

DTU





# Værdien af indeklima

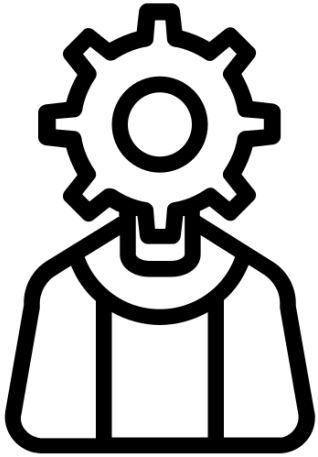
Jørn Toftum

Sektion for Indeklima, Institut for Miljø- og Ressourceteknologi

Danmarks Tekniske Universitet

# Krav til indeklima

Sundhedsmæssigt tilfredsstillende, komfortabelt og **produktivt / stimulerende**



Med ingeniørens briller.....

- Indeklima, der ikke er usundt, og med færrest mulige utilfredse

.....ved det lavest mulige energiforbrug

# Hvad sker der i et dårligt indeklima?

- Oplevet indeklima – vores sanser
- Symptomer
- Præstationsevne

# Forekomst af symptomer i kontorer (typisk)

- 10-60% af de ansatte er utilfredse med luftklimaet
- 20-40% af de ansatte har symptomer:
  - hovedpine
  - øjenirritation
  - slimhindeirritation
  - koncentrationsbesvær
  - unormal træthed
  - .....



