

Centre for Environment-friendly Energy Research (CEER/FME)
Zero Emission Buildings (ZEB)

Behovsstyrt ventilasjon

Samtidighet og dimensjonering

Johan Halvarsson

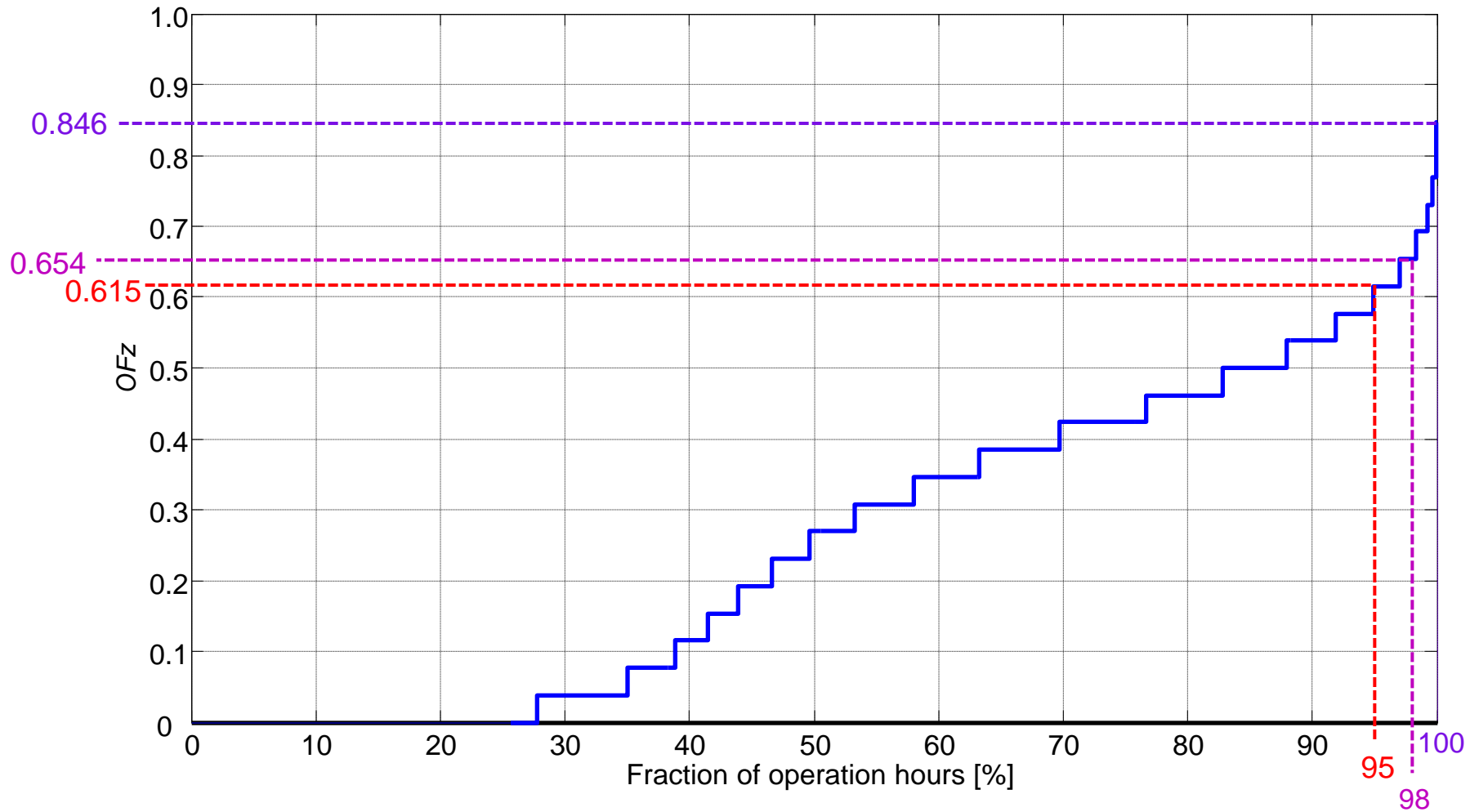
Institutt for energi- og prosessteknikk

Seminar

ENERGIEFFEKTIV BEHOVSSTYRT VENTILASJON

Oslo, 19.11.2013

Eksempel: Varighetsdiagram for OFz arbeidsdager 06:00-18:00, Organisasjon A



- 1. Definisjoner og prinsipper**
- 2. Målt tilstedeværelse i kontorbygg**
 - Gjennomsnitt
 - Maksimumsnivåer
- 3. Konsekvenser - dimensjonering**

- **OFp** (Occupancy Eactor – number of present people):

$$OFp = \frac{\text{Antall personer tilstede}}{\text{Antall personer som sonen er designet for}}, OFp \geq 0$$

En sone kan deles opp i flere mindre delsoner:

- **OFz** (Occupancy Eactor – number of occupied sub-zones):

$$OFz = \frac{\text{Antall delsoner med person(er) tilstede}}{\text{Totalt antall delsoner i sonen}}, 0 \leq OFz \leq 1.0$$

- **UR** (Utilization Rate):

Andel av tid som noen er tilstede i en delson eller sone

$$, 0 \leq UR \leq 1.0$$

- **S (Simultaneous Factor):** Samtidighetsfaktor for luftmengder i et ventilasjonssystem

Luftmengden i et punkt i et ventilasjonssystem dividert med den luftmengde som ville passere hvis alle soner som punktet står i kontakt med når sin dimensjonerende ventilasjonsmengde samtidig

For et behovsstyrt system med tilstedeværelse som eneste behovsindikator for styring av luftmengder kan S uttrykkes som [1]:

$$S = OFz + b - OFz \cdot b \quad , 0 \leq S \leq 1.0$$

hvor

- b Luftmengde som tilføres når en delsoner ikke er i bruk dividert med den luftmengde som tilføres når samme delsonen er i bruk

[1] Mysen, M. et al. (2003) *Energy and Buildings*, 35, 657-662.

Cellekontoret er i bruk i gjennomsnitt 6 h/arbeidsdag mellom kl 06 og 18 \Rightarrow
 $UR^{6-18} = 0.5$

Rom i bruk: $q = 14$ l/s

Rom ikke i bruk: $q = 7$ l/s

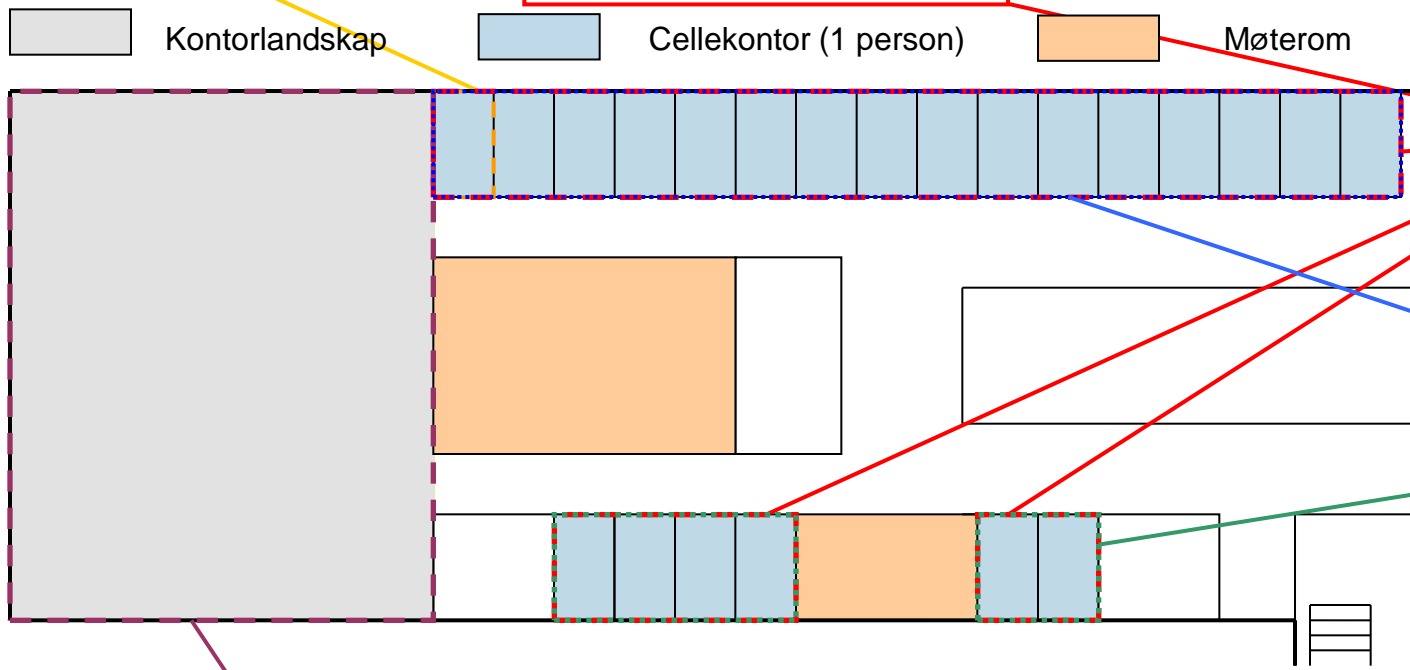
$$\Rightarrow b = 0.5$$

$$\Rightarrow S^{6-18} = 0.4 + 0.5 - 0.4 \cdot 0.5$$

$$S^{6-18} = 0.7$$

Gjennomsnittlig UR^{6-18} for cellekontorene er 0.4
 $\Rightarrow OFz^{6-18} = 0.4$

