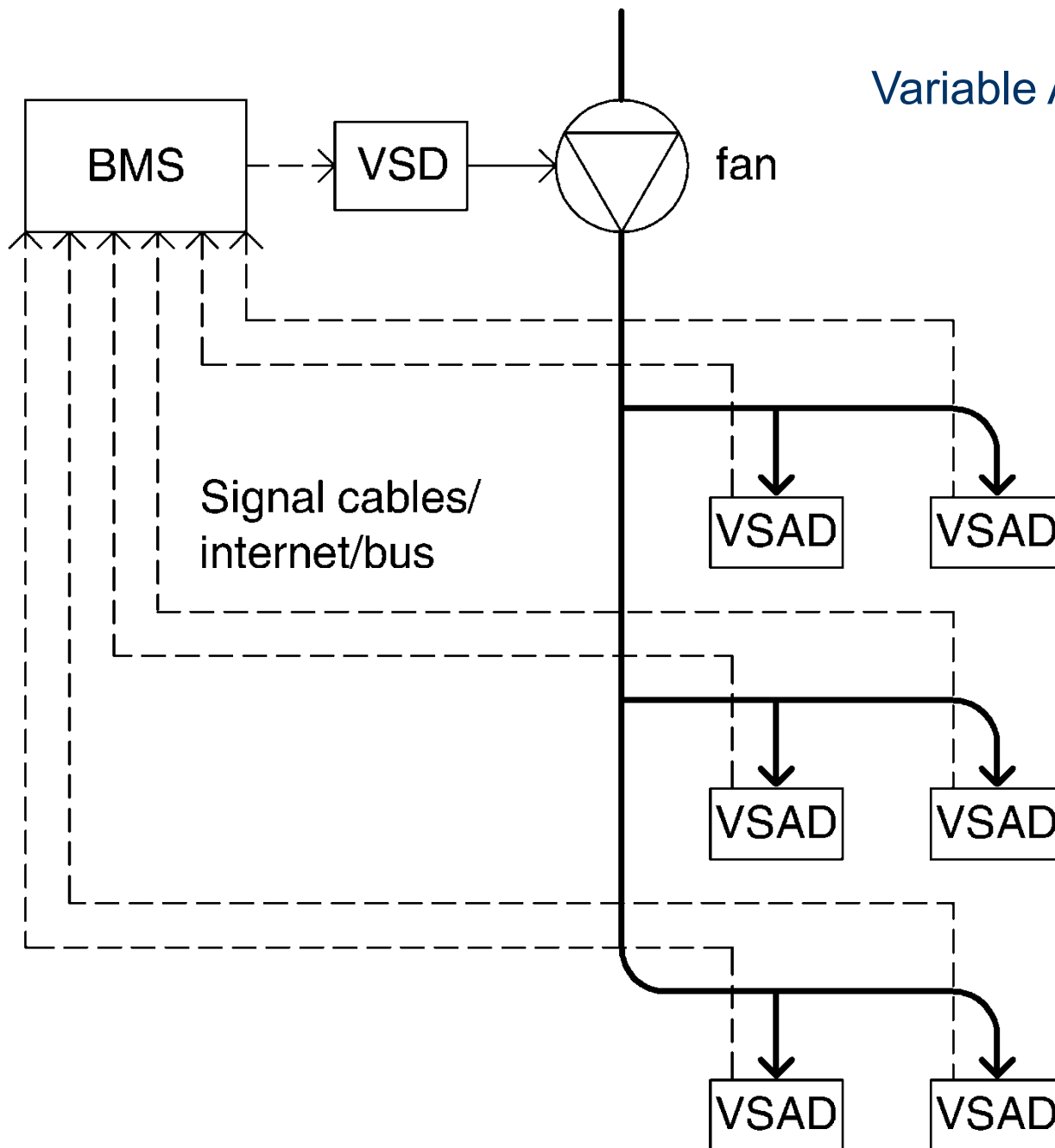


VASD - Variable Air Supply Diffusor

Innebygd – måling, styring, sensorer



Variable Air Supply Diffusor



SFP og energibruk ved r=0,6?

CAV

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

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

Ideell styring

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

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

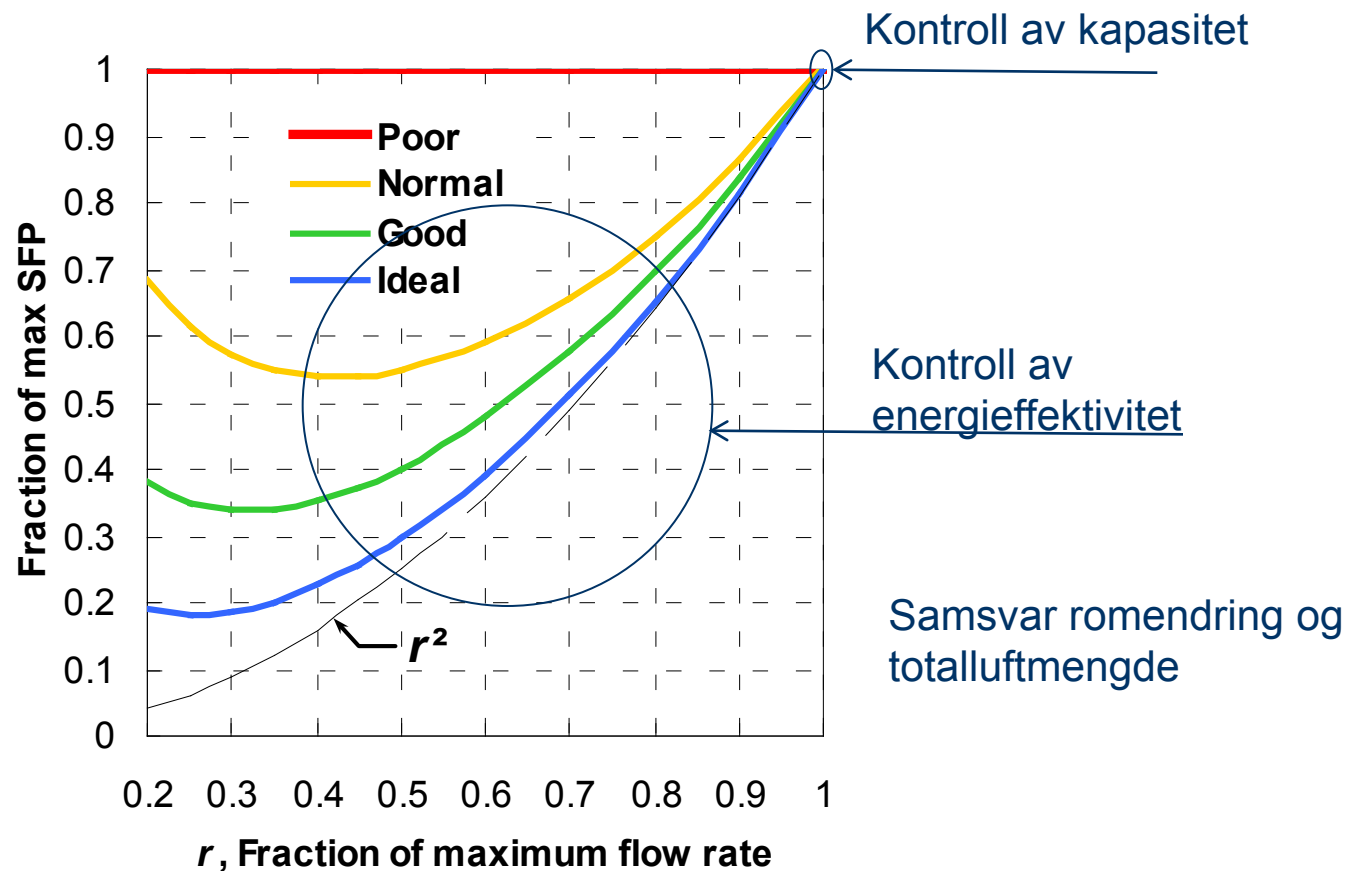
SFP og VAV

- TEK åpner for stor energigevinst:
 - Hvis man beregner/dokumenterer gjennomsnittlig luftmengde
 - Dokumenter/beregn SFP ved gjennomsnittlig luftmengde
 - Bruker energioptimal behovsstyring
- "Forutsetning for å nå passivhusnivå

