

19 grader

Lars Gunnarsen

Sektionen for Byggeteknik, Processer og Indeklima
Aalborg Universitet



BUILD
BYGGERI, BY OG MILJØ

AALBORG
UNIVERSITET

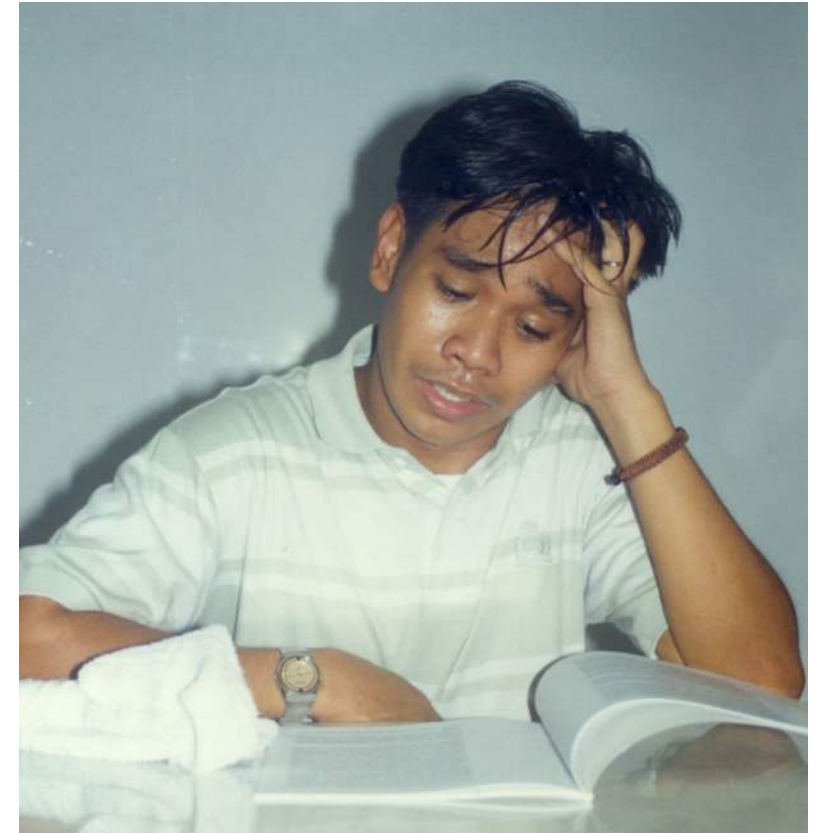


19 grader



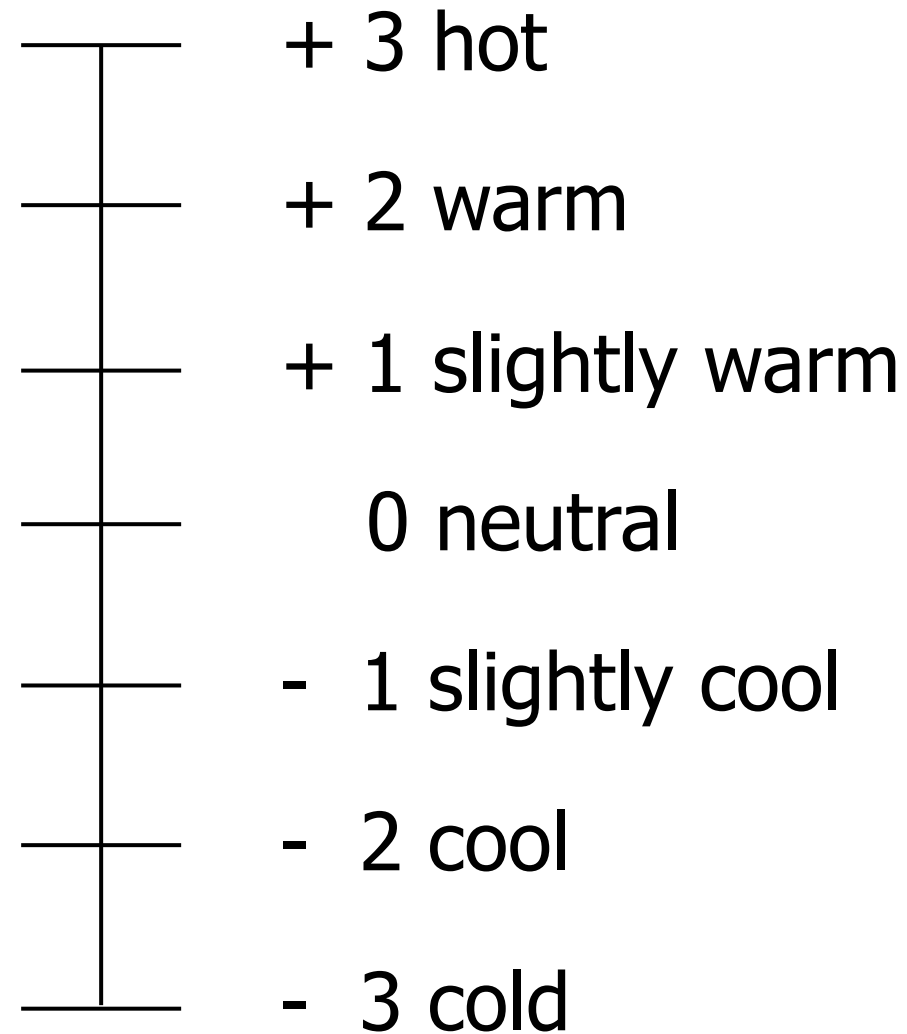
Indhold:

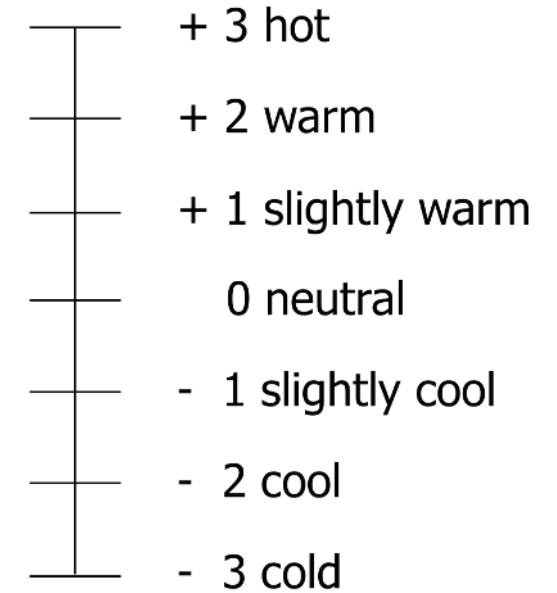
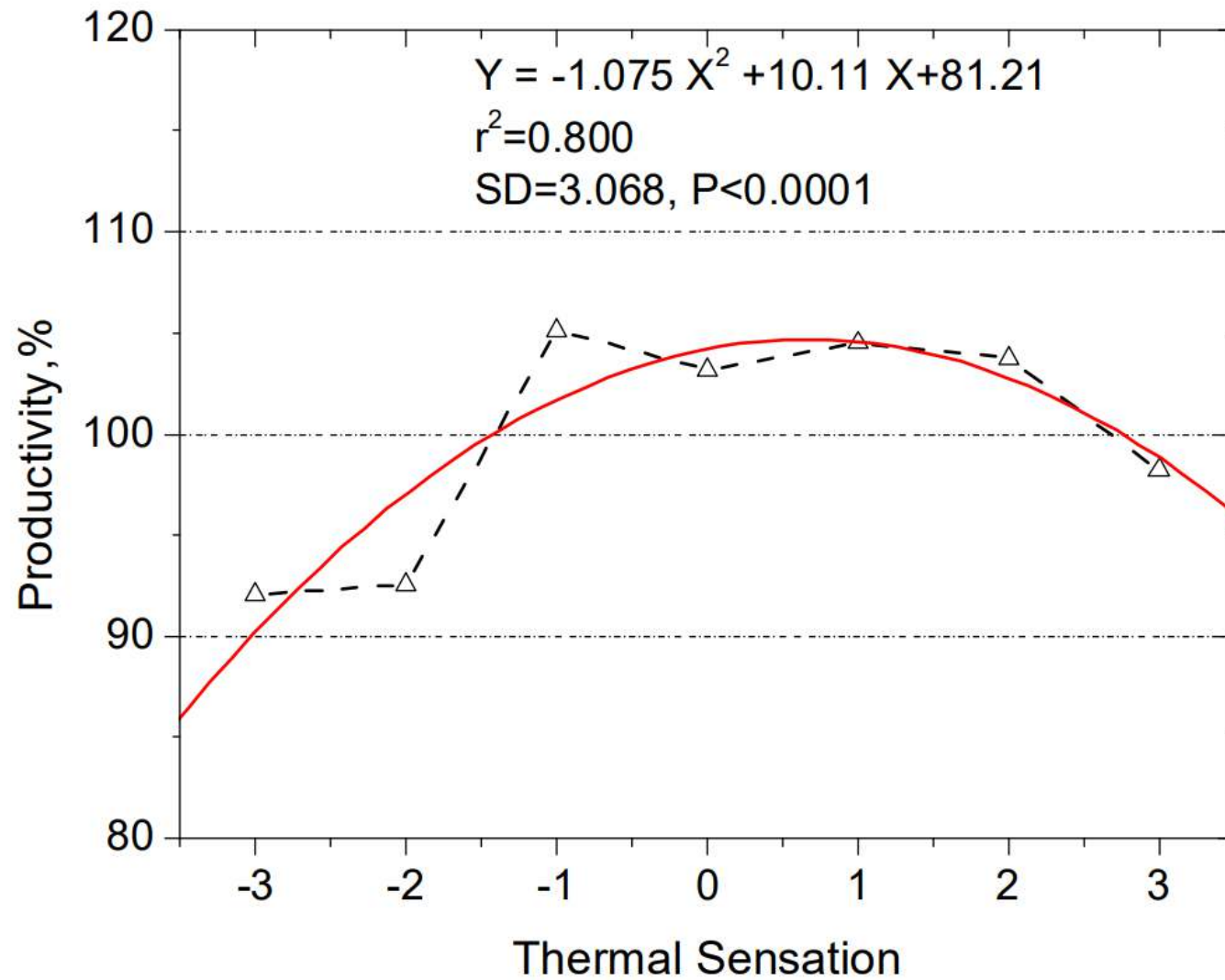
Produktivitet
Smittespredning
Termisk komfort
Fugtproblemer
Det fælles ansvar
Sammenfatning



Nej, det her er jo varmestress!

