



Pawel Wargocki (pawar@dtu.dk)

International Centre for Indoor Environment and Energy
DTU Sustain, Technical University of Denmark

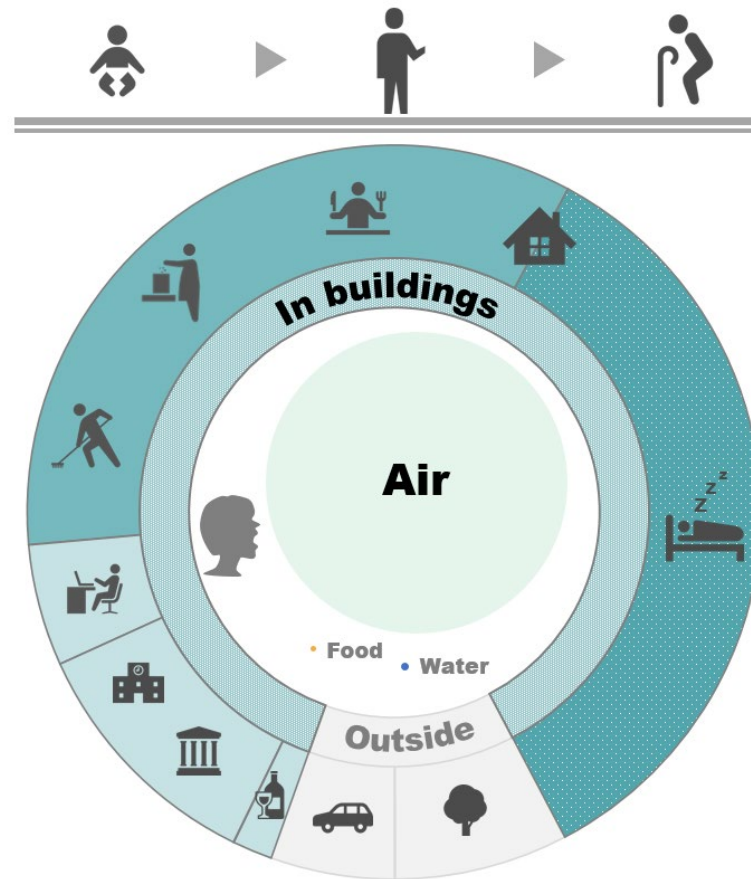
**Hvorfor er kvaliteten af
indendørs miljøet så vigtig?**

Hvorfor er kvaliteten af indendørsmiljøet så vigtig? ***Vores nuværende levested er bygninger***



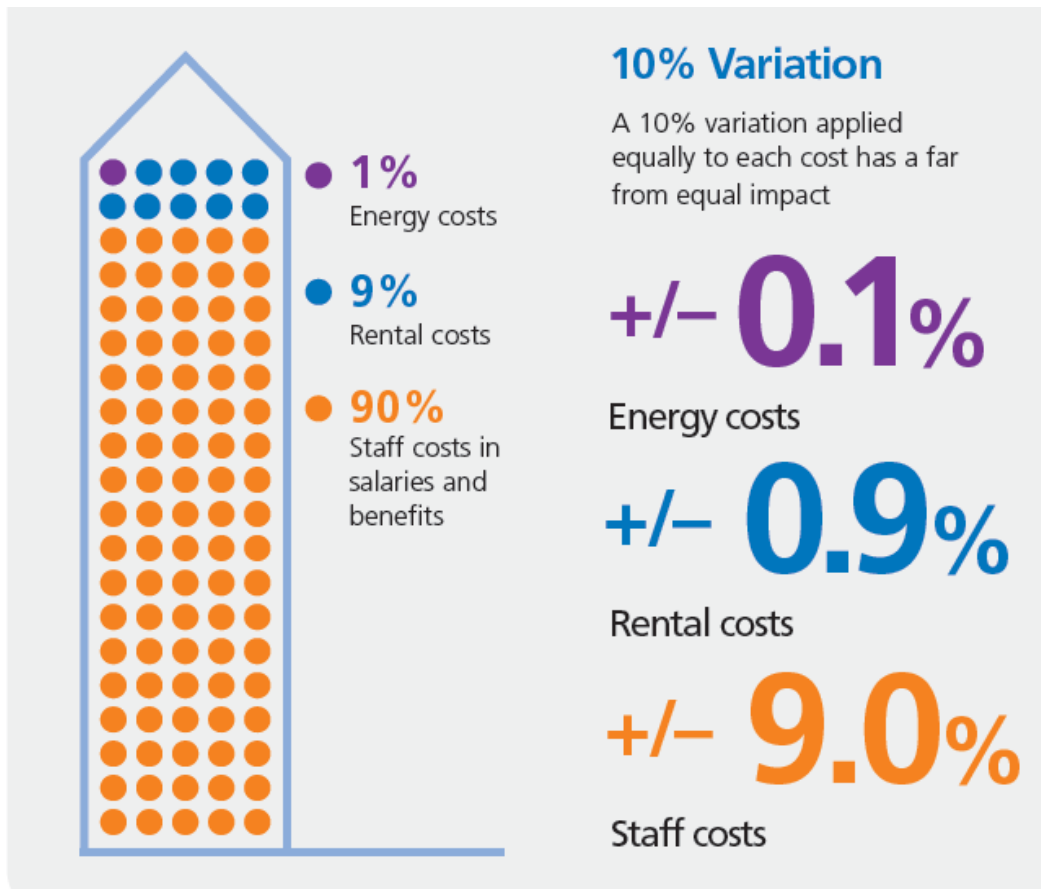
Hvorfor er kvaliteten af indendørsmiljøet så vigtig?