NB! Gjennomsnittlig luftmengde brukes ved energiberegning
– ikke ved dimensjonering av anlegg

SFP og VAV

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



SFP - Teori og praksis!

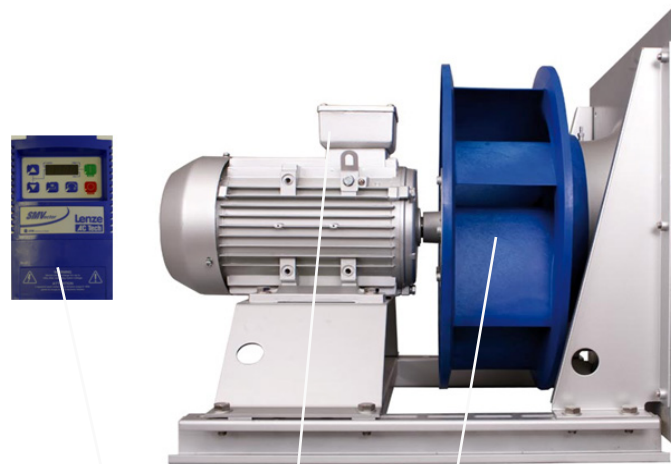
Måling av SFP Utførelse

Mads Mysen

Foredrag for VVS-foreningen i Stavanger og Haugesund

TEK angir krav for SFP, men hvilket fokus må prosjekterende, leverandører, installatører og driftspersonell ha for at teoretisk SFP skal overholdes i praksis.