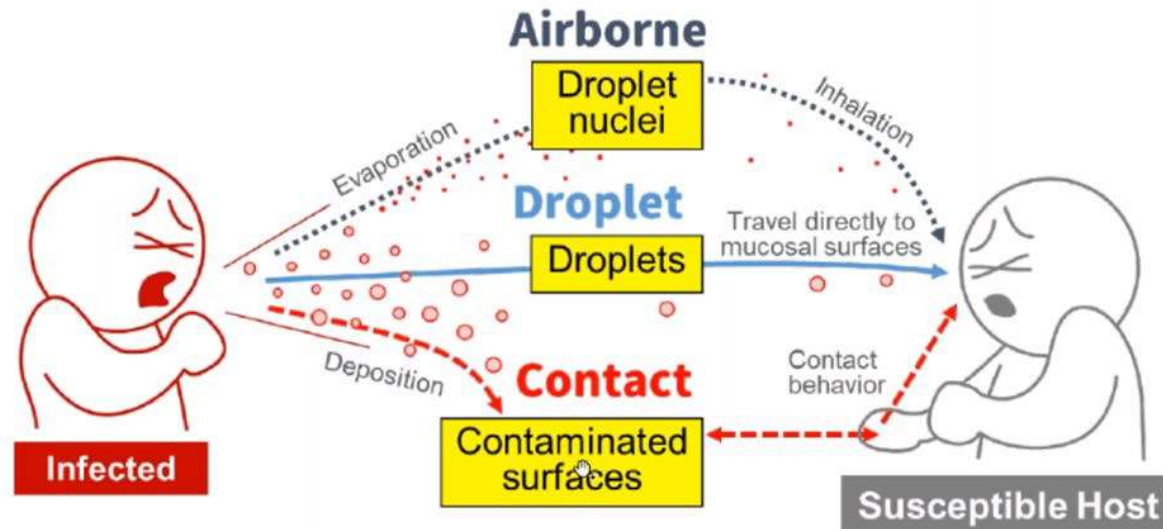
Produktivitet





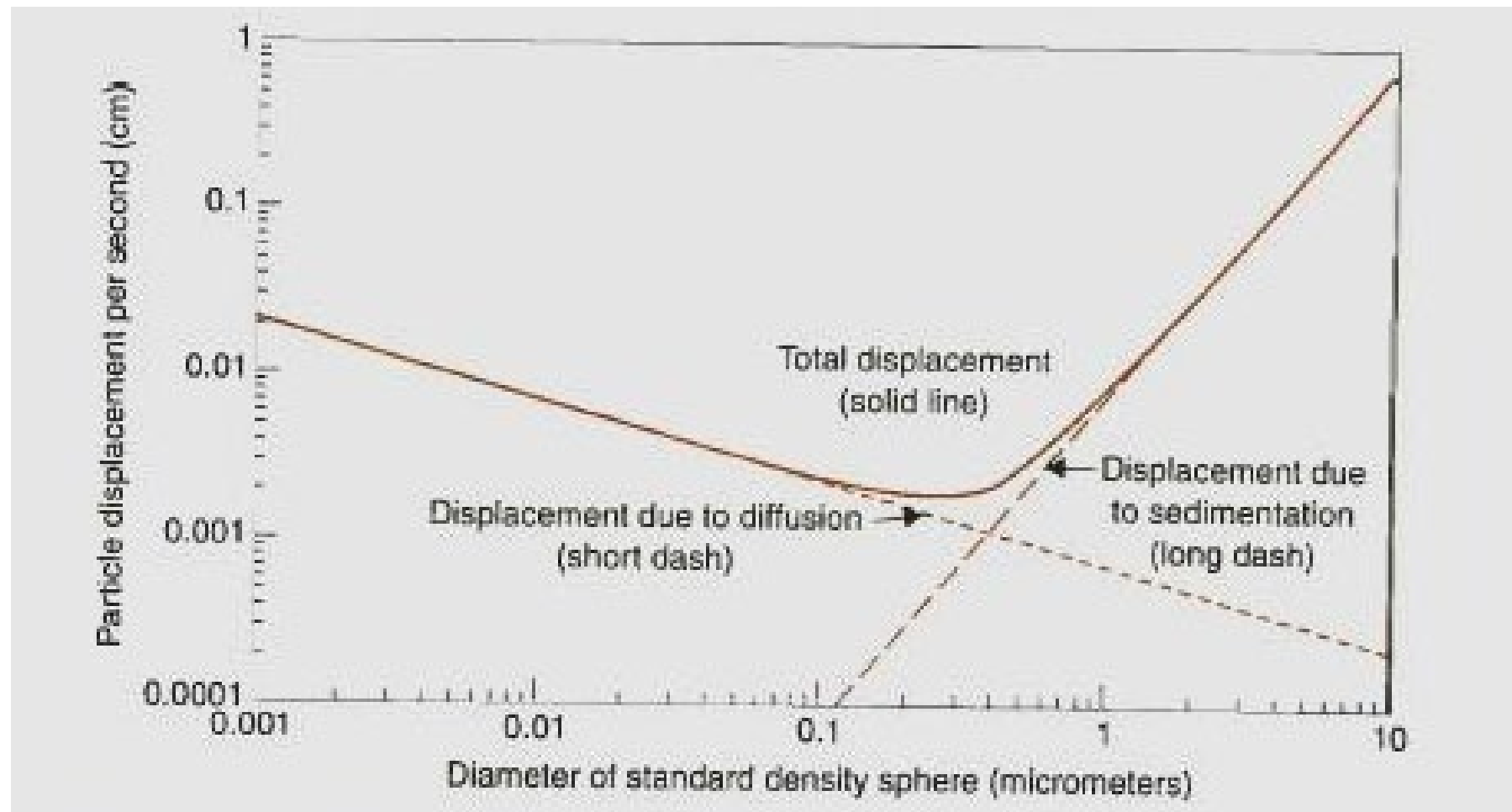
X. Ye, Z. Lian, ZP Zhou, J. Feng, Cz Li, Ym Liu. (2005). INDOOR ENVIRONMENT, THERMAL COMFORT AND PRODUCTIVITY. Proc. Indoor Air 2005

Transmission/Contamination Modes



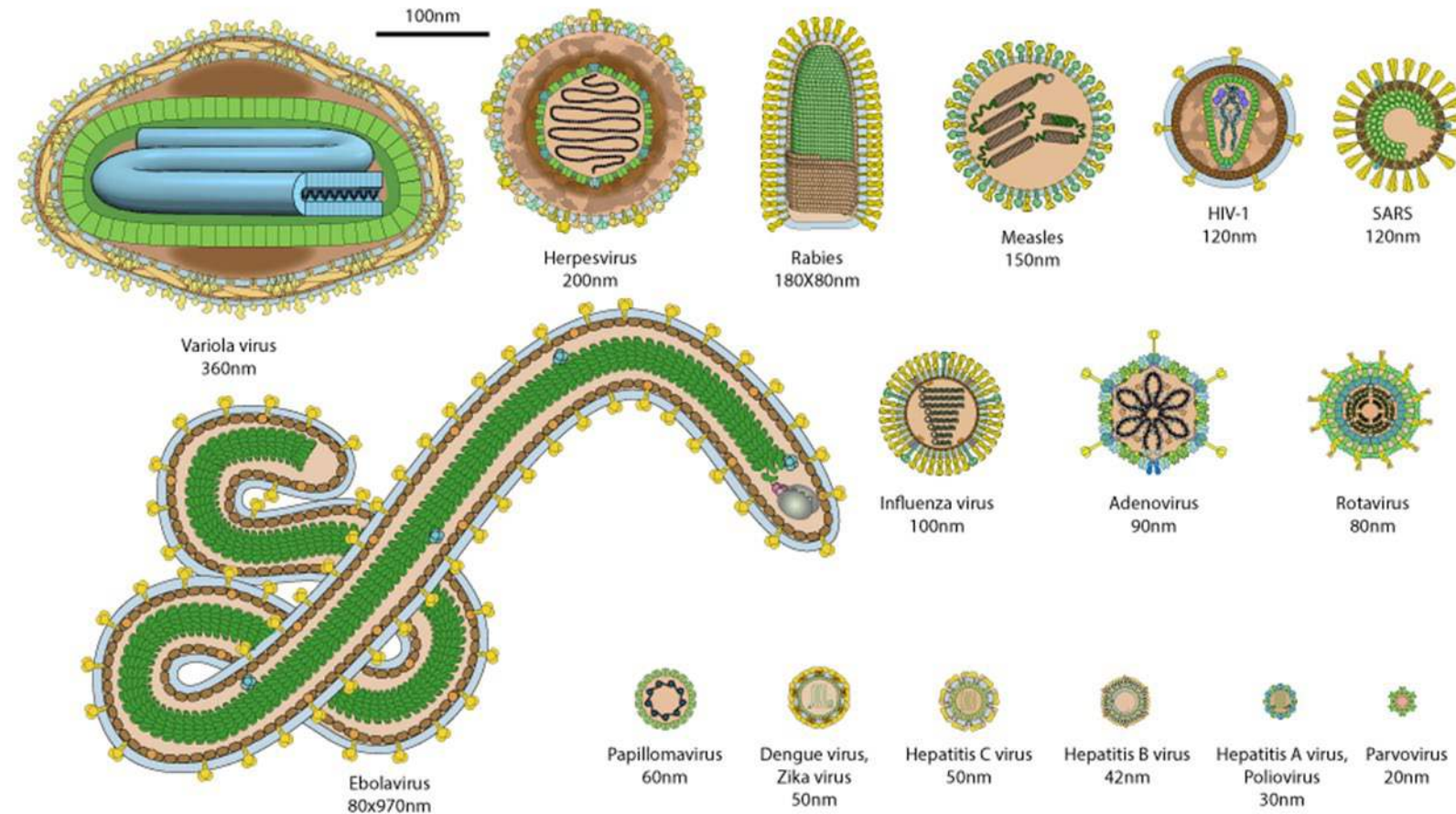
Role of ventilation in the control of the COVID-19 infection: Emergency presidential discourse SHASE, March 23, 2020.