I gjennomsnitt har de ansatte i cellekontorene besøk av en kollega 5 % av tiden de selve er på sitt kontor $\Rightarrow OFp = 0.42$



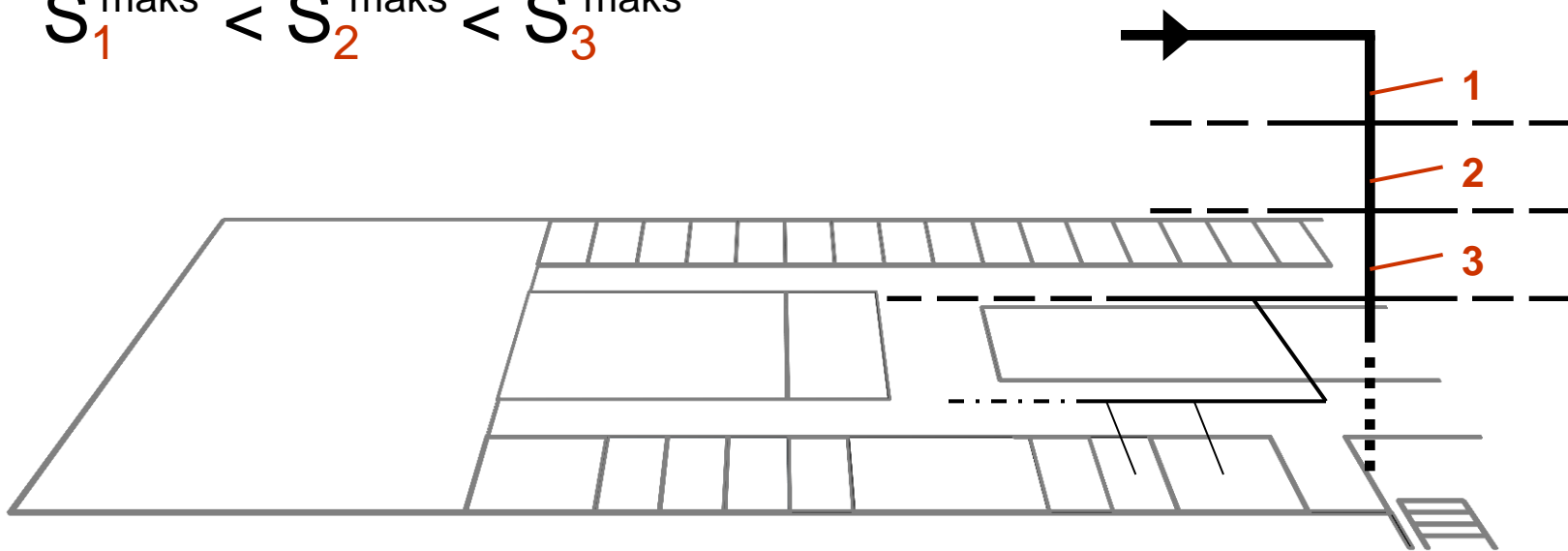
Hvis de 16 kontorcellene langs den ene fasaden sammenlignes med de 6 kontorcellene langs den andre fasaden vil sannsynligvis den sonen med 6 kontorceller ha høyere maksimal OFz

Hvis en antar samme gjennomsnittlige UR for arbeidsstasjonene som for cellekontorene, da vil OFp^{6-18} for kontorlandskapet $>$ gjennomsnittlig OFz^{6-18} for cellekontorene, p.g.a. at de ansatte i noe av tiden de er borte fra arbeidsstasjonene vil være kvar i landskapet (f.eks. hos en kollega)

Maksimumsnivå, eller nær maksimumsnivå, øker utover i systemet (sett fra ventilasjonsaggregatet)

Eksempel: Tilluftskanal

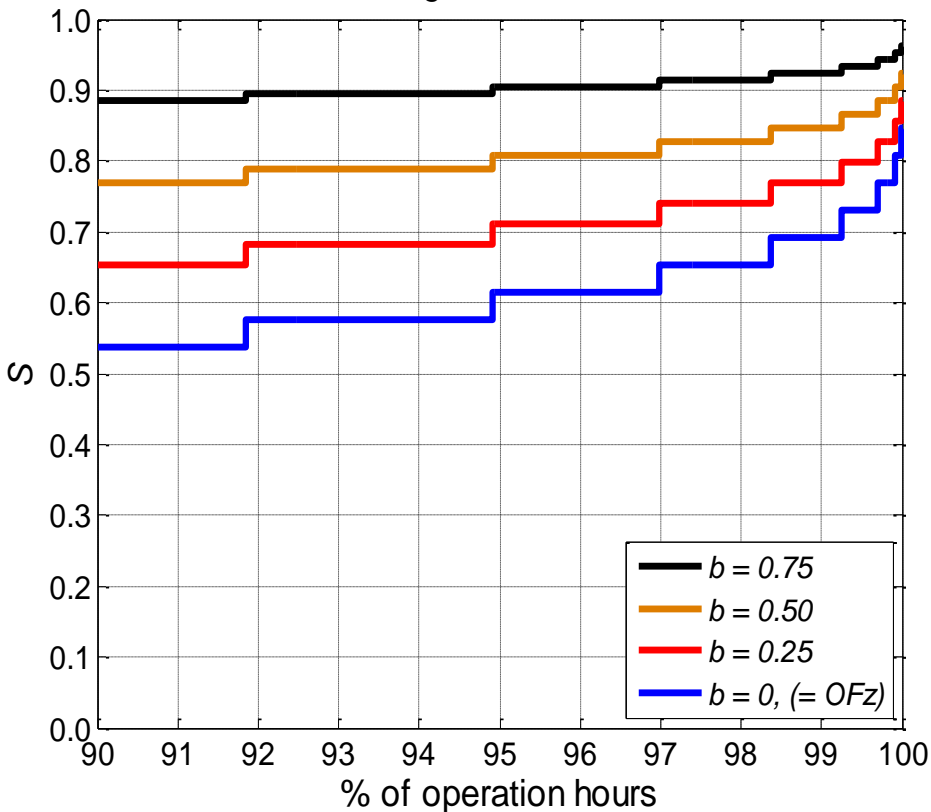
$$S_1^{\text{maks}} < S_2^{\text{maks}} < S_3^{\text{maks}}$$



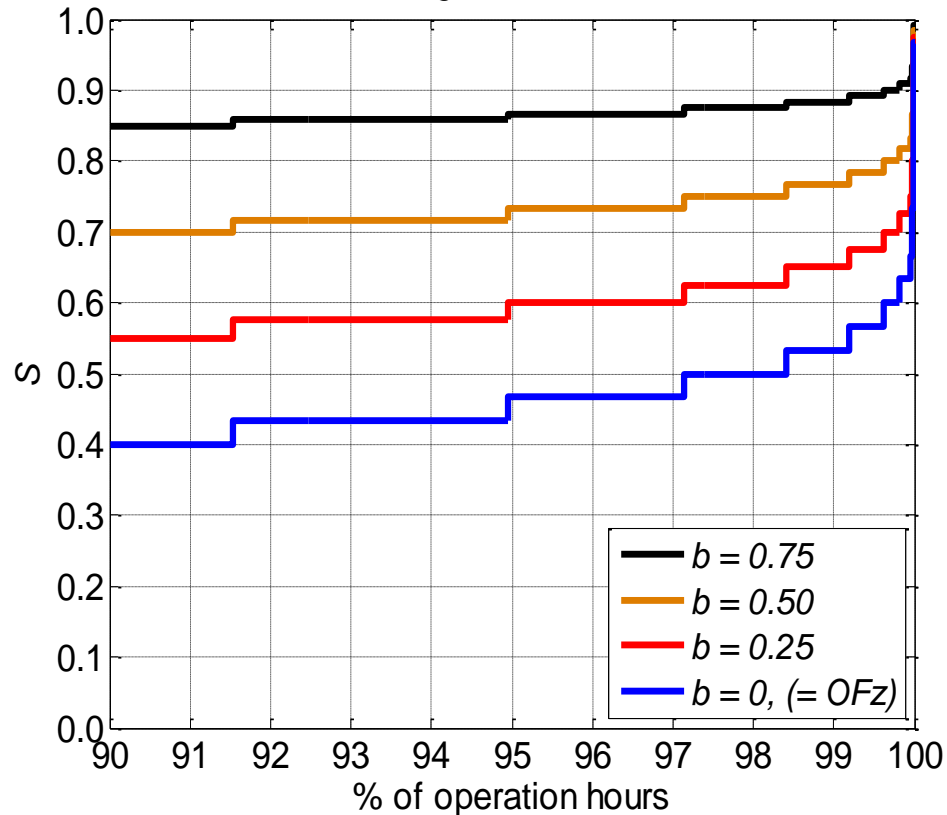
Varighetsdiagram for S

Kan vi dimensjonere sentrale deler av systemet ut ifra ventilasjonsrate tilsvarende $S < 1$? Unngå sikkerhetsfaktorer i flere ledd.