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



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

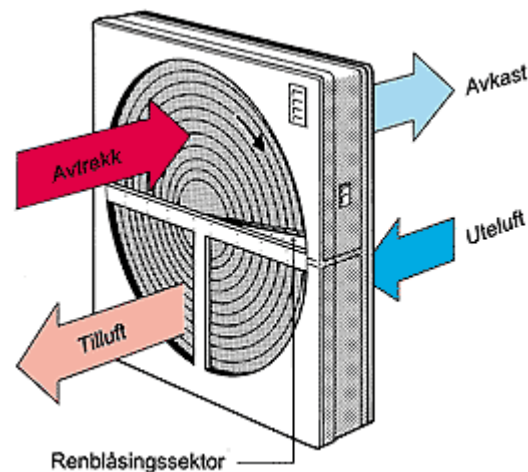
Hioki
3196



Qualistar
8334

Største luftmengde

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



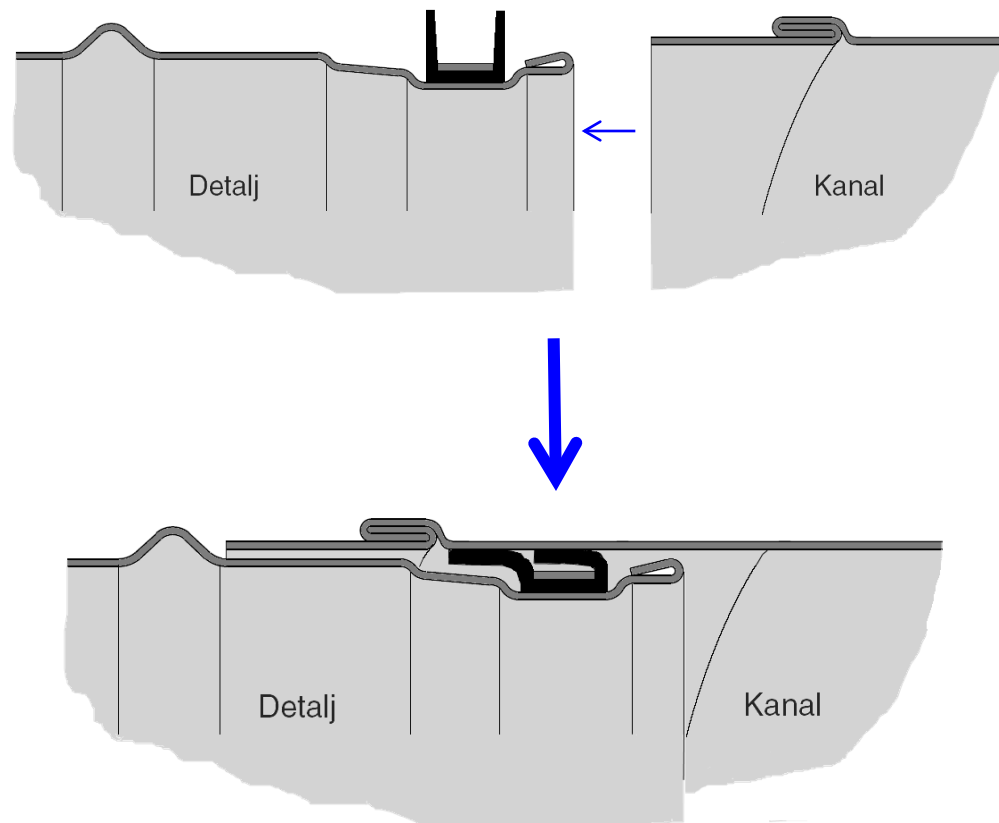
Standard NS-EN 13779:2004

om kanal lekkasjetetthet

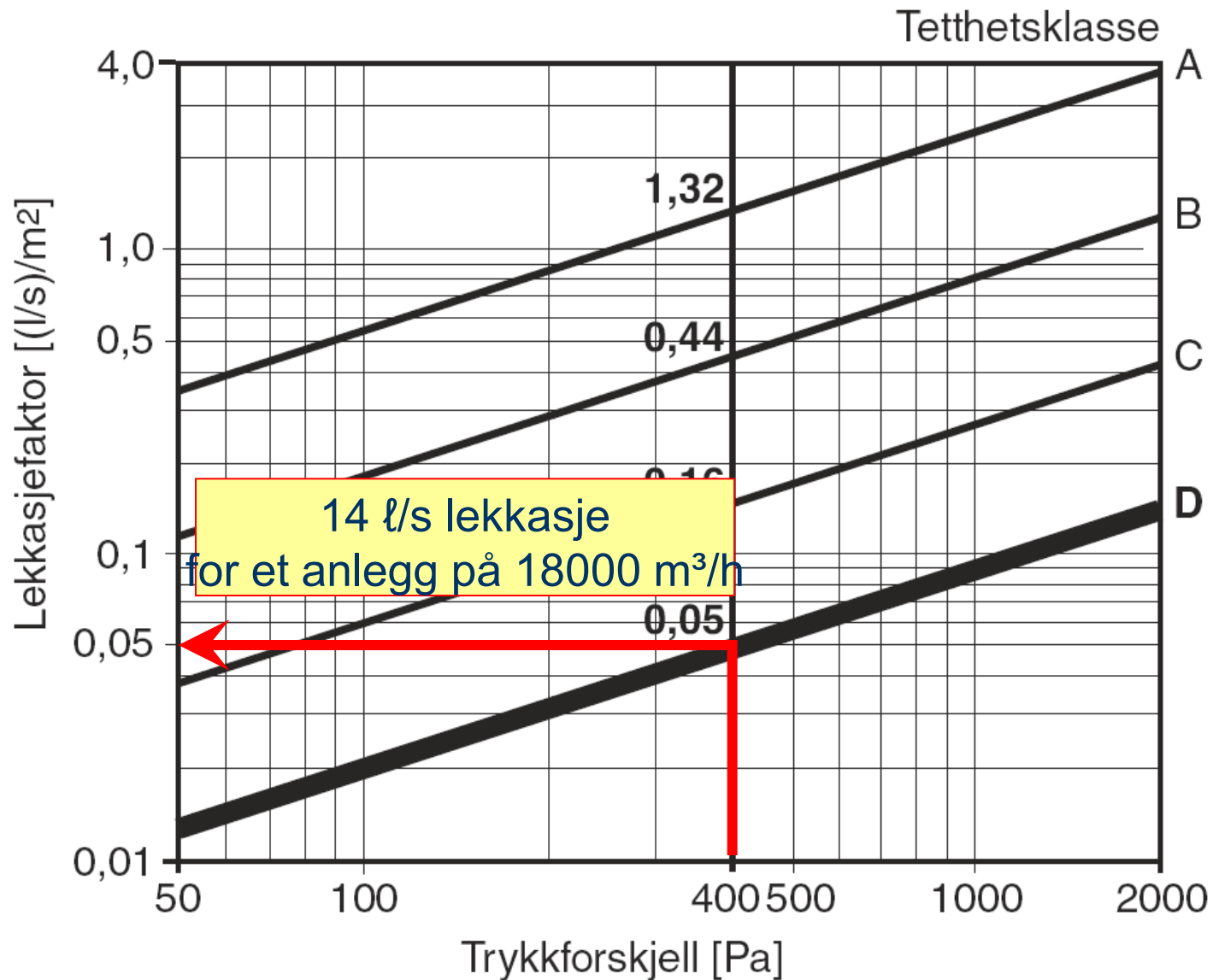
- Kanallekkasje $< 6\%$ av total luftmengde
- Klasse A = Krav til kanaltetthet med <150 Pa
- Klasse B = Krav for kanaler med >150 Pa
- Klasse C = Normal anbefaling i Norden
Enkel gummitetting
(lekkasje $\approx 1\%$)
- Klasse D = Dobbel gummitetting, f.eks. Lindab Safe
(lekkasje $\approx 0.3\%$)

Tetthetsklasse D

■ Rask montering



Kanaltetthet





Toleranser

Krav til maksimale, tillatte toleranser for de prosjekterte verdiene må oppgis!

Avvik totalt = målefeil + avvik mellom målt og prosj

EKS: Tillatt luftmengdeavvik = $\pm 10\%$

Man kan tenke seg tilsvarende for SFP

■ I følge GK:

- Sjelden kontrollmåling
- Noen tilfeller med justeringer etter kontrollmåling
- Resultatet alltid akseptert etter justering

Korreksjon for filtertrykkfall

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

$$SFP = \frac{\Delta p}{\eta}$$

SFP = 2, 200 Pa forskjell mellom
rene og skitne filtre

$$\eta_{tot} \approx 0,5$$

$$SFP = \frac{900 - 1100}{0,5} \rightarrow 1,8 - 2,2$$

Klippet fra beskrivelse:

Dimensjoneringsdata:

Alle aggregatdeler skal tilfredsstillende følgende krav og dimensjoneringsdata såfremt ikke annet er nevnt i beskrivelsesteksten nedenfor.

Krav til SFPv < 2,0 kW/m³/s

$SFP_v = (P_{eltv} + P_{elfv}) / Q_{maks}$

Hvor SFPv = Aggregatets spesifikke vifteeffektbehov (kW/m³/s)

P_{eltv} = Tilluftsviftens vifteeffekt

P_{elfv} = Fraluftviftens vifteeffekt

Q_{maks} = Aggregatets største fraluftsmengde (m³/s)

Kilde: Systemair

365.1.5	X25.191140 AKSI-RADIALVIFTE VIFTEHUS AV UBEHANDLET STÅL VIFTEHJUL AV UBEHANDLET STÅL MONTERT I AGGREGAT, DIREKTEDREVET Tilluftsvifte -BA01. Total luftmengde (m³/h): 4.300 Statisk trykkdifferanse: Ekstern motstand ca. 350 Pa Spennning, strøm, faser, frekvens: 230 V Virkninggrad ved full drift: ca. 80% Det skal tilbys "kammervifte" med motorer for frekvensstyring.		
Antall		stk	1

VB2.141123A
LYDDEMPER PÅ VENTILASJONSANLEGG
 FORM: REKTANGULÆR, RETT
 BRANNKLASSE: INGEN
 KAPSLING AV: FORSINKET STÅL
 LYDABSORBERENDE ELEMENT: AV
 MINERALULL MED PERFORERT PLATE

Største tillatte trykkfall: 70 Pa

Andre krav:

Utførelse:
 Sirkulær anslutning

Lengde : 600 mm
 Dimensjon : Ø 125 mm

Lengde : 600 mm
 Dimensjon : Ø 160 mm

Lengde : 600 mm
 Dimensjon : Ø 200 mm

VB2.141123
LYDDEMPER PÅ VENTILASJONSANLEGG
 FORM: REKTANGULÆR, RETT
 BRANNKLASSE: INGEN
 KAPSLING AV: FORSINKET STÅL
 LYDABSORBERENDE ELEMENT: AV
 MINERALULL MED PERFORERT PLATE