Mode	PM Size	Measures
Airborne	< 10	Mask, Face Shield, Ventilation
Droplets	10<D<50	Confinement, Social Distancing
Contact	> 50	Hygiene, Disinfection, Behavior



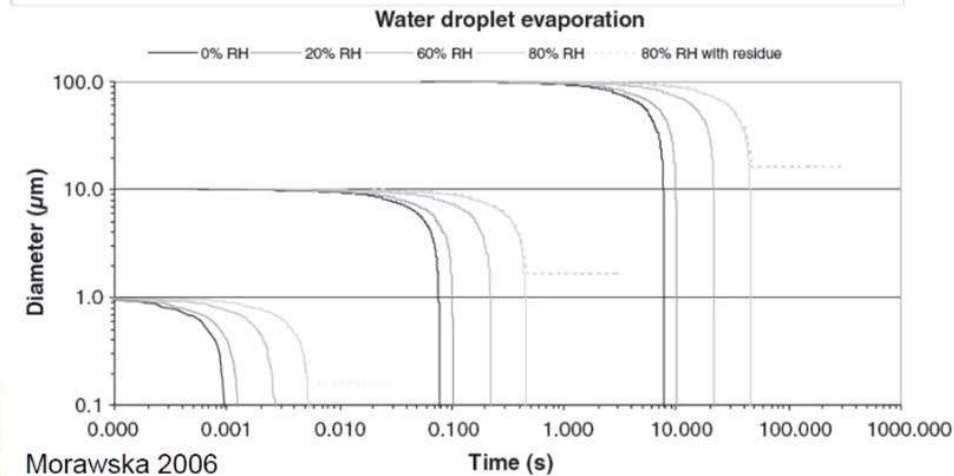
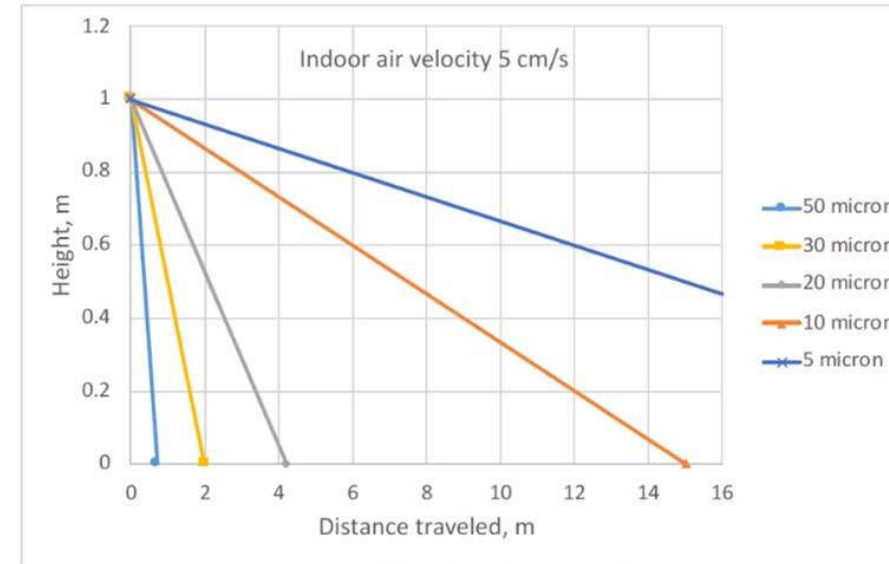
Human virus relative size

This picture displays most common human viruses with their relative size. The nucleic acids are not to scale.



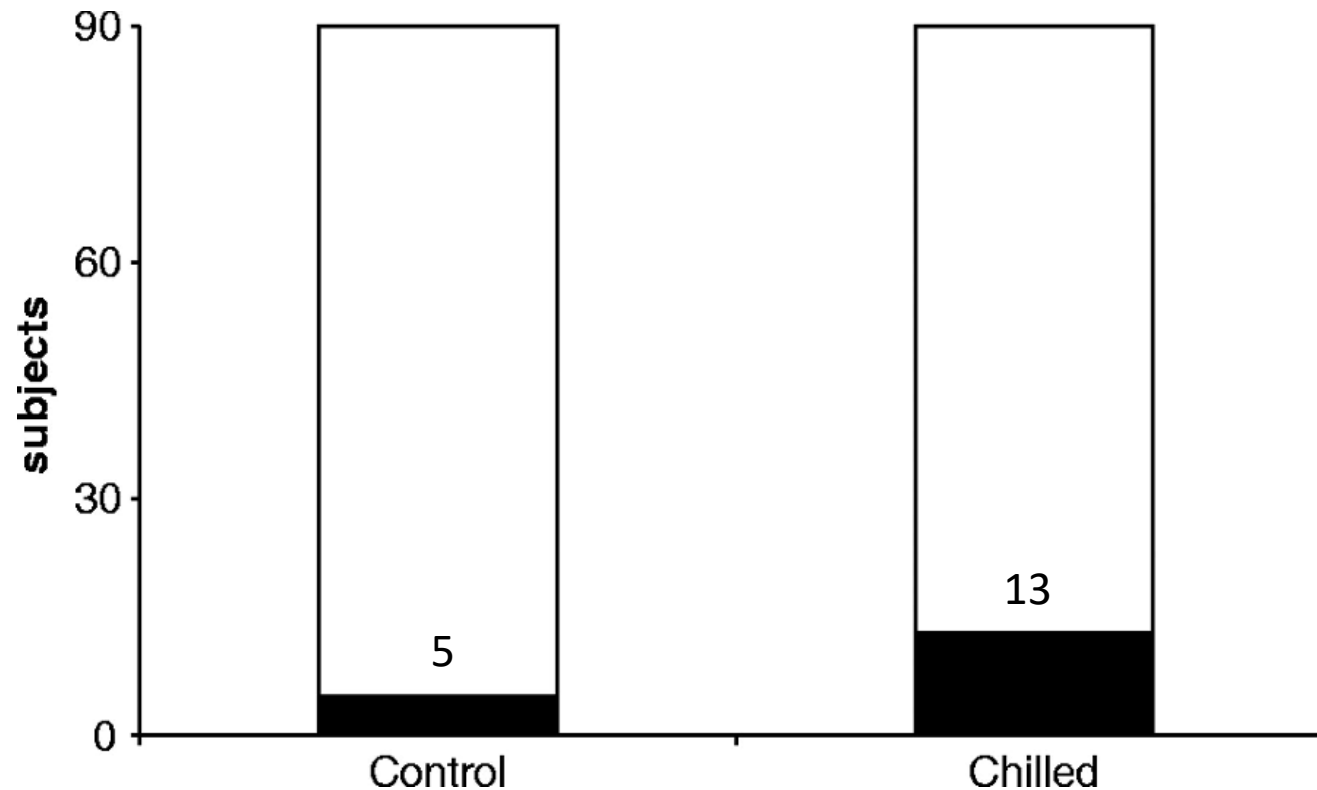
Settling distance of droplets

- Small water droplets evaporate in milliseconds, even 10 μm in 0.2 s
- In the mixture of volatiles (mainly water) and nonvolatile substances the final diameter would be about half the initial diameter
- 1 μm to 100 μm range under interest, the rapid factor of 2 change in diameter often considered
- To estimate the settling distance of 1 m, low indoor air velocity 5 cm/s used (higher velocity will increase the distance)