Organisation A



Organisation B



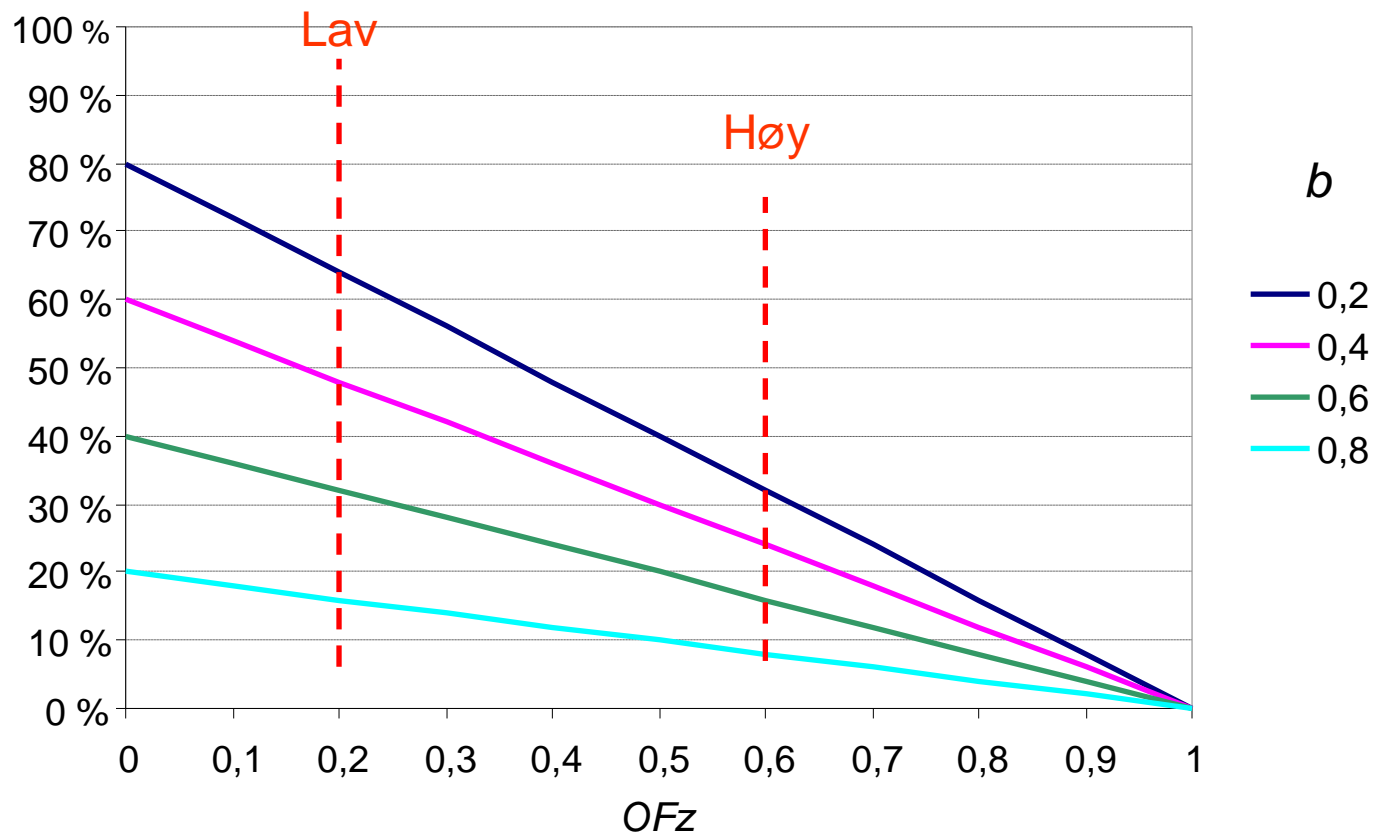
Besparelse DCV kontra CAV

Eks:
 Cellekontor 10 m²,
 7 l/s +

2 l/(s·m²): $b = 0,74$

0,7 l/(s·m²): $b = 0,5$

0,35 l/(s·m²): $b = 0,33$



Grunnventilasjon (f eks i tomt kontor), burde ta hensyn til:

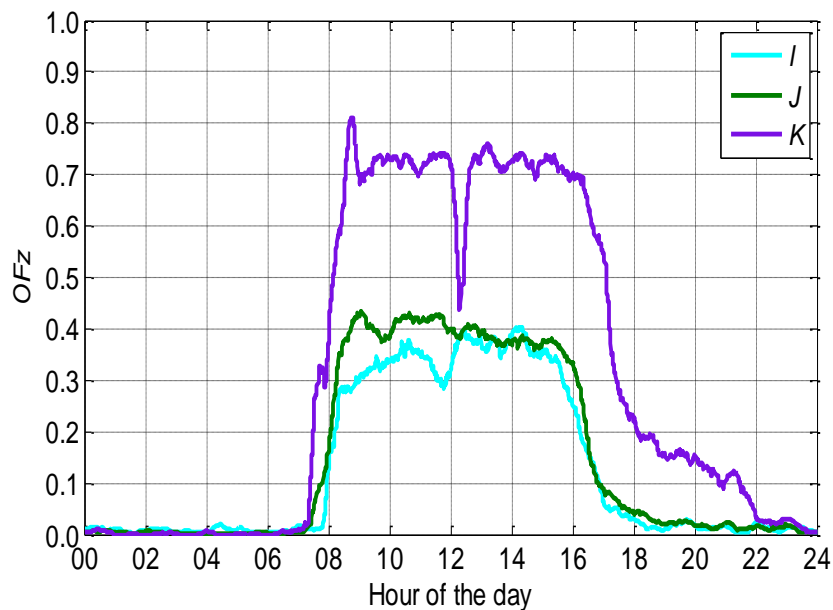
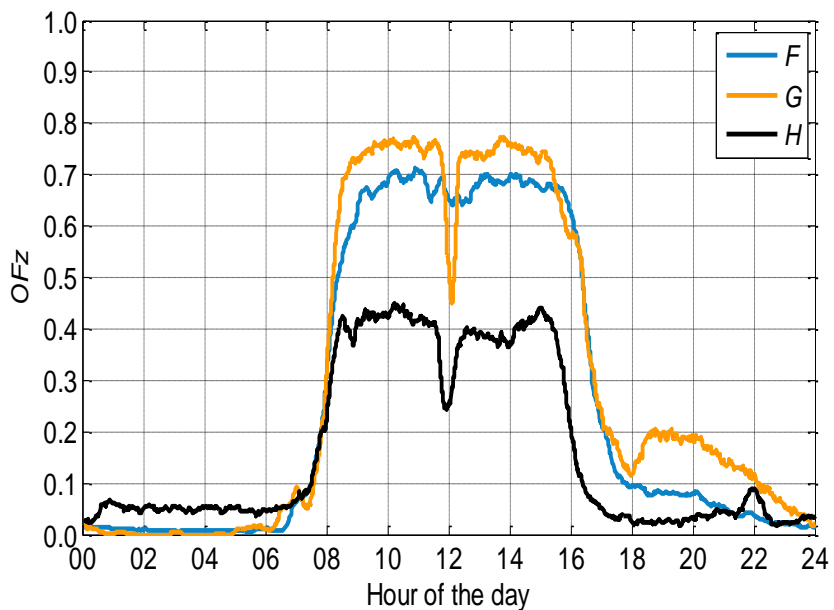
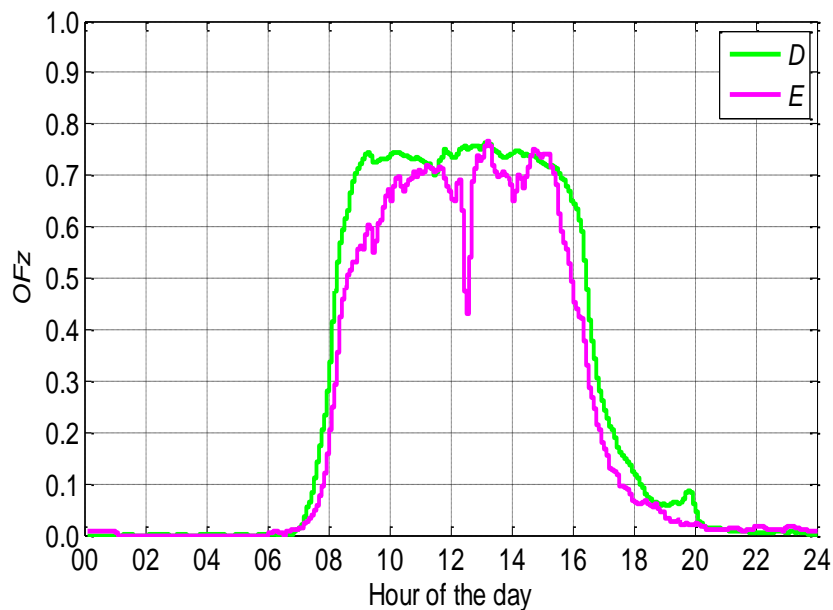
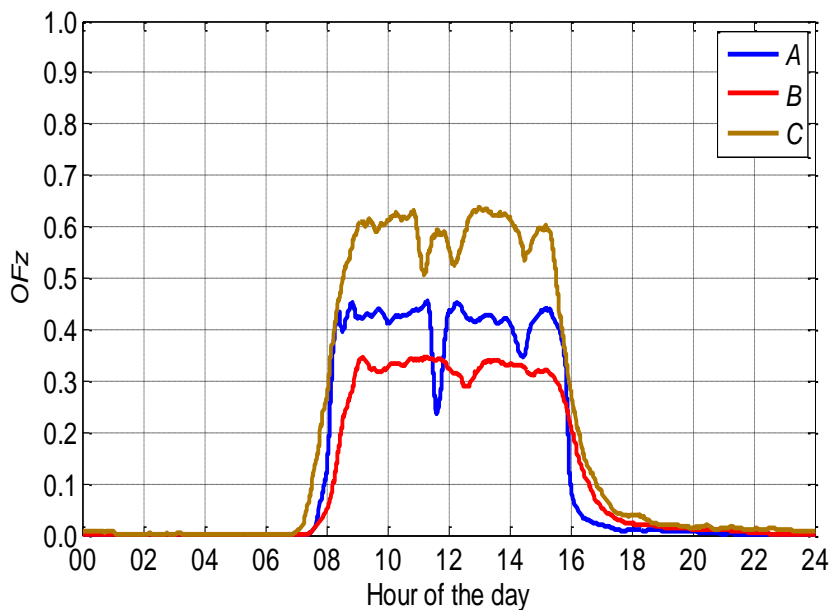
- Bruksmønster
- Romvolum (nominell tidskonstant)
- Forsinkelse detektor (bevegelsesdetektor)