## Indeklima i klasseværelset

ALLE BØRN HAR RETTIGHEDER

BØRNERÅDETS  
**BØRNE- OG  
UNGE**PANEL



Indeklimaet er godt: 48%

Træk: 44%

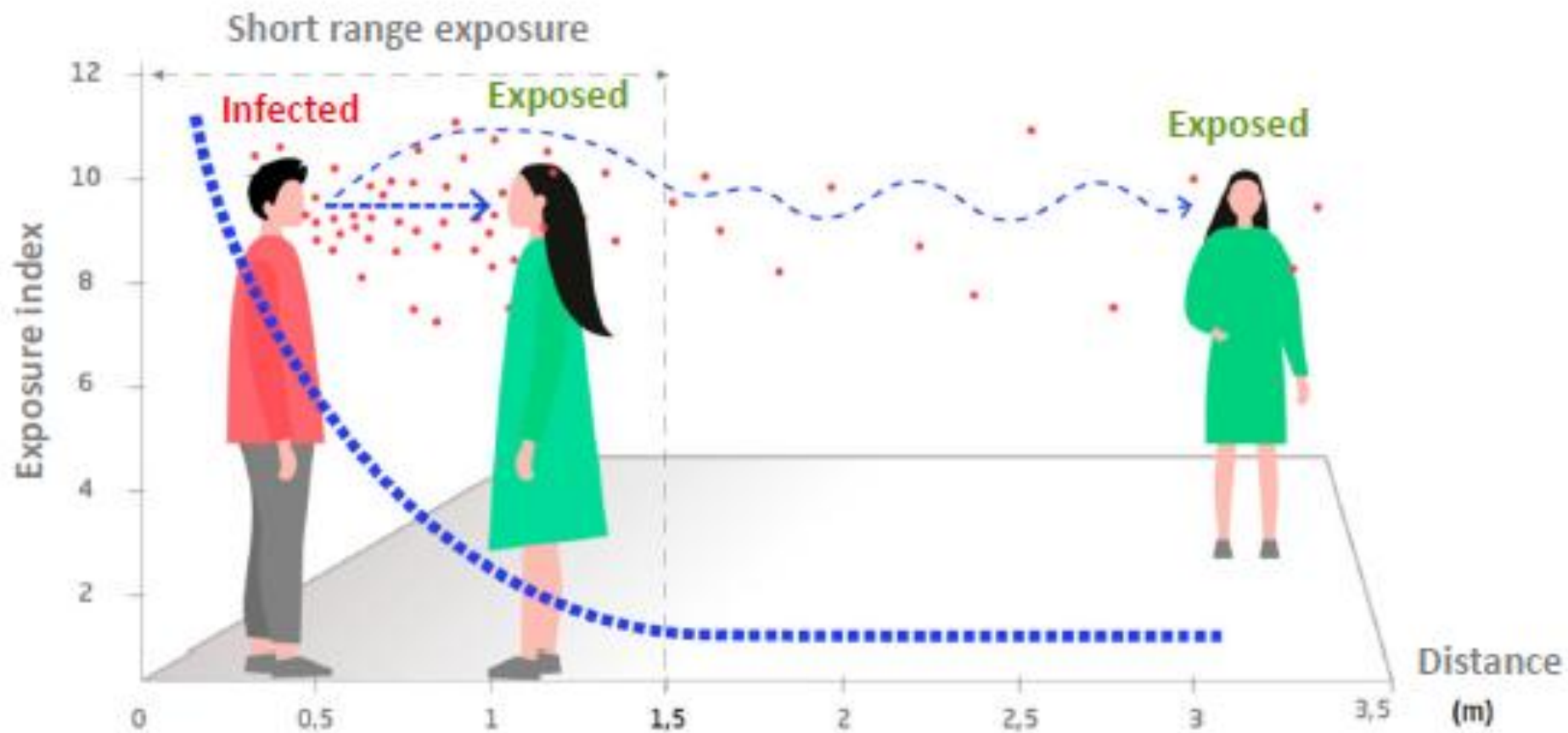
Dårlig luft: 36%

For varmt: 49%

Larm: 77%

- Kan ikke koncentrere sig
- Har ikke lyst til at være der
- Bliver i dårligt humør
- Indeklimaet betyder ikke rigtigt noget (50-60%)

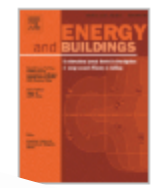
# Betydning af ventilation og luftens renhed for smittespredning i tæt befolkede rum



Environment  
2025, 112531  
What's this?



Copyright © Munksgaard 1997



Building and Environment  
1 December 2024, 112120



Annu. Rev. Energy Environ. 2000. 25:537-66

Munksgaard 2004

# Estimates of Improved Productivity and Better Indoor Environments forbedret indeklima og øget præstationsevne

## HEALTH AND PRODUCTIVITY GAINS FROM BETTER INDOOR ENVIRONMENTS AND THEIR RELATIONSHIP WITH BUILDING ENERGY EFFICIENCY<sup>1</sup>

Indoor Air 1997; 7: 158-172  
Printed in Denmark. All rights reserved

AS  
E' N  
SCH

The rela  
Sy  
Diffe

Building o  
Volum  
Development of  
economic consequ  
and temperature co

Meta-analysis  
The effect of indoor  
occup. performance

Yang Geng<sup>a,b</sup>, W  
Jose Ali Porras-Salazar<sup>a</sup>,  
Wai Tham<sup>d</sup>  
Lin<sup>a,b</sup>, Stefano Schiavo  
on the  
(RP-1257)  
and  
Yingxin Zhu<sup>a,b,c</sup>