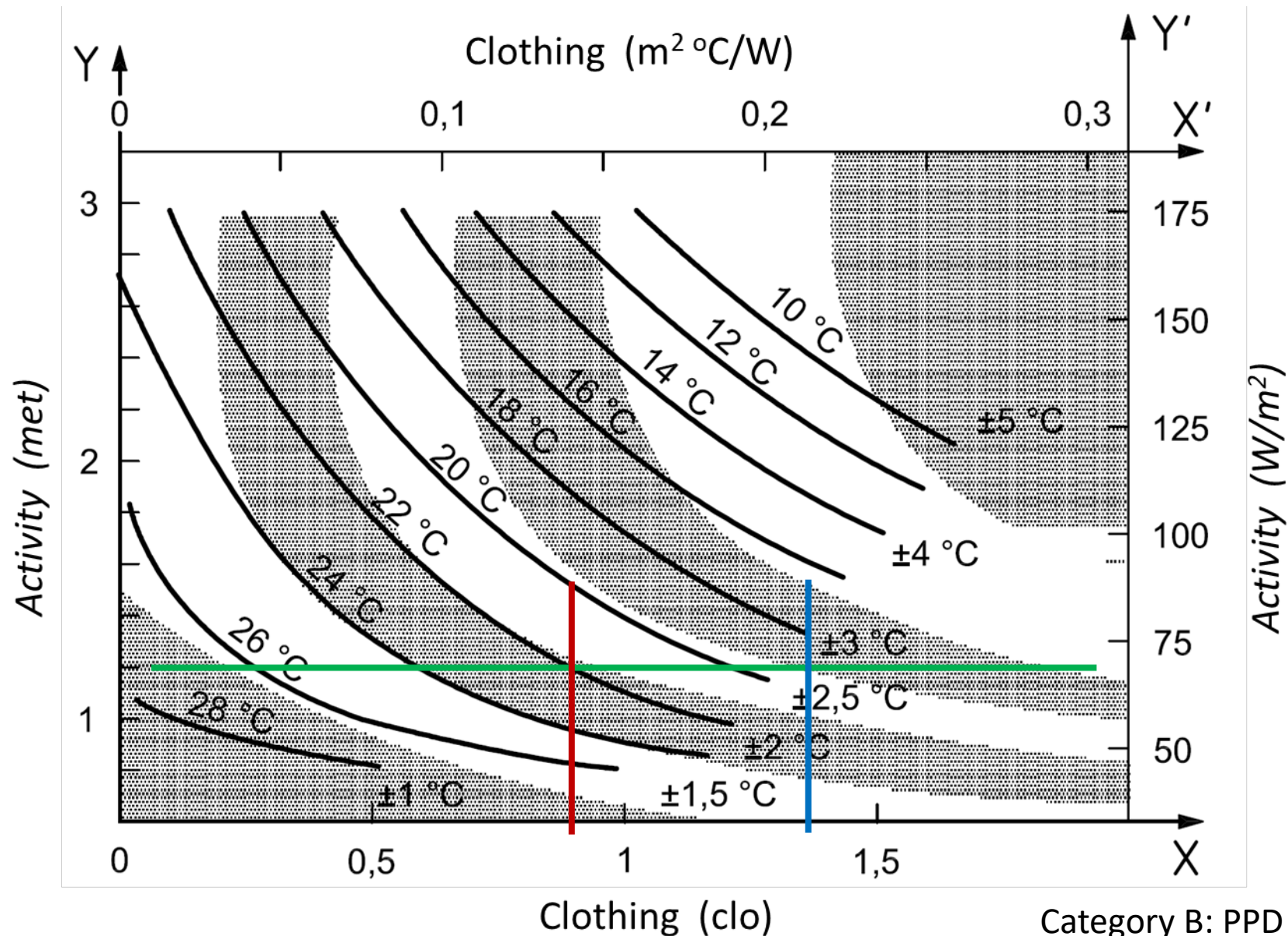
Morawska 2006

Antal forsøgspersoner som rapporterede at de var forkølede efter en kontrolleret procedure med afkøling efter en opfølgningsperiode på 4-5 dage.



Halvdelen af forsøgspersonerne blev bedt om at tage sko og strømper af og sidde med fødderne i spande med vand i 20 minutter. Vandet blev holdt ved 10 °C. Kontrolgruppen satte fødderne i tomme spande uden vand og uden at tage sko og strømper af også i 20 minutter.

Termisk komfort



Clo values of clothing ensembles



I_{cl} (clo)

Walking shorts, short-sleeved shirt	0.36
Trousers, short-sleeved shirt	0.57
Trousers, long-sleeved shirt	0.61
Same as above, plus suit jacket	0.96
Same as above, plus vest and T-shirt	0.96
Trousers, long-sleeved shirt, long-sleeved sweater, T-shirt	1.01
Same as above, plus suit jacket and long underwear bottoms	1.30
Sweat pants, sweat shirt	0.74
Long-sleeved pajama top, long pajama trousers, short 3/4 sleeved robe, slippers (no socks)	0.96
Knee-length skirt, short-sleeved shirt, panty hose, sandals	0.54
Knee-length skirt, long-sleeved shirt, full slip, panty hose	0.67
Knee-length skirt, long-sleeved shirt, half slip, panty hose, long-sleeved sweater	1.10
Knee-length skirt, long-sleeved shirt, half slip, panty hose, suit jacket	1.04
Ankle-length skirt, long-sleeved shirt, suit jacket, panty hose	1.10
Long-sleeved coveralls, T-shirt	0.72
Overalls, long-sleeved shirt, T-shirt	0.89
Insulated coveralls, long-sleeved thermal underwear, long underwear bottoms	1.37



Human Metabolic Rate

Activity

	<i>(W/m²)</i>	<i>(Met)</i>
Laying down	46	0.8
Sitting, relaxed	58	1.0
Standing, relaxed	70	1.2
Sitting activity (office work, school etc.)	70	1.2
Standing activity (shop, laboratory etc.)	93	1.6
Moving activity (house work, working at machines etc.)	116	2.0
Harder activity (hard work at machines, work shops etc.)	165	2.8





BUILD
BYGGERI, BY OG MILJØ

AALBORG
UNIVERSITET





BUILD
BYGGERI, BY OG MILJØ

AALBORG
UNIVERSITET

Det andet problem med 19 grader...