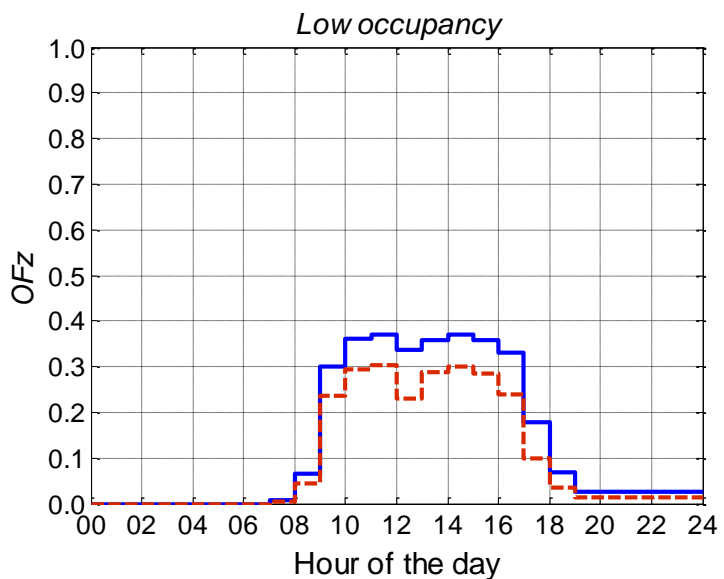
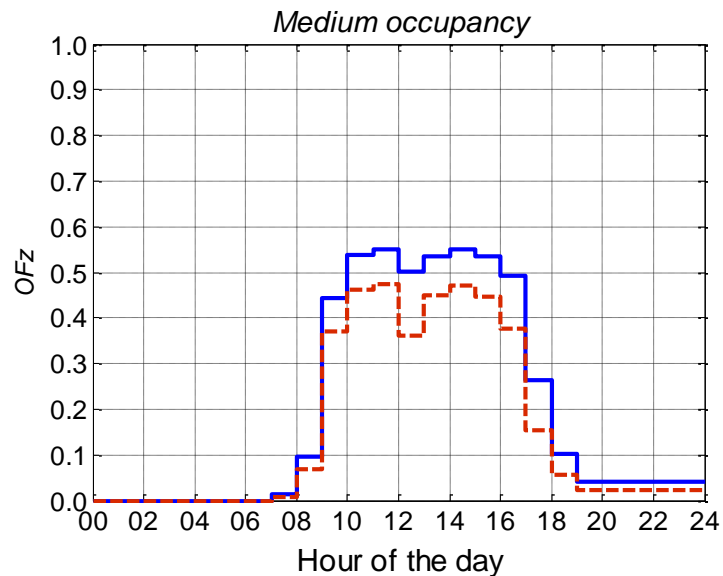
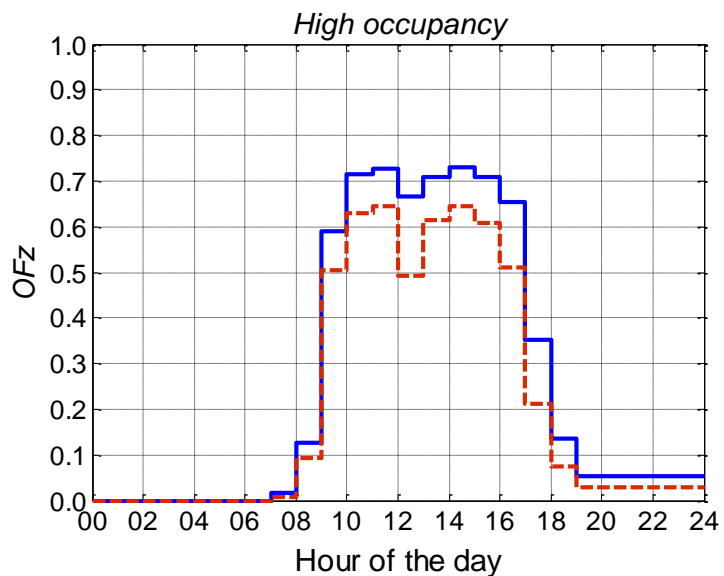
Dimensjonering hovedkanaler og aggregat

- Produsenter av system for behovsstyrt ventilasjon anbefaler:
 - $S = 1.0$ for desentrale aggregat
 - $S = 0,7 - 0,9$ kan brukes for større sentrale aggregat
- Potensielle grunner til for å velge mindre dimensjoner:
 - Mindre plassbehov og lavere investeringskostnad (viktig ved rehabilering)
 - Spennet mellom den laveste og den høyeste luftmengde som et aggregat kan levere er begrenset. Valg av et mindre aggregat kan:
 - a. Gi høyere virkningsgrad for viftesystemet ved dellast
 - b. I noen tilfeller være en forutsetning for å kunne kjøre med en grunnventilasjon utenom brukstid og/eller en ventilasjon når få soner er i bruk som ikke må justeres opp p.g.a. begrensninger til aggregatets minimumsrate
- Må veies opp mot potensielle ulemper som f.eks. økte trykkfall og lavere tilpasningsdyktighet m.h.p. fremtidige endringer

- Romutvalg fra 11 organisasjoner, fordelt på 5 bygg
- Totalt 247 cellekontor og 16 møterom