in classrooms  
ter air quality  
socio-

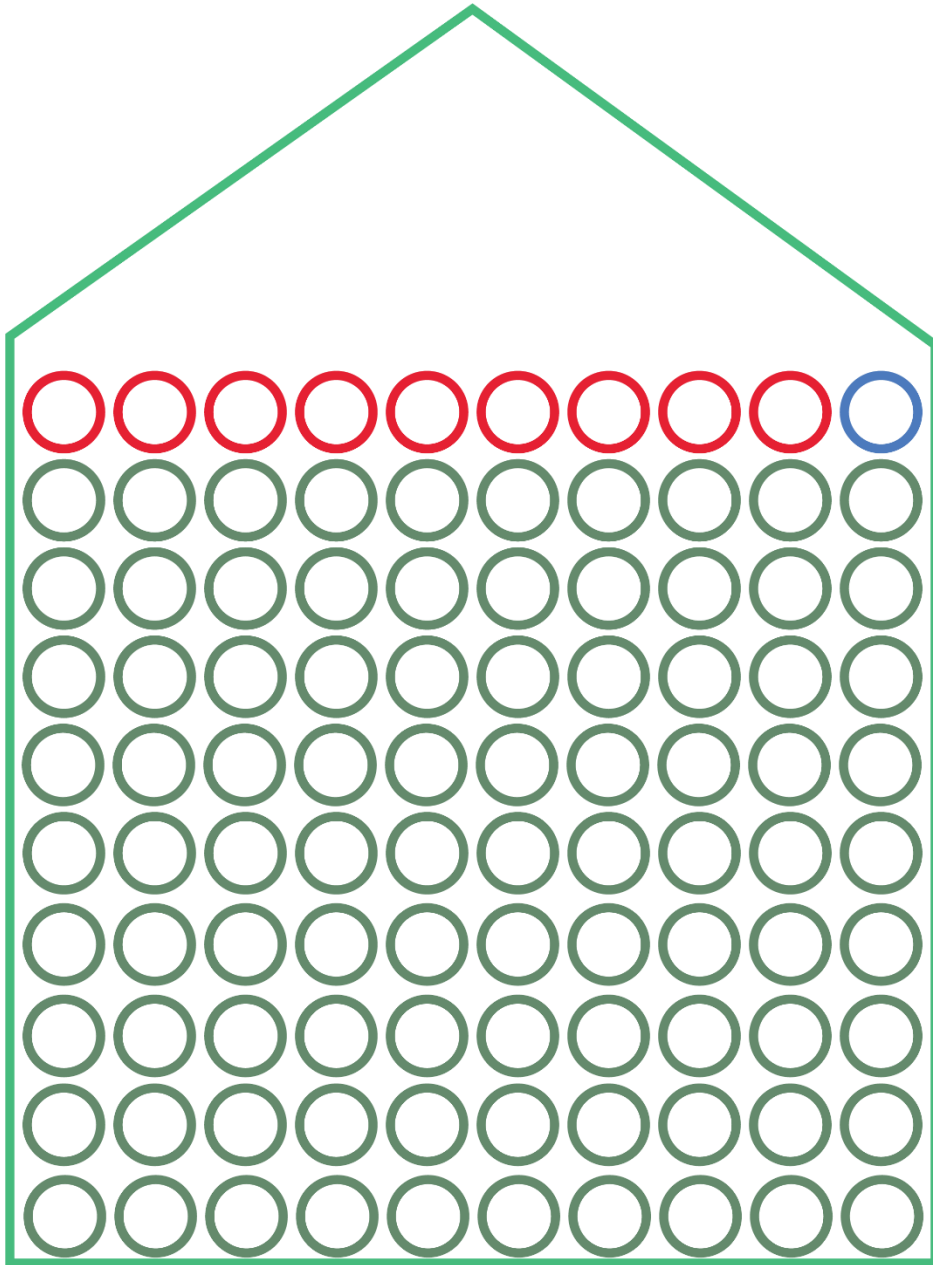
risk, Q. H. Lei

December 2005 | <https://doi.org/10.1191>

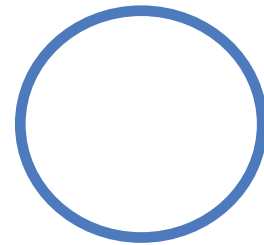
Amit Kaushik<sup>b</sup>, Ahmed Mazroei<sup>c</sup>,  
sam Elcarrag<sup>a</sup>

0394.x | Citations: 202  
oor

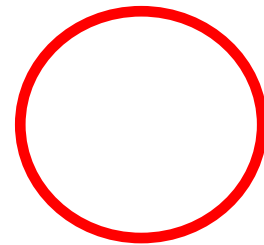




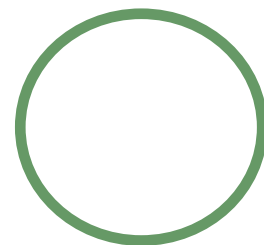
# En virksomheds udgifter



1% Energi



9% Husleje, forsikring, etc.