Største tillatte trykkfall: 70 Pa

Andre krav: Nei

Lengde : 1000 mm
 Dimensjon : 1400 x 600 mm

stk 1

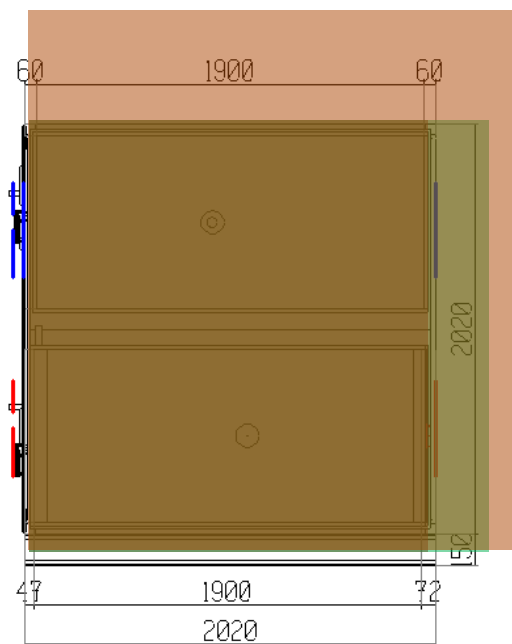
Lengde : 1000 mm
 Dimensjon : 1600 x 800 mm

stk 1

Lengde : 1000 mm
 Dimensjon : 1800 x 800 mm

stk 1

Kilde: Systemair



15 000 m³/h

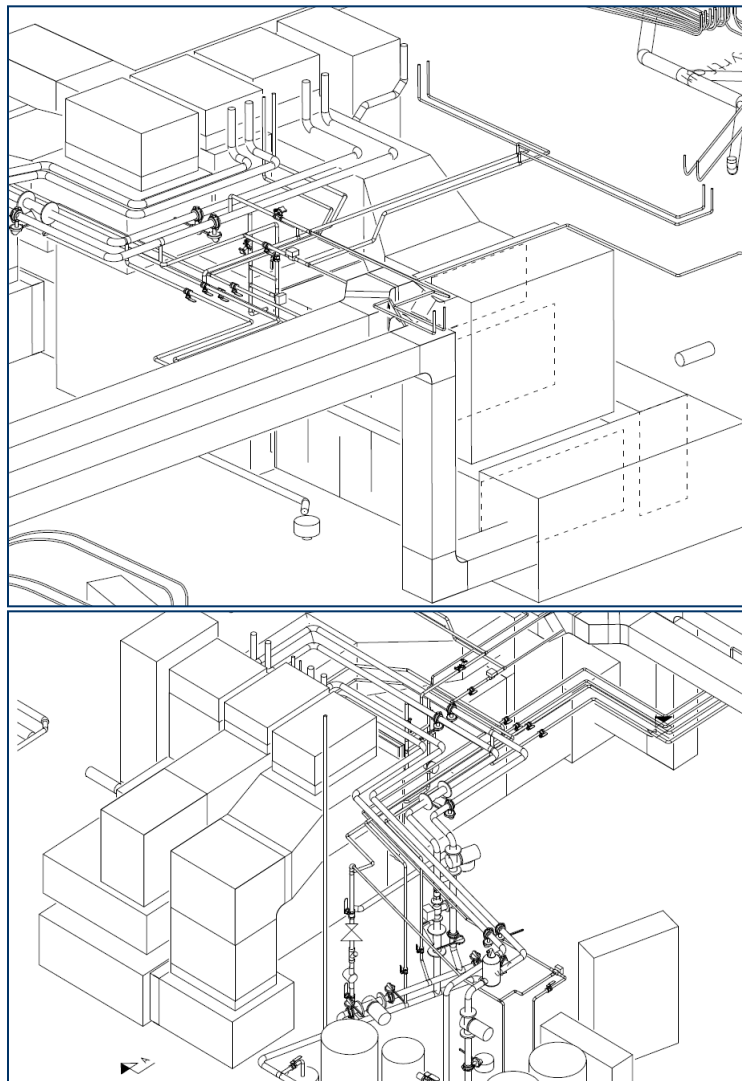
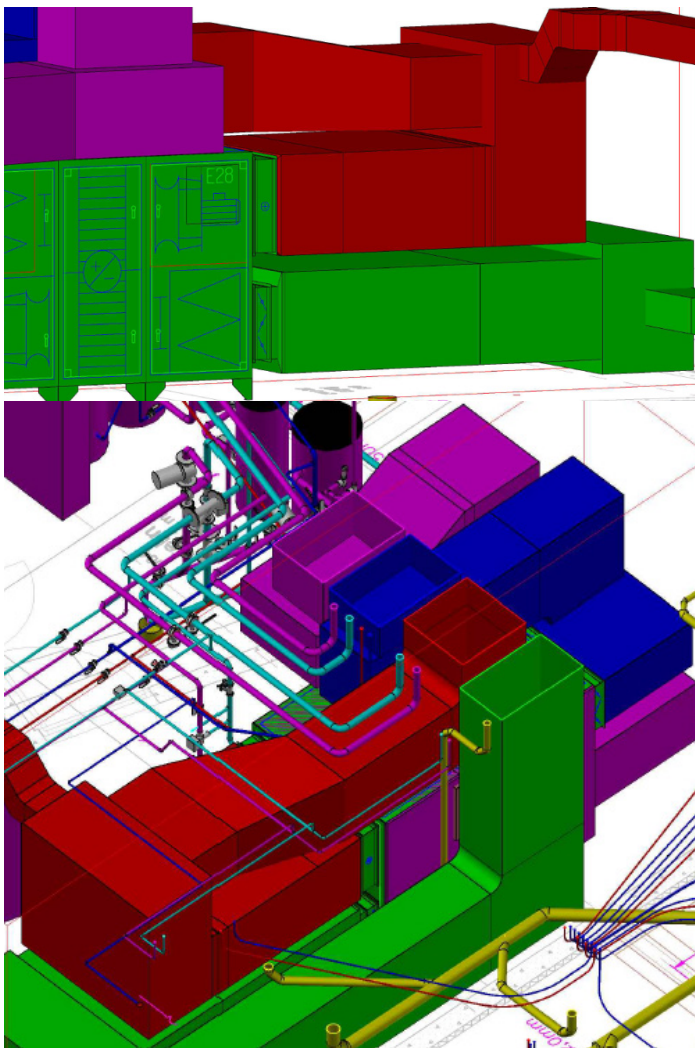
Eksterstrykk = 300 Pa