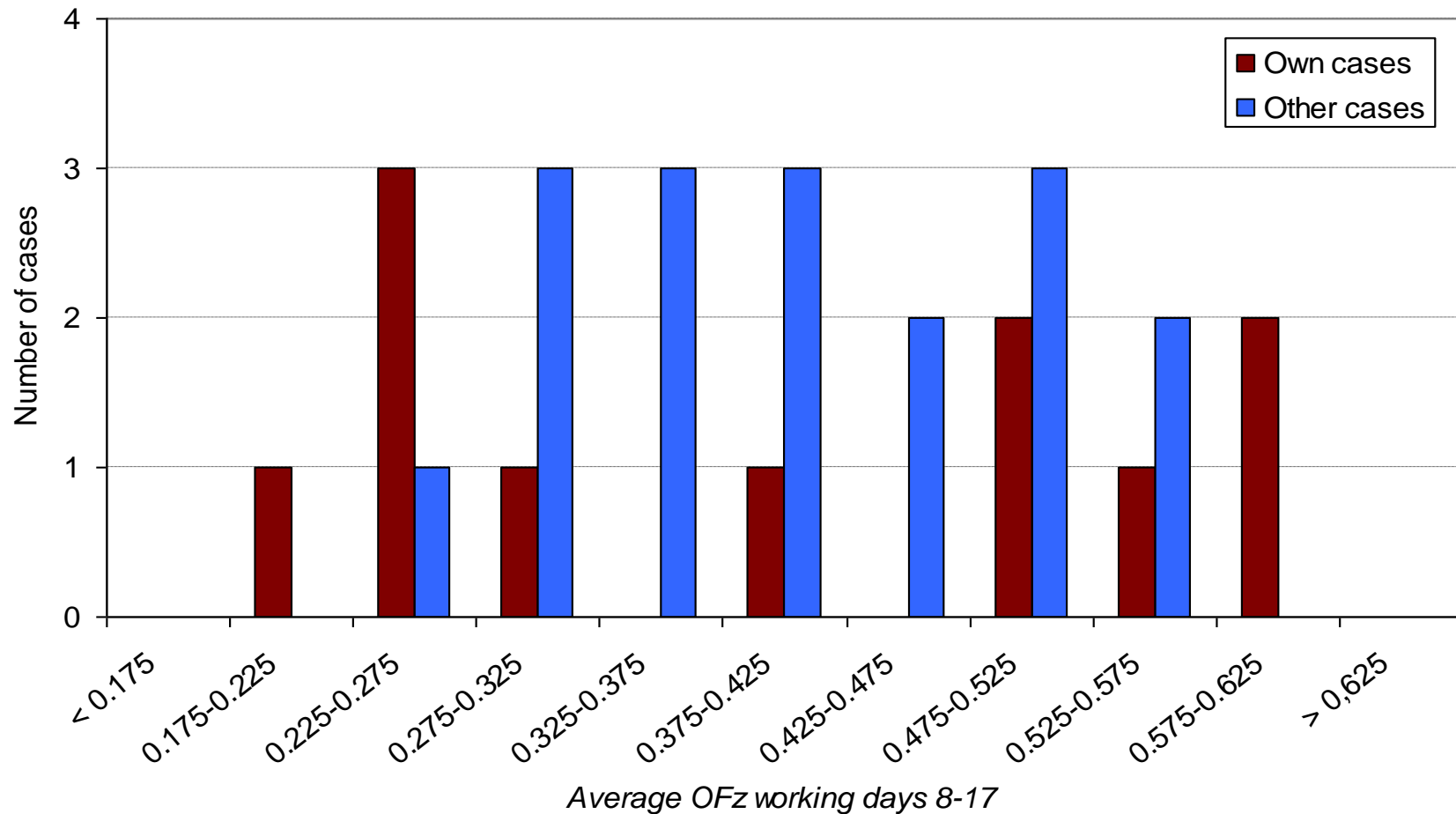
Building – Organisation	Number of Monitored rooms		Selected monitoring period			
	Cellular offices	Meeting rooms	Duration (weeks)	Holiday periods included (weeks)	Remaining days, holiday periods excluded	
					Working days	Weekend days
<i>1 – A</i>	26	1	52	7	211	97
<i>1 – B</i>	30	1	52	9	201	93
<i>2 – C</i>	31	0	17	4	65	26
<i>3 – D</i>	86	8	6	0	30	12
<i>4 – E</i>	10	1	6	0	29	13
<i>5 – F</i>	20	3	22.5	5	87	35
<i>5 – G</i>	11	2	22.5	5	87	35
<i>5 – H</i>	11	0	22.5	4	92	37
<i>5 – I</i>	4	0	22.5	7	77	31
<i>5 – J</i>	12	0	22.5	3	97	39
<i>5 – K</i>	6	0	22.5	3	97	39





— 20 min TD-OFF, for HVAC/lighting control
 - - - Approximate zero TD-OFF (20 min logging),
 representing actual occupancy

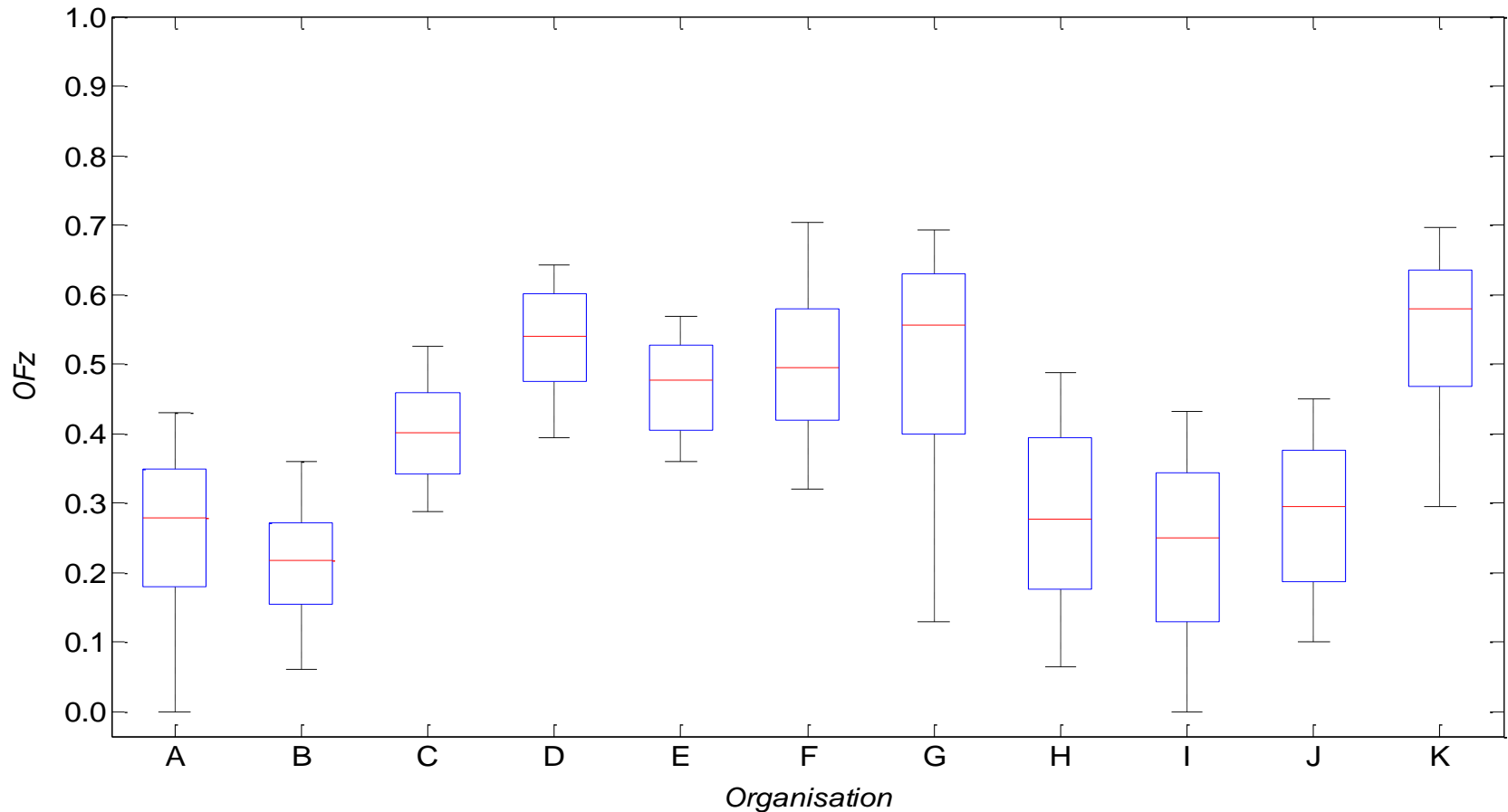
Gjennomsnittlig tilstedeværelse cellekontorer Sammenligning med litteraturstudie