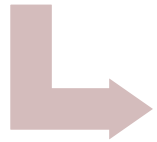


90% Omkostninger til personale

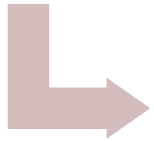
- USA: Besparelser og produktivetsforhøjelser tilsammen beløber sig til **mellem 40 milliarder USD og mere end 200 milliarder USD** per år grundet færre luftvejsinfektioner, mindre allergi og astma, færre bygningsrelaterede symptomer, og forhøjet produktivitet (1998).
- EU: Den totale sygdomsbyrde, der kan tilskrives forurening af indeklimaet, koster årligt **2 millioner sunde leveår**, svarende til **22.000 tabte sunde leveår i Danmark** (2013).
- Danmark: Hvis danske skoleelever får en luftkvalitet som de svenske, vil det svare til en gennemsnitlig **årlig fremgang i BNP på 1,3 mia. kr.** og en årlig forbedring af de **offentlige finanser på 270 mio. kr.** (2012).

# Model for vurdering af økonomi

Indeklima i skole før reovering



Definition af reoveringstiltag med betydning for indeklima



Beregning af indeklima efter reovering



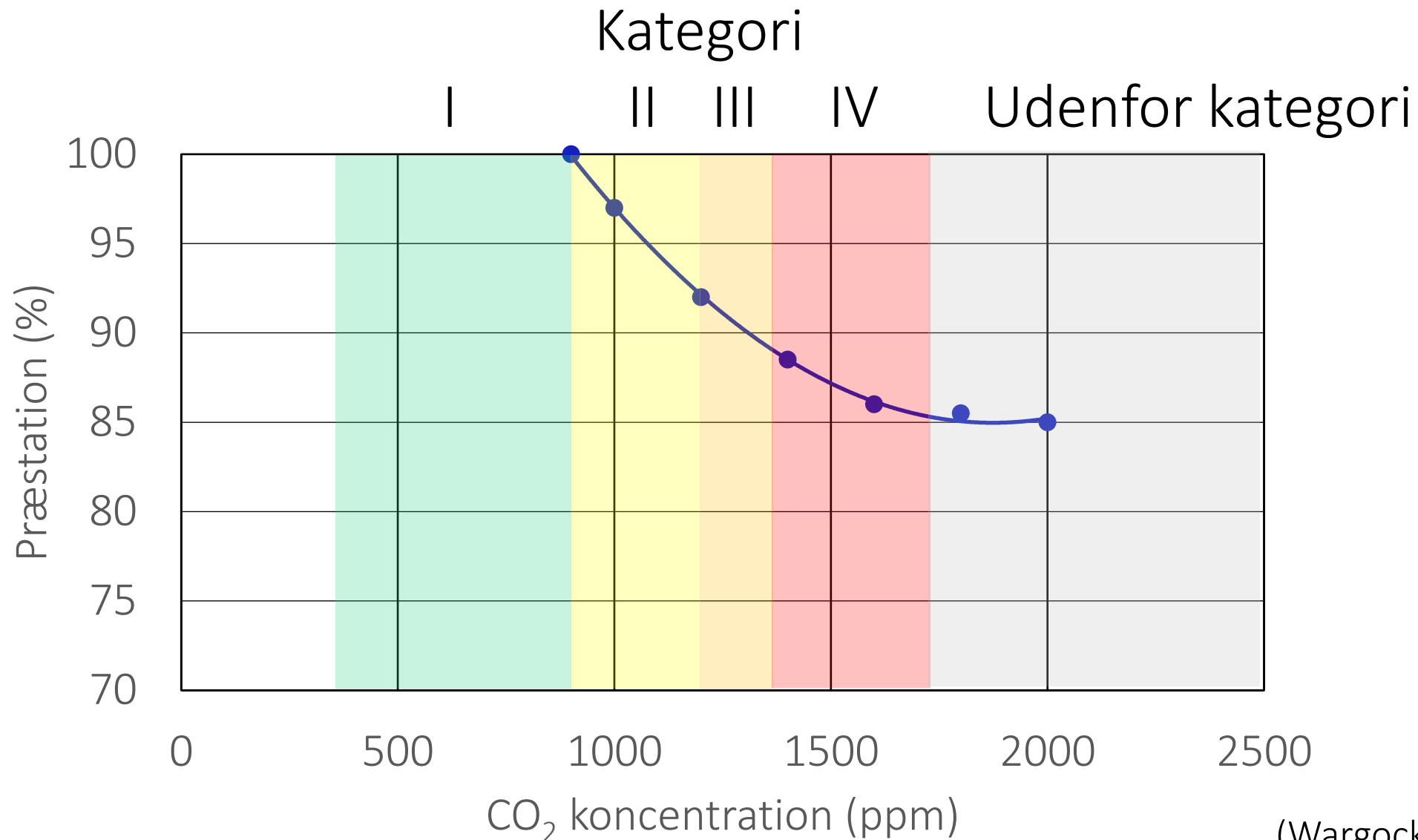
Eksponering-respons sammenhænge

- Læreres sygefravær
- Elevers sygefravær
- Effekt af elevers sygefravær på læringsudbytte
- Effekt af elevers præstation på læringsudbytte