$$\Delta p = k \cdot v^2$$

$$SFP = \frac{\Delta p}{\eta}$$

$$\Delta p = \text{Agg. trykk} + \text{eks. trykk}$$

v	2,57	2,20	1,45
dp-agg	1000	735	316
dp-tot	1300	1035	616
SFP	2,50	1,99	1,19



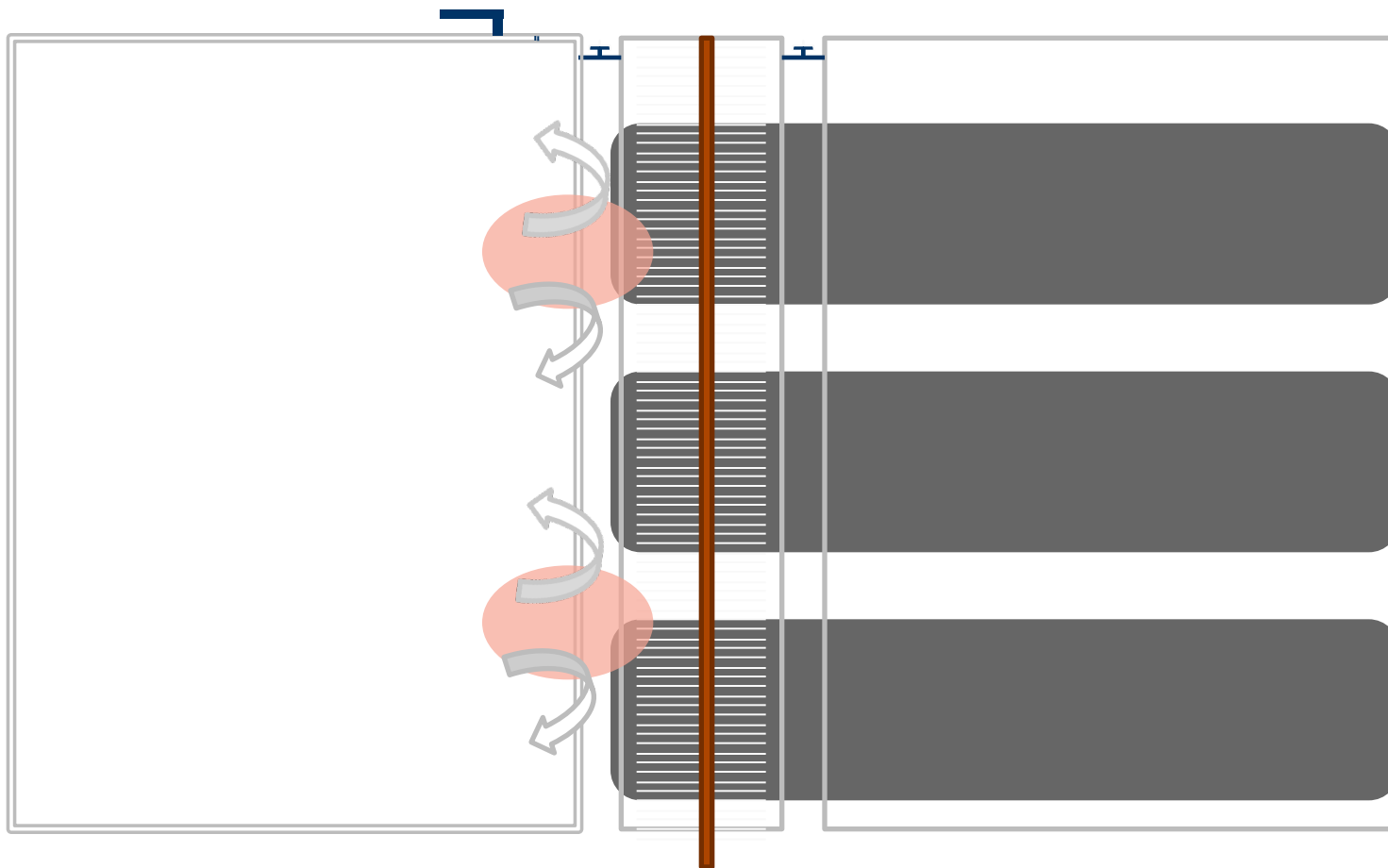
Trykkfall i teknisk rom beregnet i Magicad: 45 Pa
Målt: 140 Pa

Avstand mellom batteri og lyddempere

Dimensjonert trykfall batteri: 40 Pa

Virkelig trykfall batteri: 80 Pa

Effektivitet batteri: 60 %



Kilde: Systemair

Mangel på håndverksmessig utførelse:



Kilde: Systemair

Trykktap rektangulær, rett kanal

$$\frac{\Delta p}{l} = \lambda * \frac{l}{d_h} * \frac{\rho * w^2}{2} = \lambda * \frac{l}{\frac{4 \cdot b \cdot h}{2 \cdot (b + h)}} * \frac{\rho * w^2}{2}$$

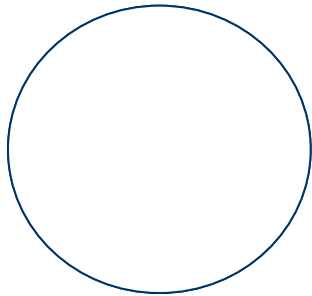
λ = friksjonstall

d_h = hydraulisk diameter

$b = h = 400 \text{ mm} \rightarrow A = 0,16 \text{ m}^2 \rightarrow d_h = \text{ø}400$

$b = 800 \text{ mm}, h = 200 \text{ mm} \rightarrow A = 0,16 \text{ m}^2 \rightarrow d_h \approx \text{ø}310$

Koordinering mellom fag:

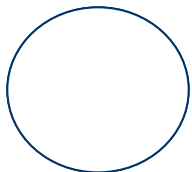
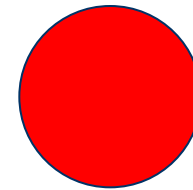


Ø500

4.000 m³/h = 0,6 Pa/m



1000x200 → d_h = Ø330
4,5 Pa/m → **Faktor 7,5**

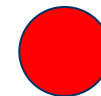


Ø250

700 m³/h = 0,8 Pa/m



500x100 → d_h = Ø160
7 Pa/m → **Faktor 8,8**



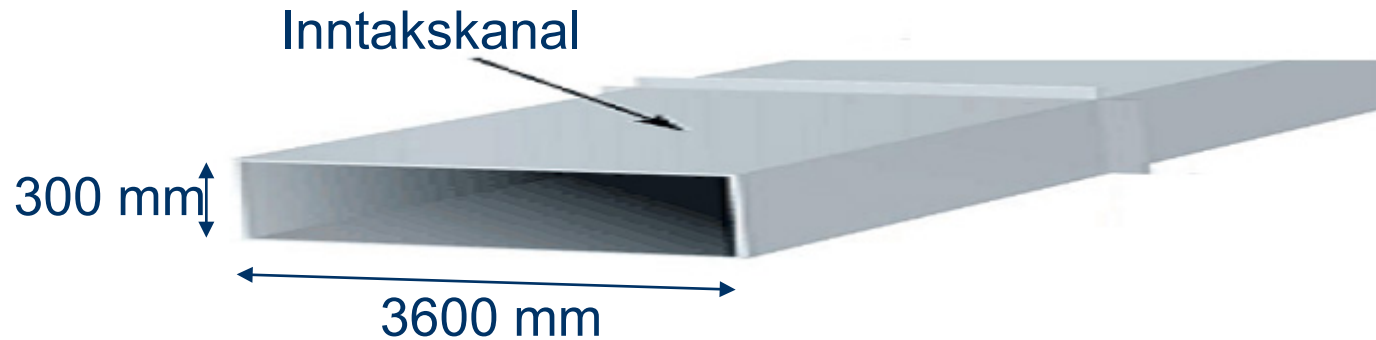
Kilde: Systemair

Mangel på håndverksmessig utførelse:



Kilde:
Systemair

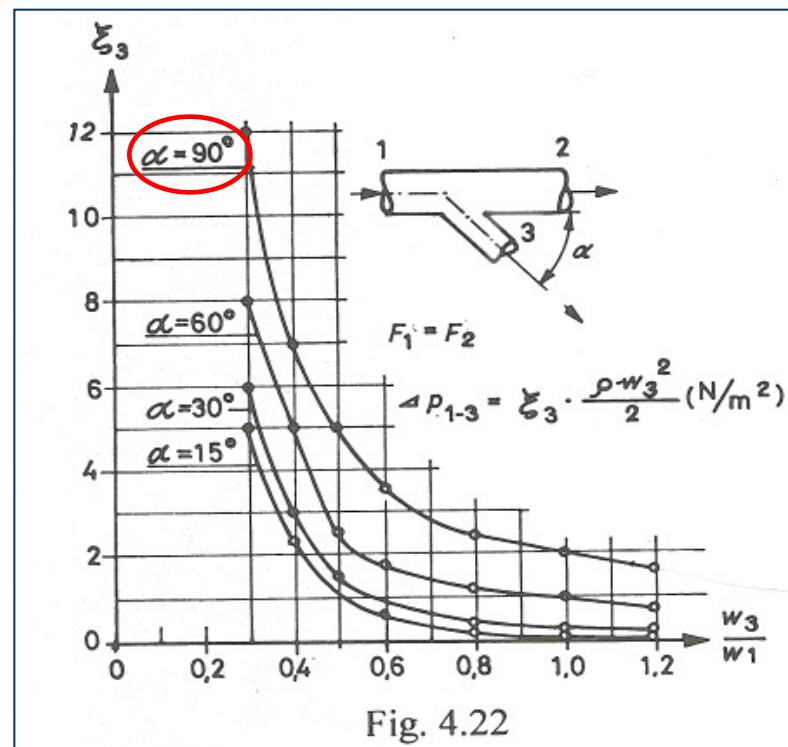
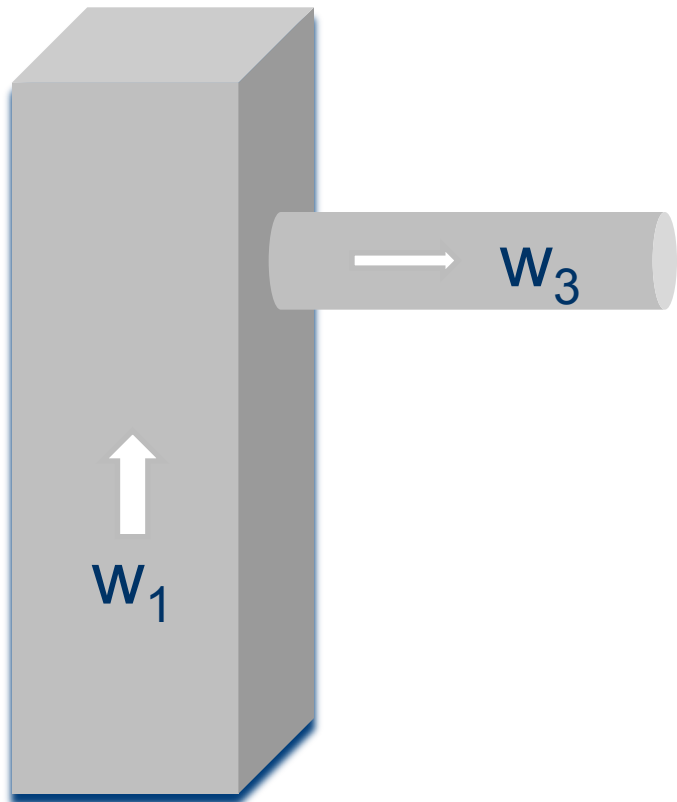
Eksempel fra prosjekt:



24.000 m³/h → teoretisk hastighet 6 m/s

$d_h = \text{Ø}560 \rightarrow \text{hastighet } 28 \text{ m/s} = \text{også kun teoretisk}$

Kilde: Systemair



Kilde: Ventilasjonsteknikk 1, Leif I. Stensaas

$$\Delta p_{1-3} = \zeta * \frac{\rho * w_3^2}{2}$$

(ζ = støttapskoeffisient)

Eksempel fra prosjekt:



800x200
3400 m³/h

BxH = 800x200

$d_h \approx \varnothing 310$

$w_1 = 12,5 \text{ m/s}$

BxH = 500x200

$d_h \approx \varnothing 280$

$w_3 = 6,4 \text{ m/s}$

Kilde: Systemair

$\Delta p \approx 130 \text{ Pa}$

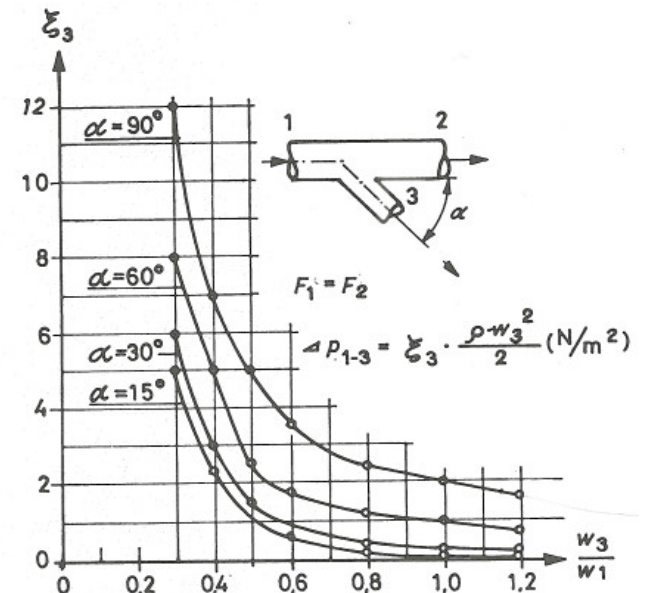
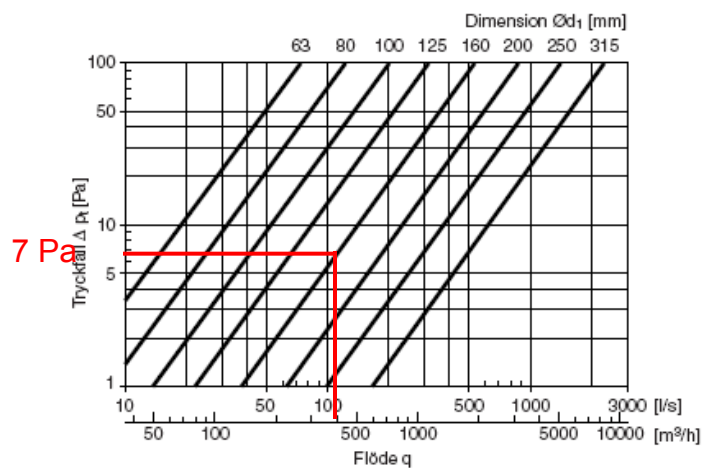


Fig. 4.22

Standard bend



Tekniska data

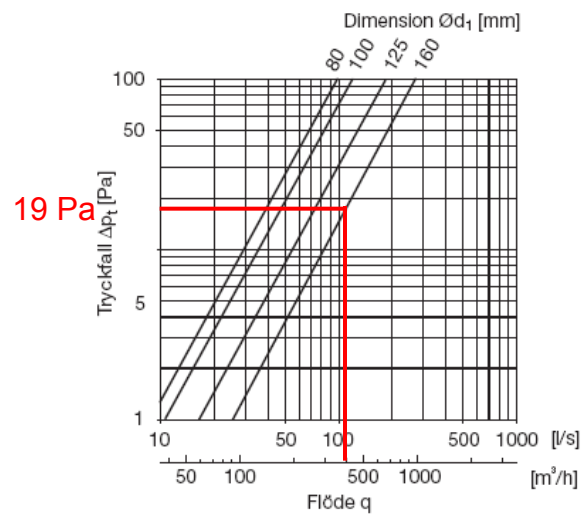


→ Faktor 2,7

Kort bend



Tekniska data



Kilde: Systemair

Oppsummert

- Kontrollmåling gjøres sjelden
- Greit å måle effekt – sikkert
- Luftmengder er utfordrende – hovedluftmengder fra aggregat
- Må defineres: Brutto eller netto, lekkasje, balansert, målemetode, måleusikkerhet og hvordan denne brukes

SFP - Teori og praksis!