BUILD
BYGGERI, BY OG MILJØ

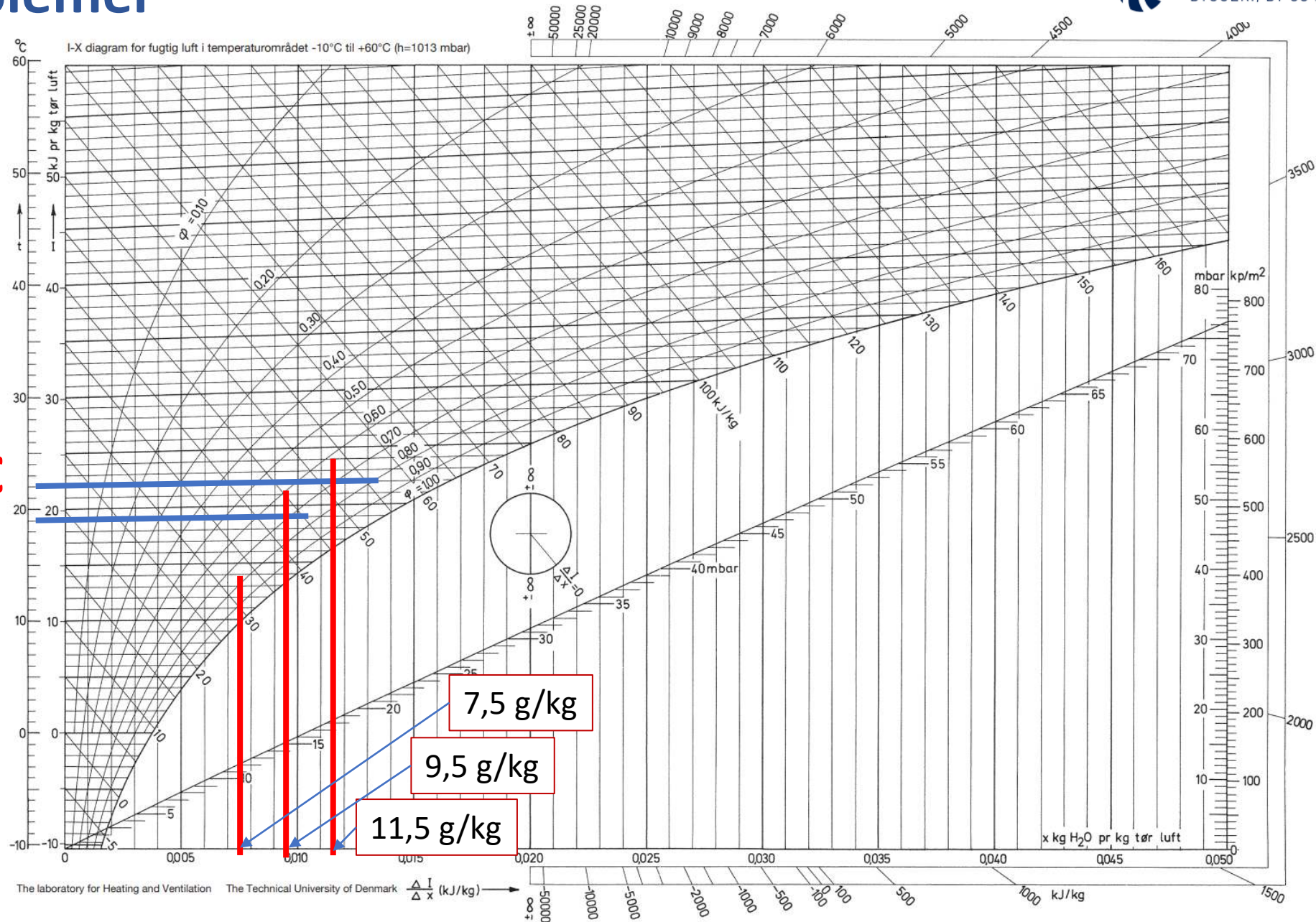
AALBORG
UNIVERSITET



Fugtproblemer



22 °C
19 °C





Hvor meget mere vand kan der være i indeluften ved 70 %RH og 22 °C end ved 19 °C og samme relative fugtighed?

$$11,5 \text{ g/kg mod } 9,5 \text{ g/kg} : (11,5 - 9,5) \text{ g/kg} * 100 \% / 9,5 \text{ g/kg} = 21 \%$$

Hvor meget større skal luftskiftet være ved 19 °C end ved 22 °C for at have samme sikkerhed for ikke at overskride 70 % RH?

$$(11,5 - 7,5) \text{ g/kg} / (9,5 - 7,5) \text{ g/kg} = 2$$

2 gange så stort udeluftskifte. Det er det tal vi skal huske!