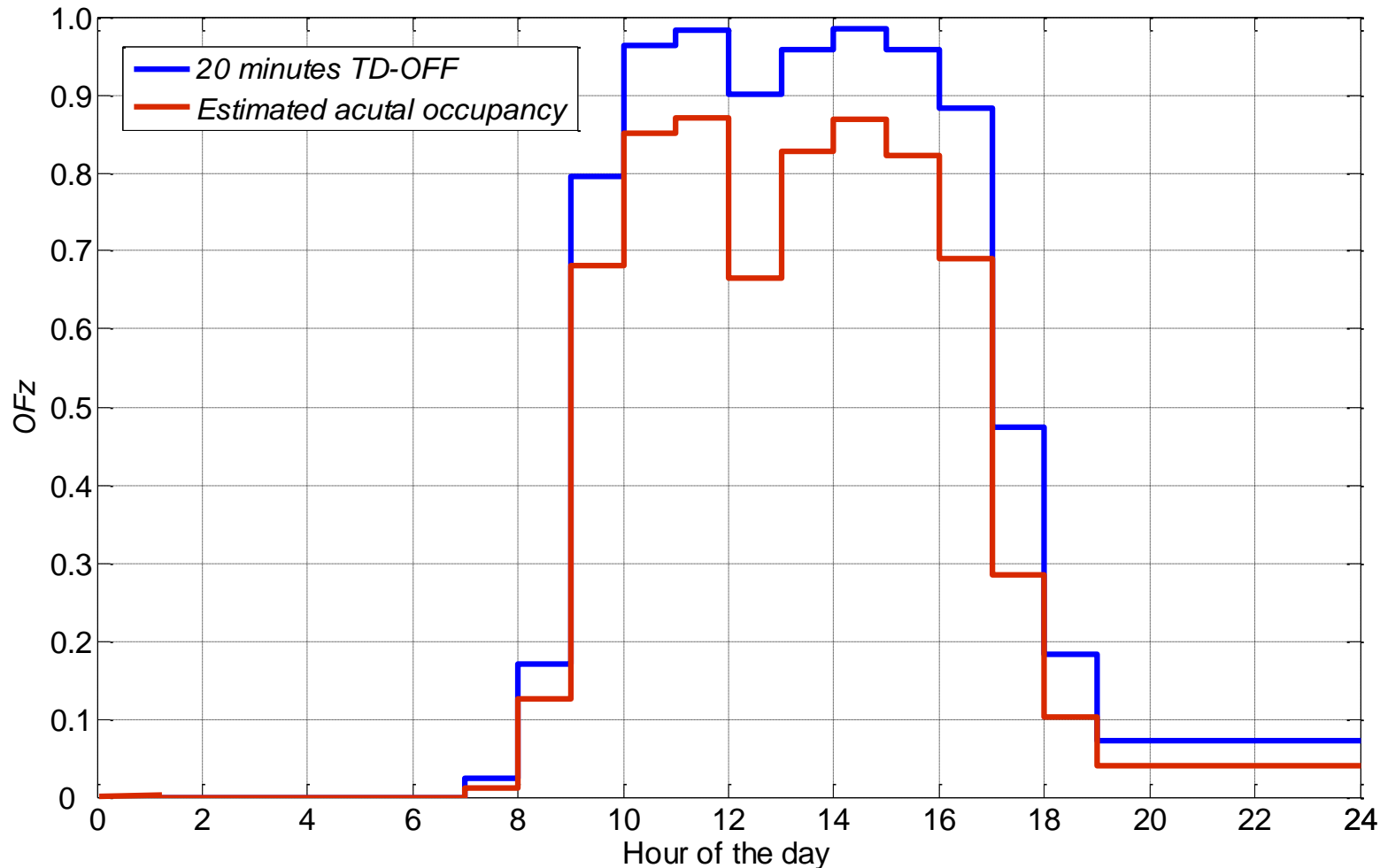
Maksimum eller nær maksimumsnivåer

To relevante fremstillinger:

1. Varighetsdiagram for OF_z eller OF_p , eventuelt omregnet til S
2. Døgnprofil for OF_z eller OF_p for dag med høy gjennomsnittlig tilstedeværelse ("dimensjonerende dag")

Fordeling av gjennomsnittlig *OFz* per arbeidsdag (06:00 til 18:00)

24 timers profil for "dimensjonerende dag"



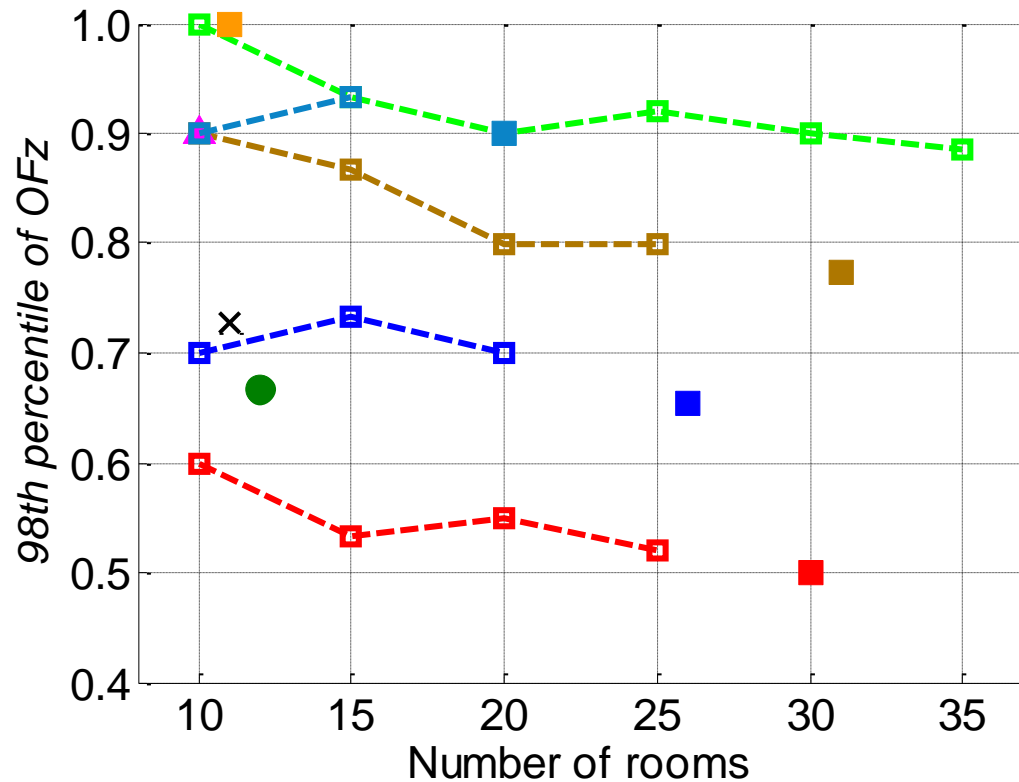
Maksimum eller nær maksimumsnivåer av OFz (og S) er en funksjon av:

1. Gjennomsnittlig OFz
2. Grad av koordinerte aktiviteter
3. Antall delsoner
4. Variasjon i UR blant de individuelle delsonene (her cellekontorene)

Av dette følger:

1. Varighetskurver for romutvalgene fra de 11 organisasjonene er ikke direkte sammenlignbare p.g.a. stor variasjon i antall cellekontor
2. Maksimum eller nær maksimumsnivåer er vanskelig å estimere, også når gjennomsnittlig OFz er kjent

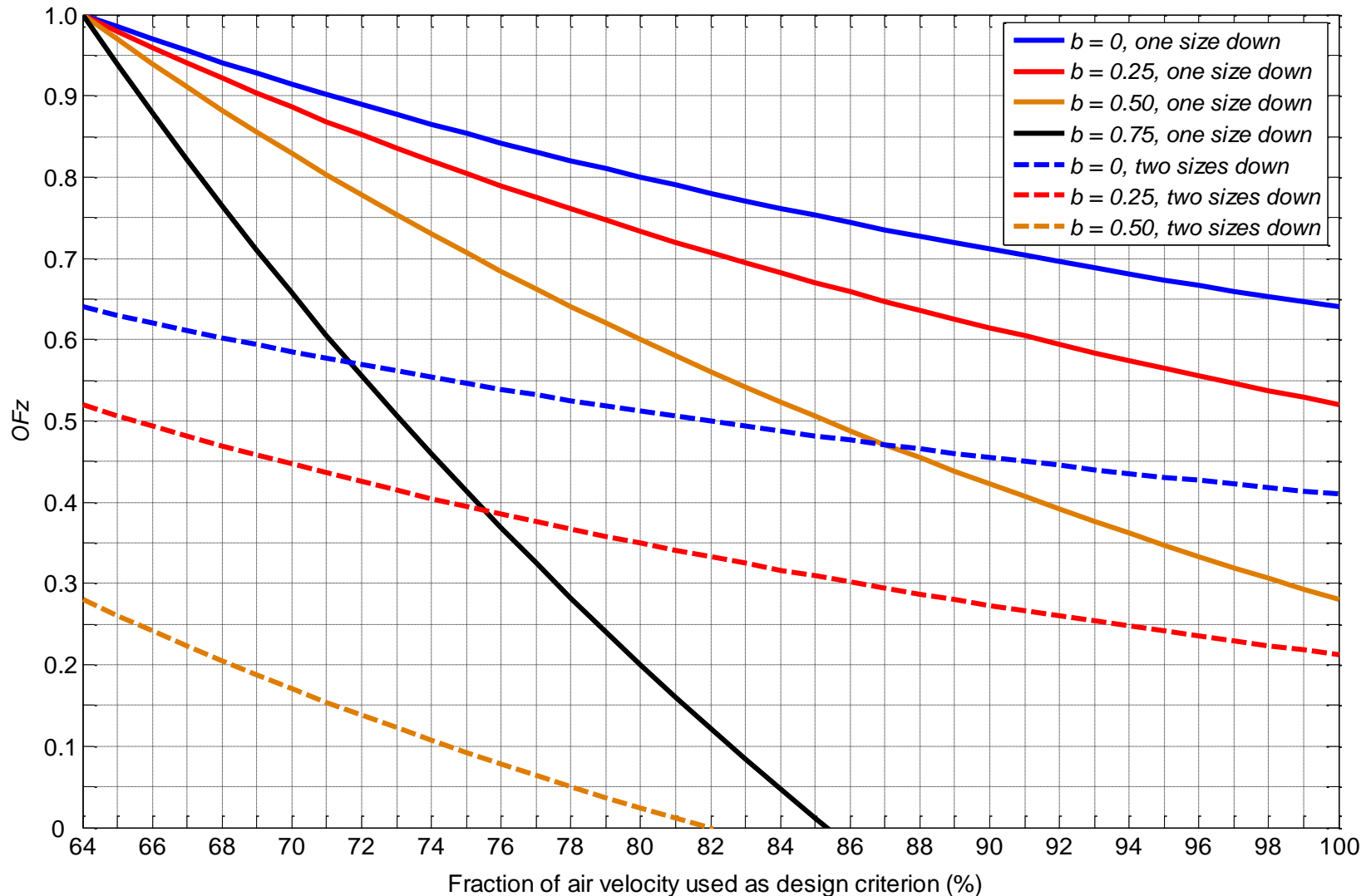
Effekt av antall rom på 98 persentilen av OFz