SFP Regneeksempler

Mads Mysen

Foredrag for VVS-foreningen i Stavanger og Haugesund

Energi og behovsstyring

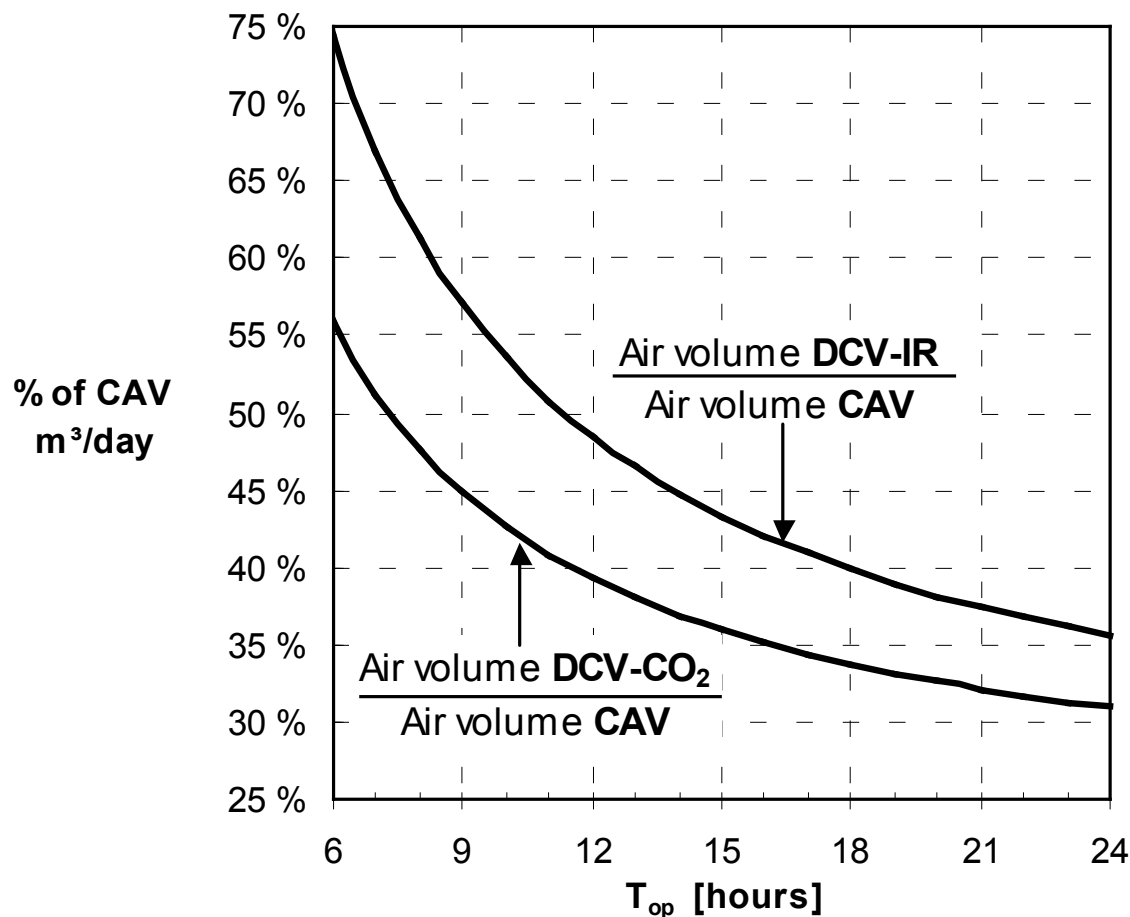
Inspeksjon av 157 5te klasser

	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
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
t_{use} - Use of classroom during inspection day [h]	4.0	3.0	5.0	0.4

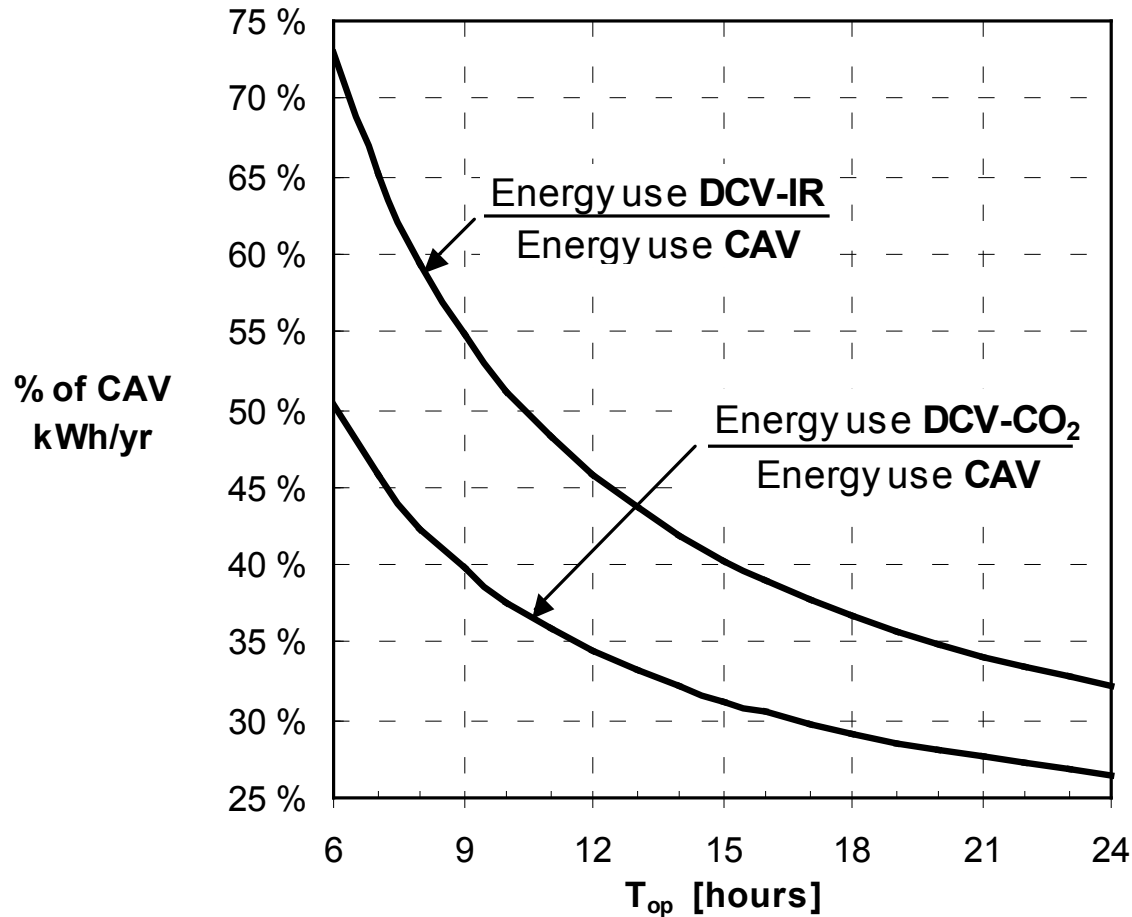
Analyse av ventilasjonsstrategier

- CAV: 30 occupants - $7 \text{ l/s} \cdot \text{person}$ and an additional $1 \text{ l/s} \cdot \text{m}^2$
- DCV-IR: 30 occupants - $7 \text{ l/s} \cdot \text{person}$) plus an additional $1 \text{ l/s} \cdot \text{m}^2$. 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 $1 \text{ l/s} \cdot \text{m}^2$ 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