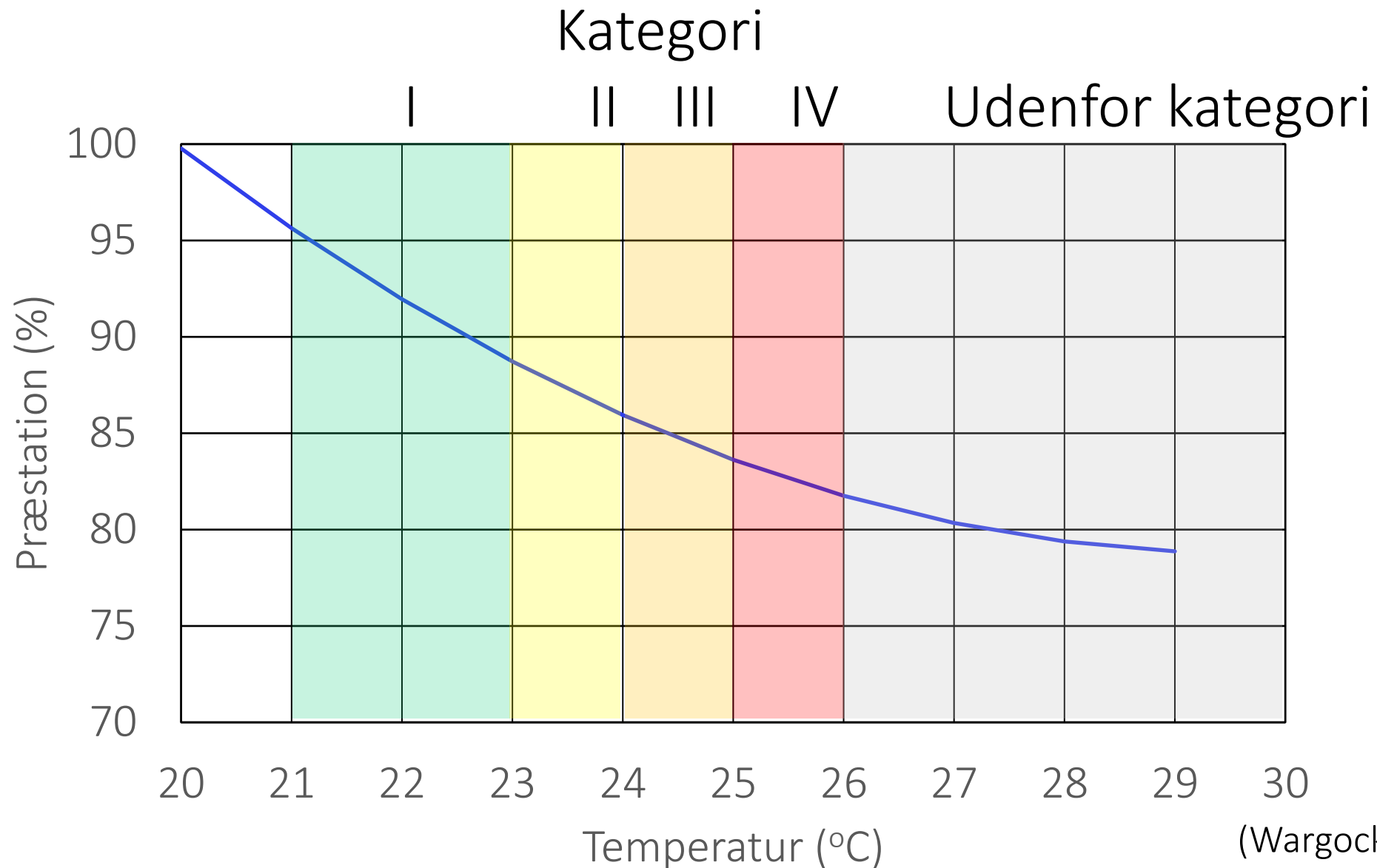
Vurdering af økonomi

# CO<sub>2</sub> koncentration