Org.	Ant. rom	98 pers.	Max
<i>Bygg 1</i>			
A	26	0,654	0,846
B	30	0,5	0,967
A+B	56	0,517	0,75
<i>Bygg 5</i>			
F	20	0,9	1,0
G	11	1,0	1,0
H	11	0,727	1,0
I	4	0,75	1,0
J	12	0,667	1,0
K	6	1,0	1,0
F-K	64	0,703	0,781

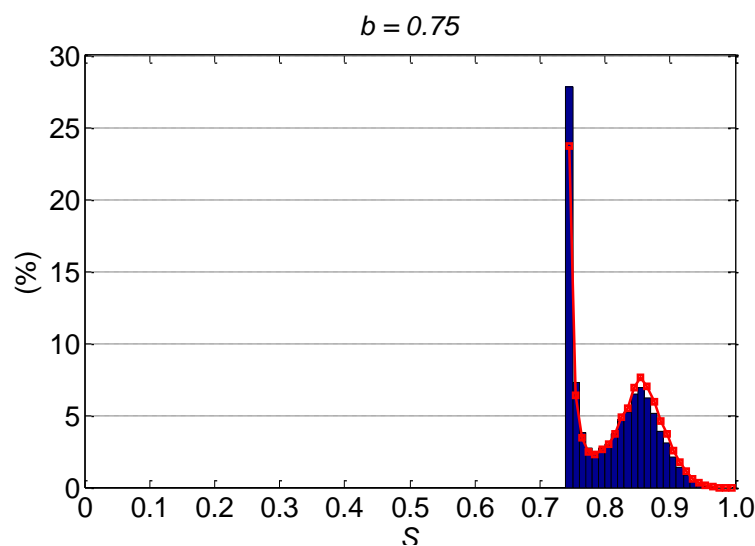
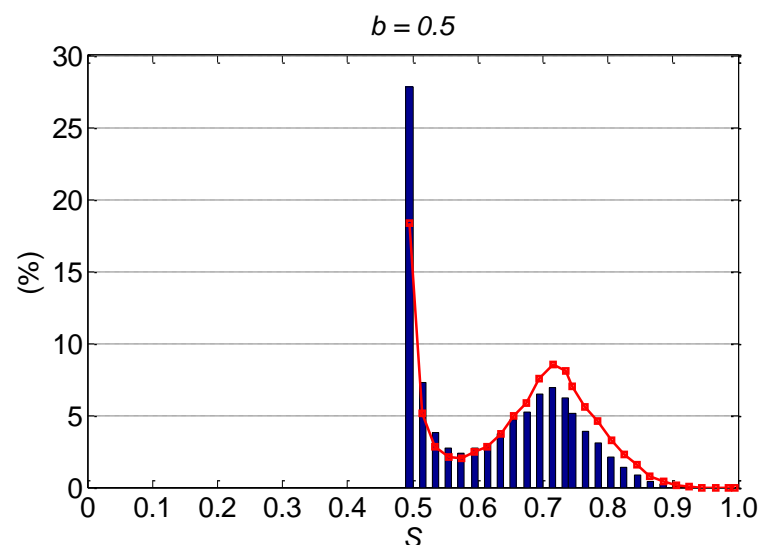
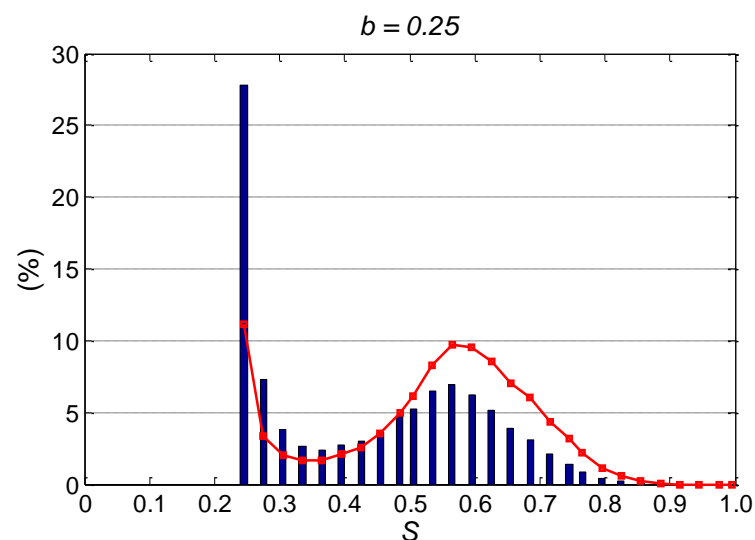
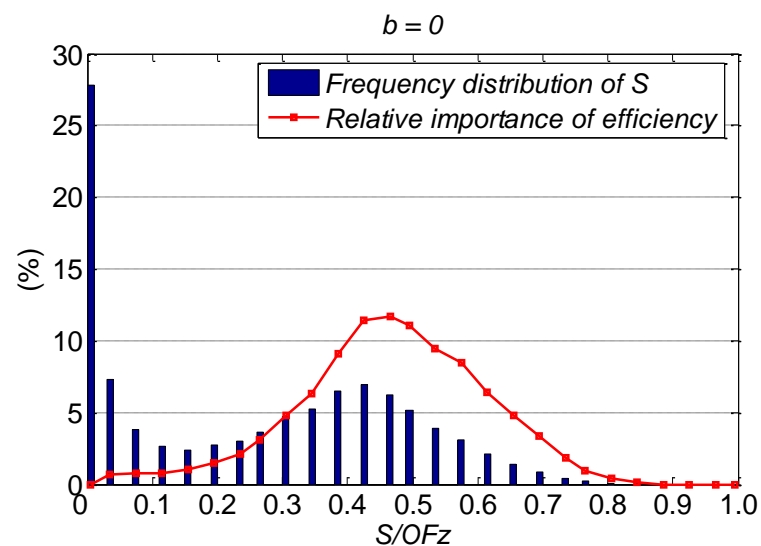
Resultat fra casestudier indikerer:

- Gjennomsnittlig *OFz* for cellekontor (06-18):
 - Spenn: ca 0,2 - 0,6
 - Gjennomsnitt: ca 0,4
- *UR* møterom (06-18):
 - Spenn: ca 0,1 - 0,7
- Nær maksimumsnivåer av *OFz* (en og samme organisasjon):
 - 10 rom: ca 0,60-1,0
 - 20 rom: ca 0,55-0,90
 - 30 rom eller flere: ca 0,50-0,90
 - For en sone med blanding av flere organisasjoner kan maks, eller nær maks, være lavere