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

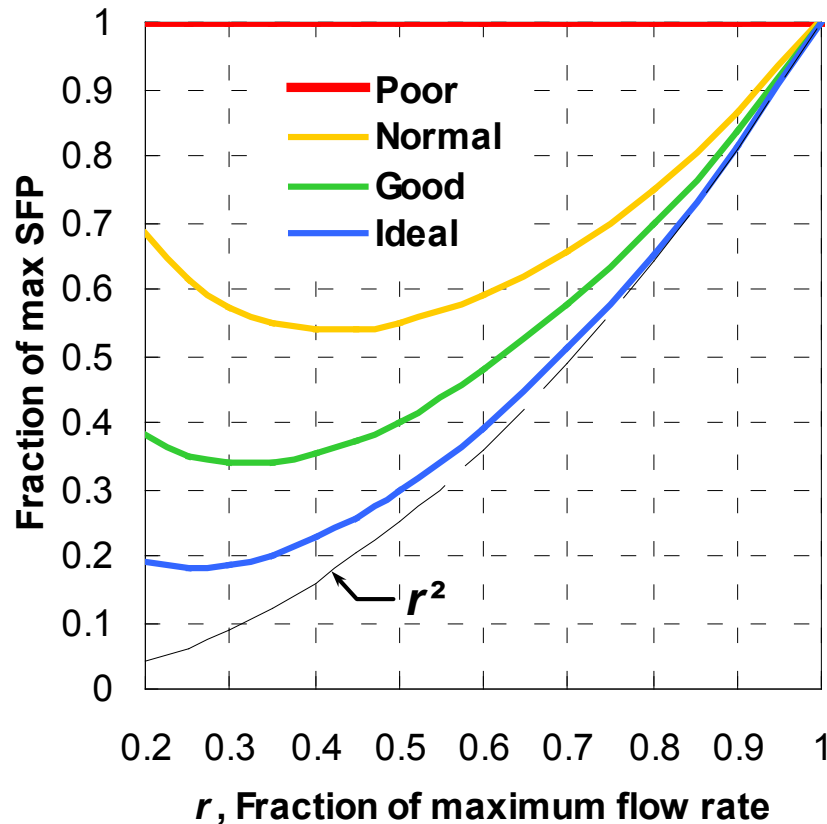
$$SFP = \frac{\Sigma P}{\dot{V}} \rightarrow \dot{V}^2$$

η_{tot}

Blir mindre ved lave luftmengder!

SFP og VAV

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



[/www.aivc.org](http://www.aivc.org)

Technical note 65

SFP og energibruk til vifter?

- 10 000 m³/h
- 2800 driftstimer

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

SFP og energibruk til vifter?

- 10 000 m³/h
- 2800 driftstimer

SFP	1	1,5	2	2,5	3
Energibruk (kWh)	7778	11667	15556	19444	23333
Energibruk (kWh/m ²)	6	9	12	16	19
Energikostnad/år	7778	11667	15556	19444	23333
Nåverdi (r=4/20år)	105778	158667	211556	264444	317333

SFP og VAV

15.000 m³/h, kun fokus på vifteeffekt, driftstid pr år 2880 timer

	kW	SFP	kWh/år	
Full samtidighet	7,97 kW	1,73	22.953	100 %
60% Trykkstyrt	3,75 kW	1,30	10.800	47 %
60% Optimizer	2,62 kW	0,83	7.545	33 %

Husk også:

- lavere trykk gir lavere lekkasje!

Regneeksempel

- Du har inngått en EPC-kontrakt med $SFP_{mål}=2$.
- Et avvik kompenseres begge veier tilsvarende forskjell i vifteenergi i 10 år med en energipris på 1 kr/kWh
- Du leverer et anlegg som kontrollmåles til $SFP=1,6$.
Anlegget er på 10.000 m³/h og driftstiden er 3000 timer.
Hvor mye skal byggherren betale ditt firma?

SFP og energibruk til vifter?

- 10 000 m³/h
- 3000 driftstimer

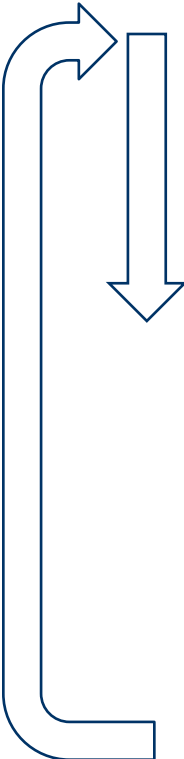
$$\text{Luftmengde} \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \text{SFP} \frac{\text{kW}}{\text{m}^3/\text{s}} \times \text{Driftstid} \frac{\text{h}}{\text{yr}} = \text{Energibruk} \frac{\text{kWh}}{\text{yr}}$$

$$10000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times (2 - 1,6) \frac{\text{kW}}{\text{m}^3/\text{s}} \times 3000 \frac{\text{h}}{\text{yr}} = 3333,33 \frac{\text{kWh}}{\text{yr}}$$

Du skal ha 10*3333=33.333,- utbetalt!

Mindre avvik teori/praksis med bedre kontroll

Sluttkontroll

- 
- Funksjonskontroll på romnivå.
 - Funksjonskontroll på soner.
 - Funksjonskontroll på aggregat.
 - SFP skal måles og dokumenteres
 - Ved hvilken driftsstatus? (Full samtidighet og redusert drift)



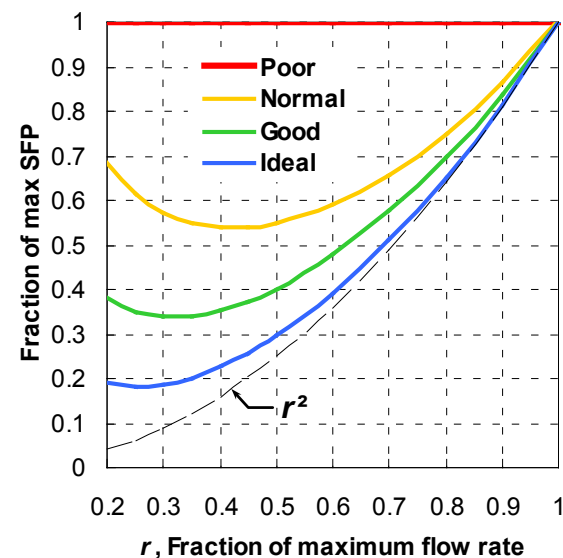
Et lite hjertesukk:

- Hold bygget rent i hele byggefasen.
- Vær realistisk med fremdriftsplanen vedr slutfasen.

På 1 års befaringen...

Momenter beskrivelse - behovsstyring

- Krav SFP i to driftssituasjoner/SFP-bane
- Definere SFP
- Minst et VAV-enhet/sonespjeld- er maks (80-90%) åpen til enhver tid



SIMIEN-eksempler

- Kontorbygg
- Skolebygg



SINTEF

Teknologi for et bedre samfunn