og elevernes præstationsevne



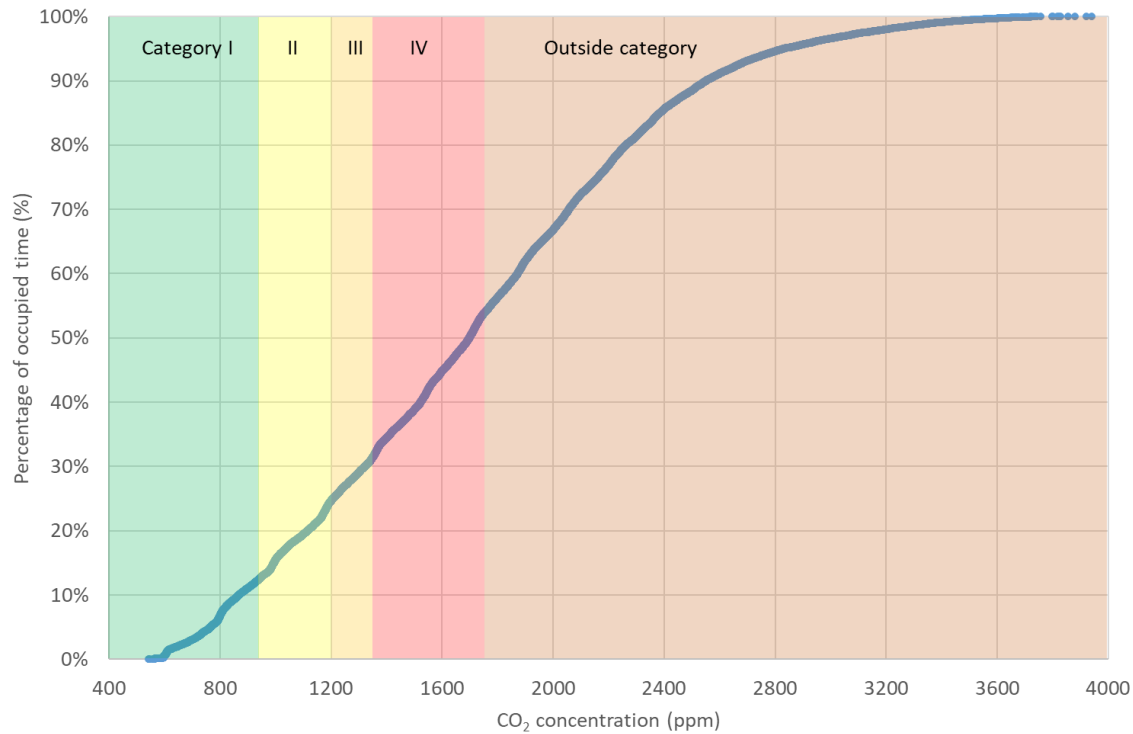
(Wargocki et al. 2019)