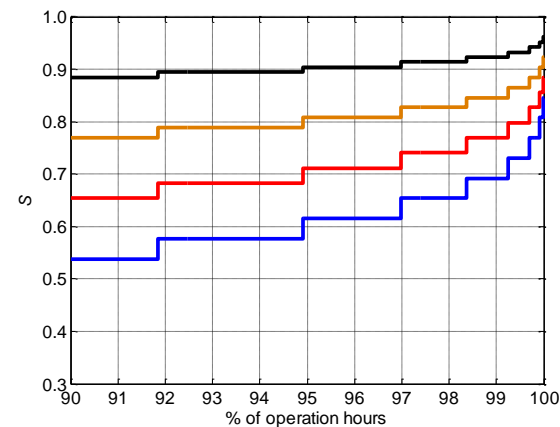
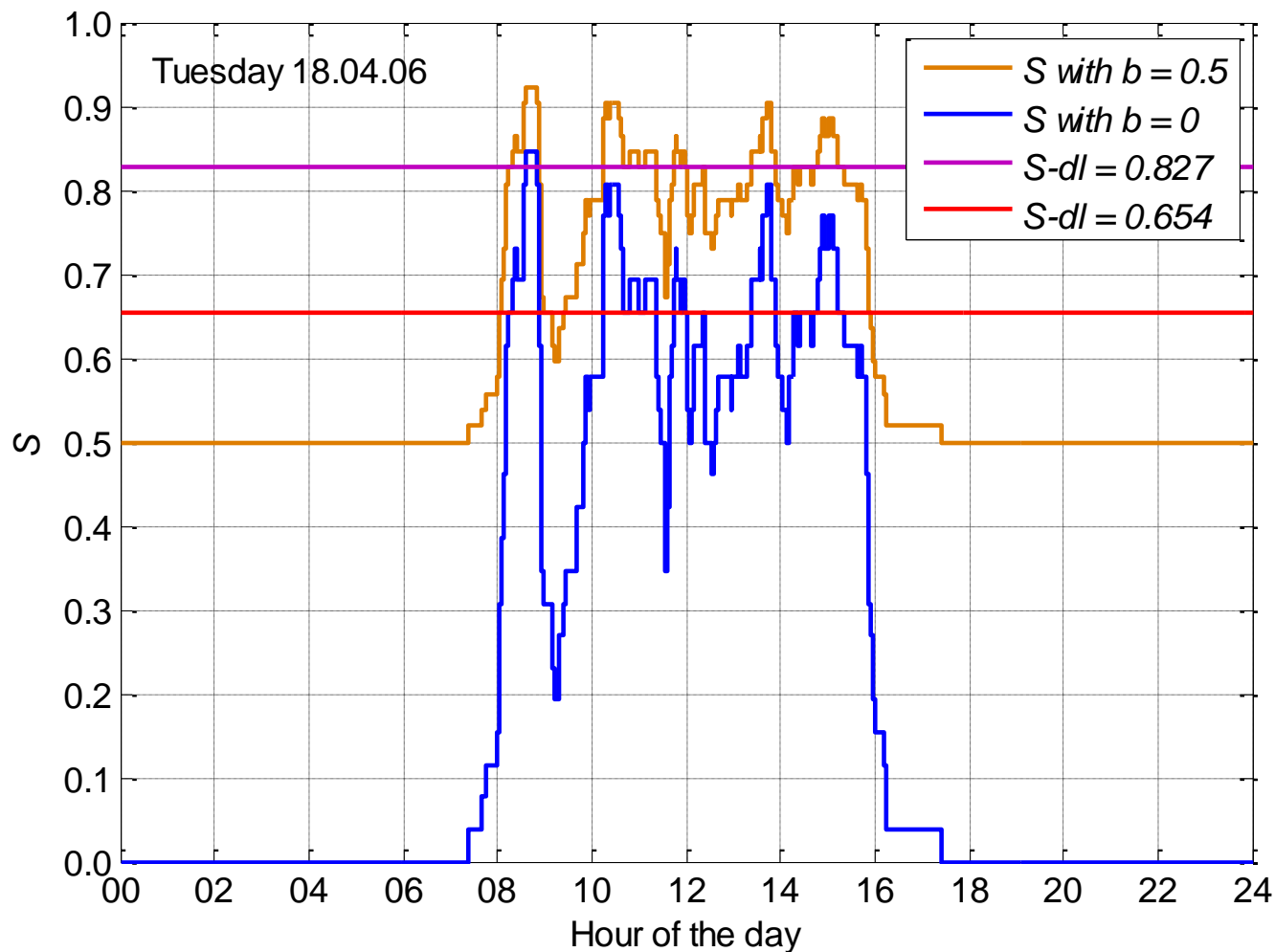


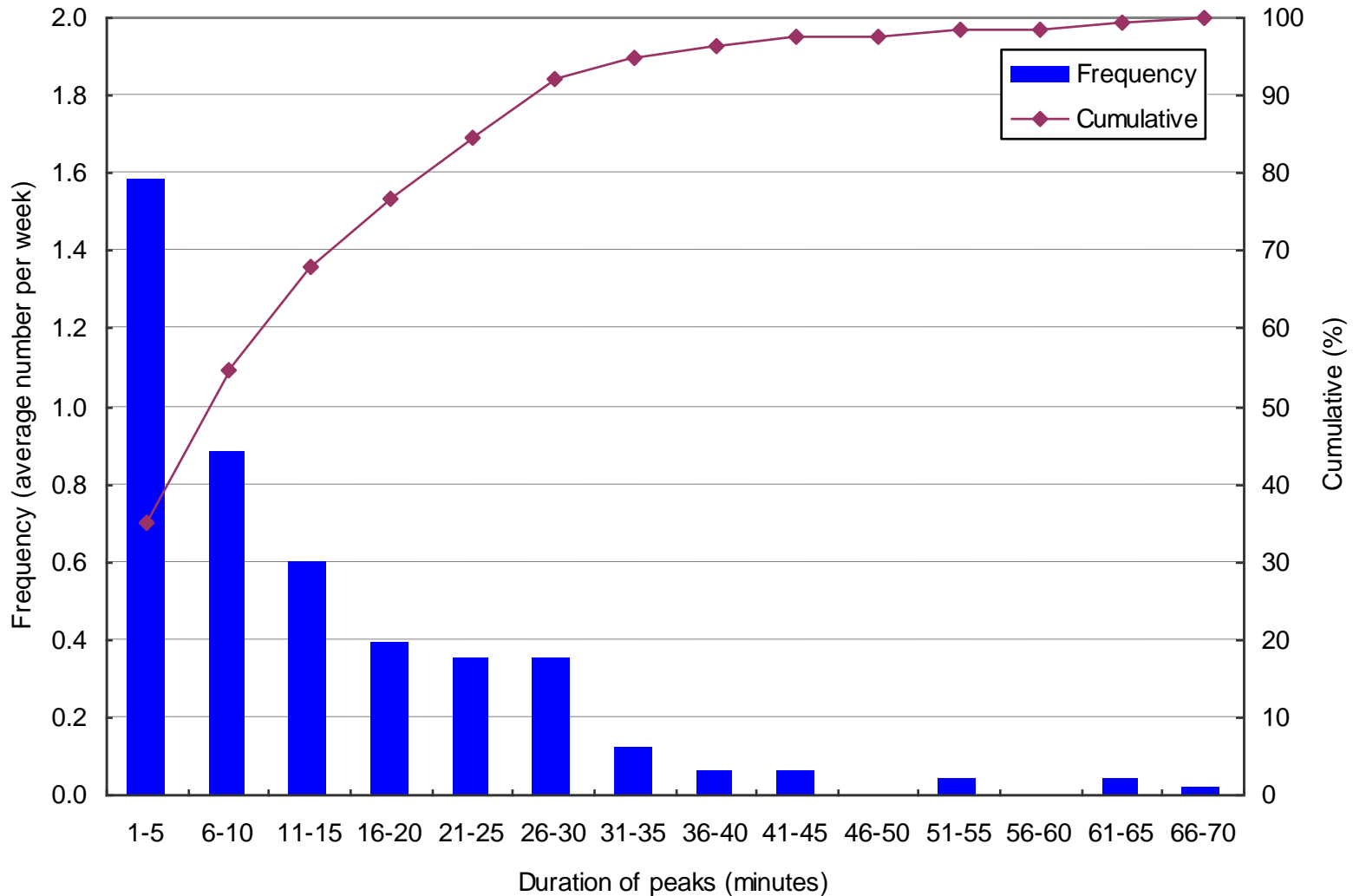
Ofz-nivåer som trengs for å gå en eller to størrelser ned for sirkulære kanaler og fortsatt oppfylle maksimal lufthastighet brukt som design kriterier, som en funksjon av den del av designkriteriet som q_{DCV} ($S = 1,0$) gir.

Eksempel: Frekvensfordeling av OFz/S for arbeidsdager 06:00-18:00, *Organisasjon A*.
Relativ betydning av virkningsgrad til viftesystem (for en gitt $\Delta p - q$ sammenheng)



En av dagene med mest "mangel" på luft (*Organisasjon A*)





Fordeling av topper i brukssamtidighet for *Organisasjon A* når *S-dl* er valgt slik at *S* overstiger *S-dl* 50 timer per år.

Eksempel *Organisasjon A*:

Underskudd på ventilasjonsluft for det mest utsatte kontoret den dagen med størst totalt underskudd på luft, når $S-dl < S$

$S-dl$	$T(S-dl)$ (hours per year)				Relative daily shortage of ventilation air for the most exposed office (%)			
	b				b			
	0	0.25	0.50	0.75	0	0.25	0.50	0.75
0.70	22.5	153.6	> 300	> 300	1.6	4.2	-	-
0.75	9.3	49.2	> 300	> 300	0.7	1.7	-	-
0.80	2.9	9.3	153.6	> 300	0.2	0.6	2.5	-
0.85	0.0	2.9	22.5	> 300	-	0.1	0.6	-
0.90	0.0	0.0	2.9	153.6	-	-	0.1	1.1
0.95	0.0	0.0	0.0	2.9	-	-	-	0.0

Takk for oppmerksomheten!