Hvad med en moderne lille bolig? Simulering med BSIM

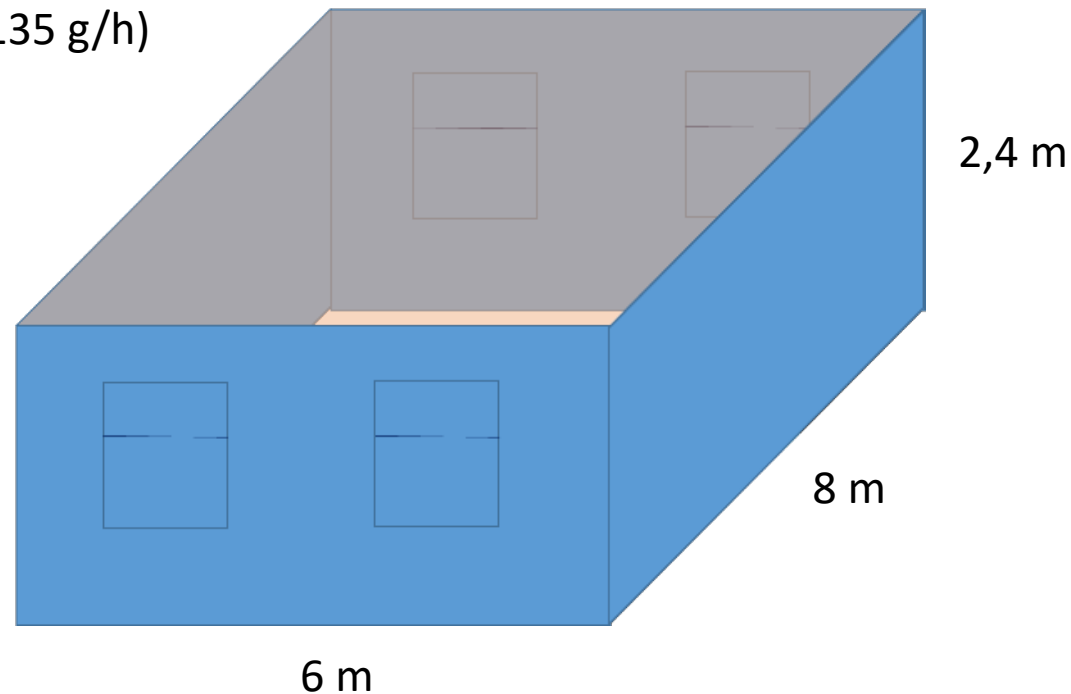
Grundventilering: 0,3 l/s m²

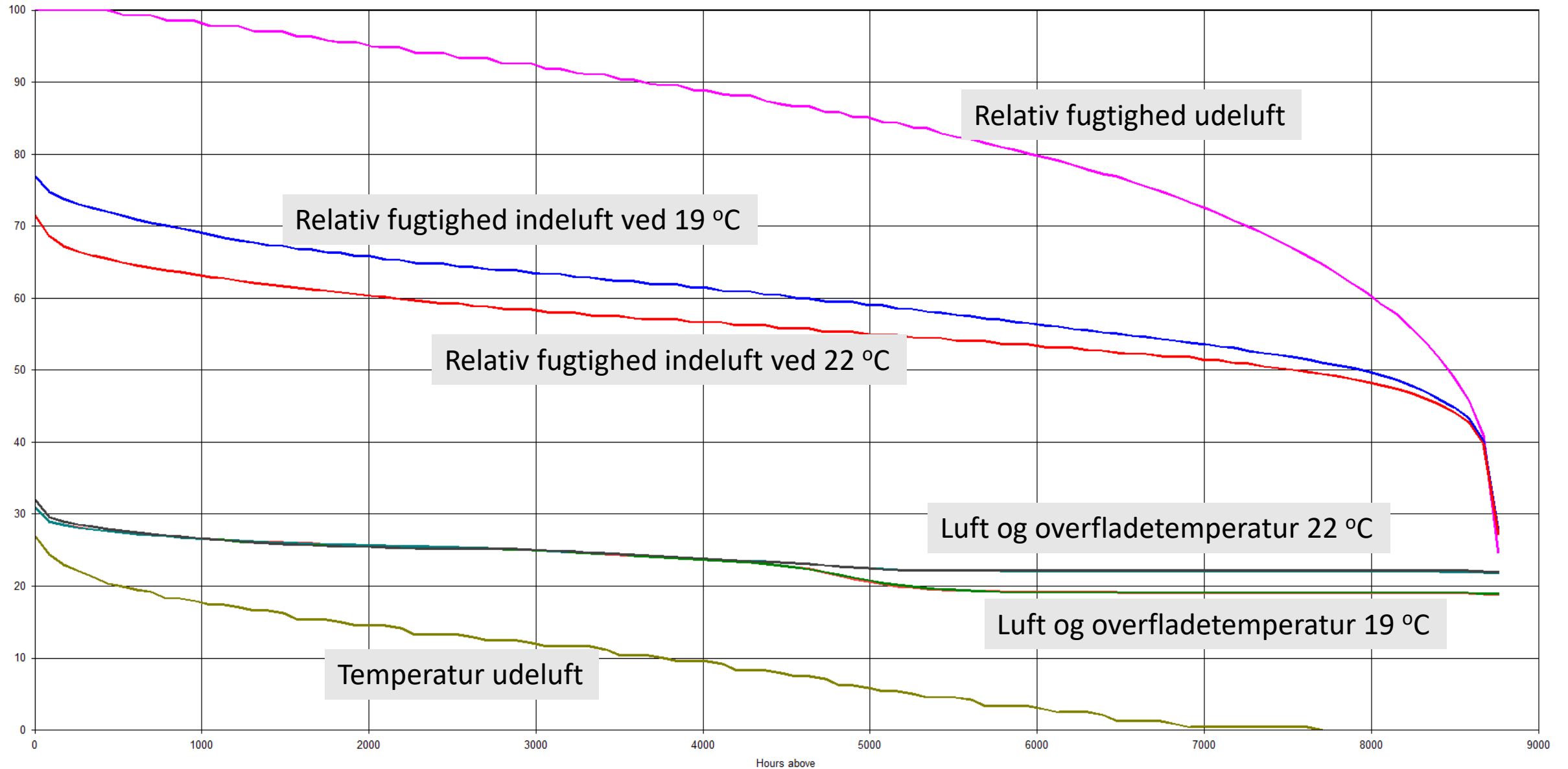
Fugttilførsel: 2 personer (120 g/h) og andet (135 g/h)

Vinduer: 4 m² mod syd

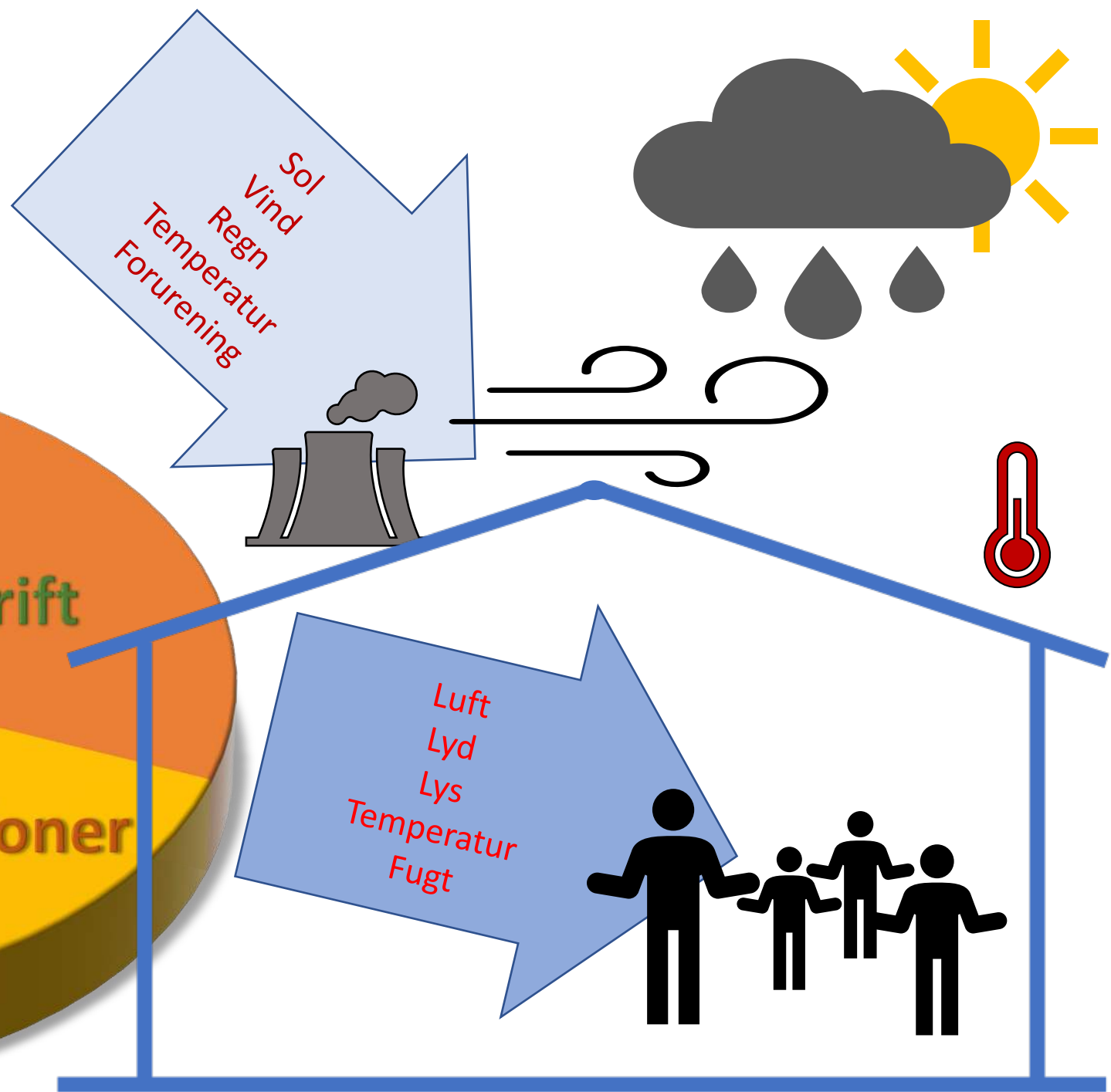
Udluftning: 3 h⁻¹ ved temperaturer over 25 °C