# Temperatur og elevernes præstationsevne

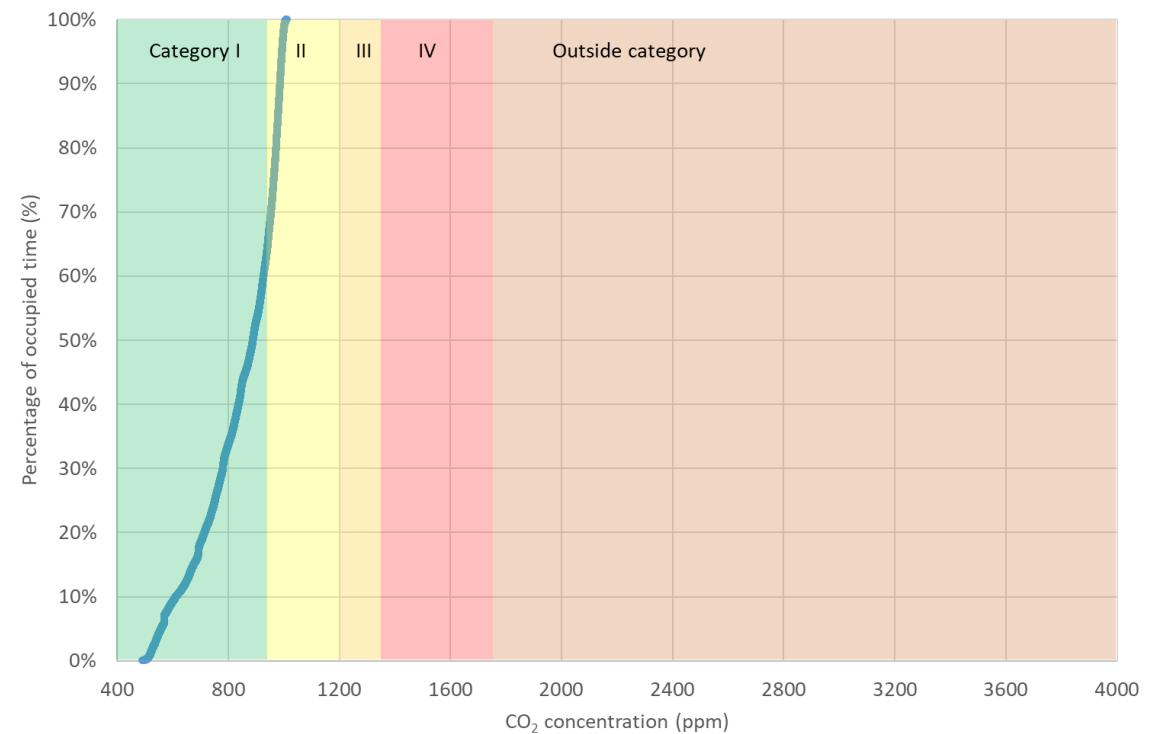


# CO<sub>2</sub> koncentration før og efter installation af ventilationsanlæg

Før



Efter



## Eksempel for en skole med 500 elever og 40 lærere

Nutidsværdi	Før renovering	Efter installation af et mekanisk ventilationsanlæg
Reduceret sygefravær elever (mio kr)	-	7.2
Reduceret sygefravær lærere (mio kr)	-	0.6
Højere læringsudbytte i skolen (mio kr)	-	7.0
Højere læringsudbytte p.g.a. reduceret sygefravær (mio kr)	-	1.1
Total (mio kr)	-	15.9

**Udgift installation og drift:  
3.4 mio kr (Exhausto)**