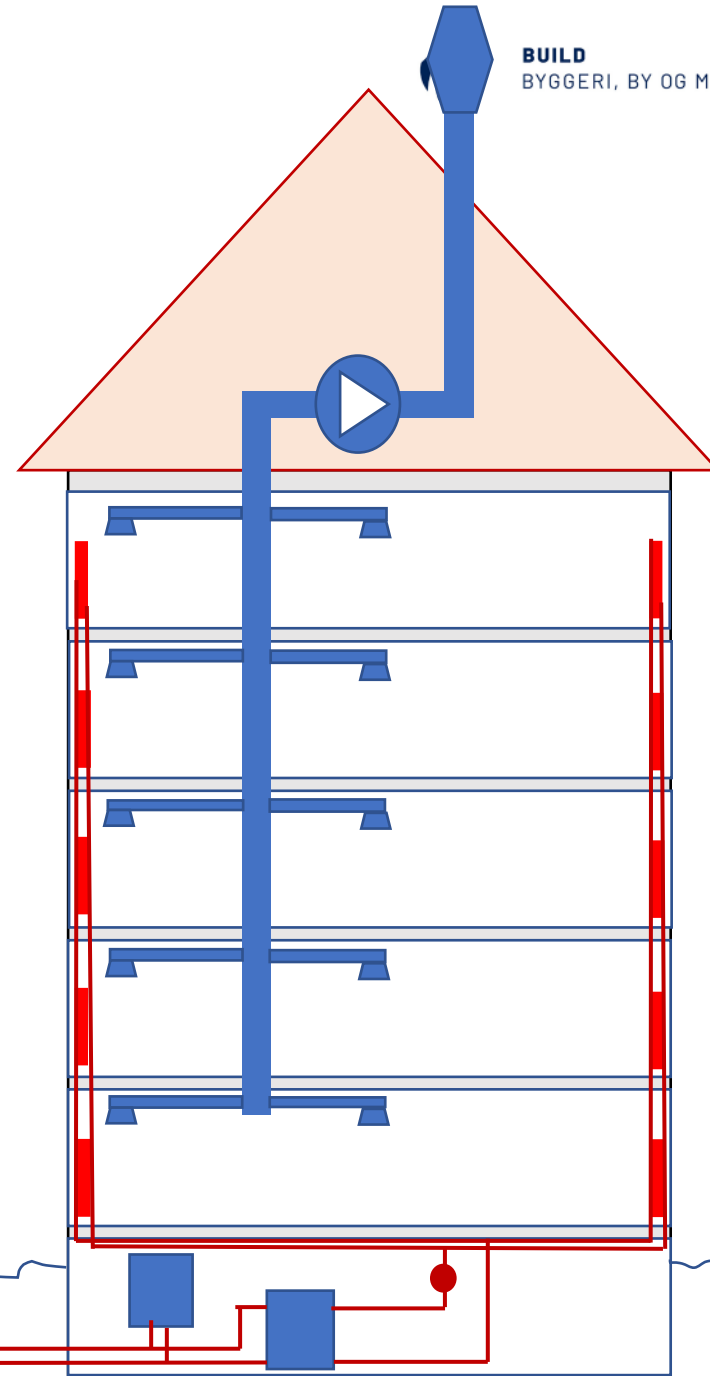
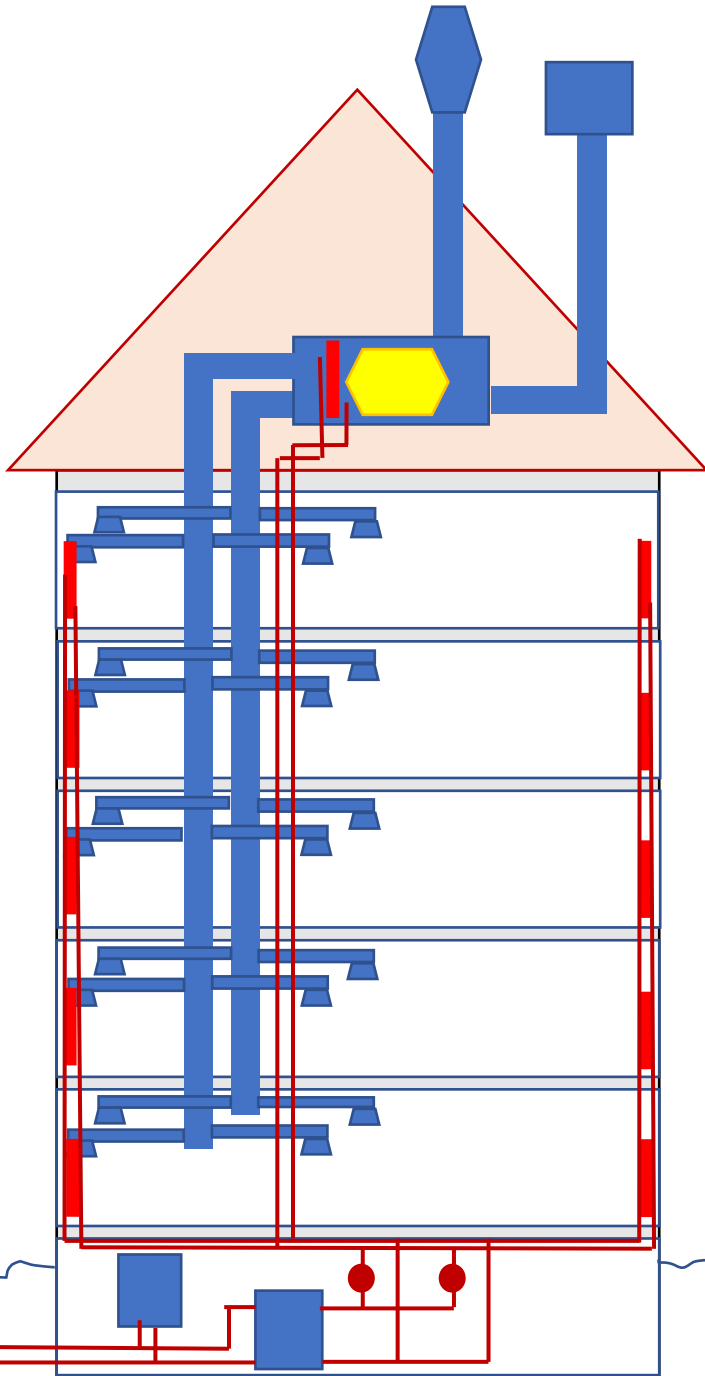
Facadeisolering: 0,3 W/m² K





Det fælles ansvar







Sammenfatning

Produktivitet

Vi yder og lærer mindre, når vi ikke er i termisk komfort.

Smittespredning

Måske smitter vi hinanden mere i tør luft. Vi er mere modtagelige for smitte, når vi fryser.

Komfort

Det kræver meget tøj at være kontorarbejder og arbejde ved 19 °C - men med tøj nok på, kan termisk komfort opretholdes.

Fugtproblemer

19 grader kræver meget mere ventilation og/eller udluftning.

Det fælles ansvar

Ansvaret for opretholdelse af sundhedsmæssigt tilfredsstillende indeklima er delt mellem bygningsbruger og bygningsejer/driftspersonalet. Ændringer i driften af bygninger kræver i særlig grad et godt samarbejde.