Vi tilbringer >80-90% af tiden indendørs



Hvorfor er kvaliteten af indendørsmiljøet så vigtig?

Økonomiske konsekvenser kan være enorme



Source: WGBC (2016)

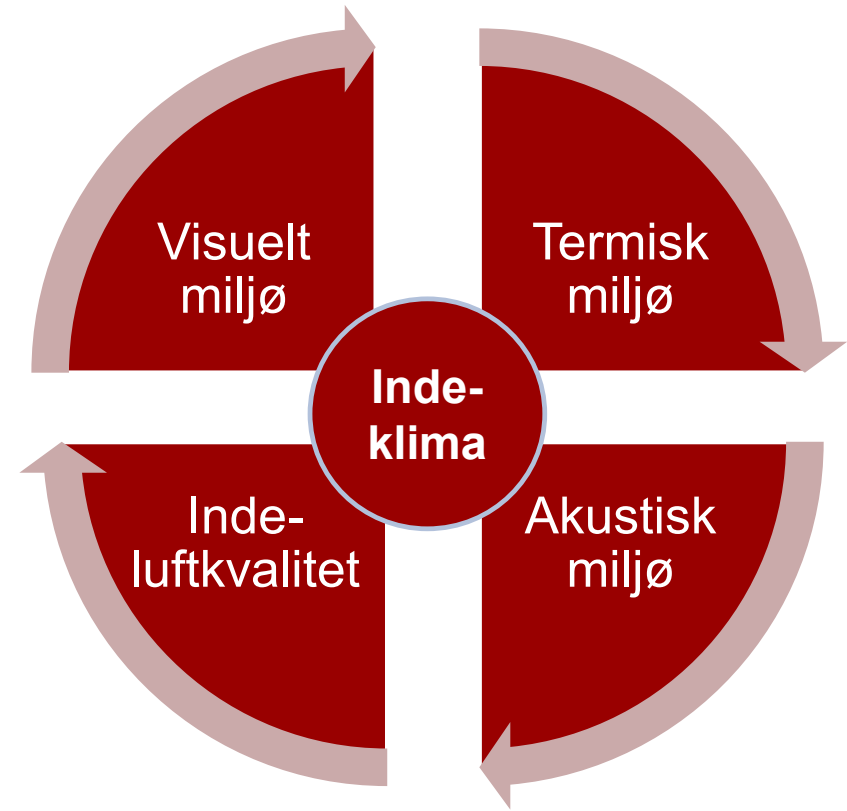
- *Beskeden gevinst i arbejdsindsatsen kan give betydelige økonomiske fordele – selv 1 % stigning i produktiviteten er omkostningseffektiv.*
- *Tilbagebetalingstiden er under 1 (2) år.*

Hvorfor er kvaliteten af indendørsmiljøet så vigtig?
Økonomiske konsekvenser kan være enorme

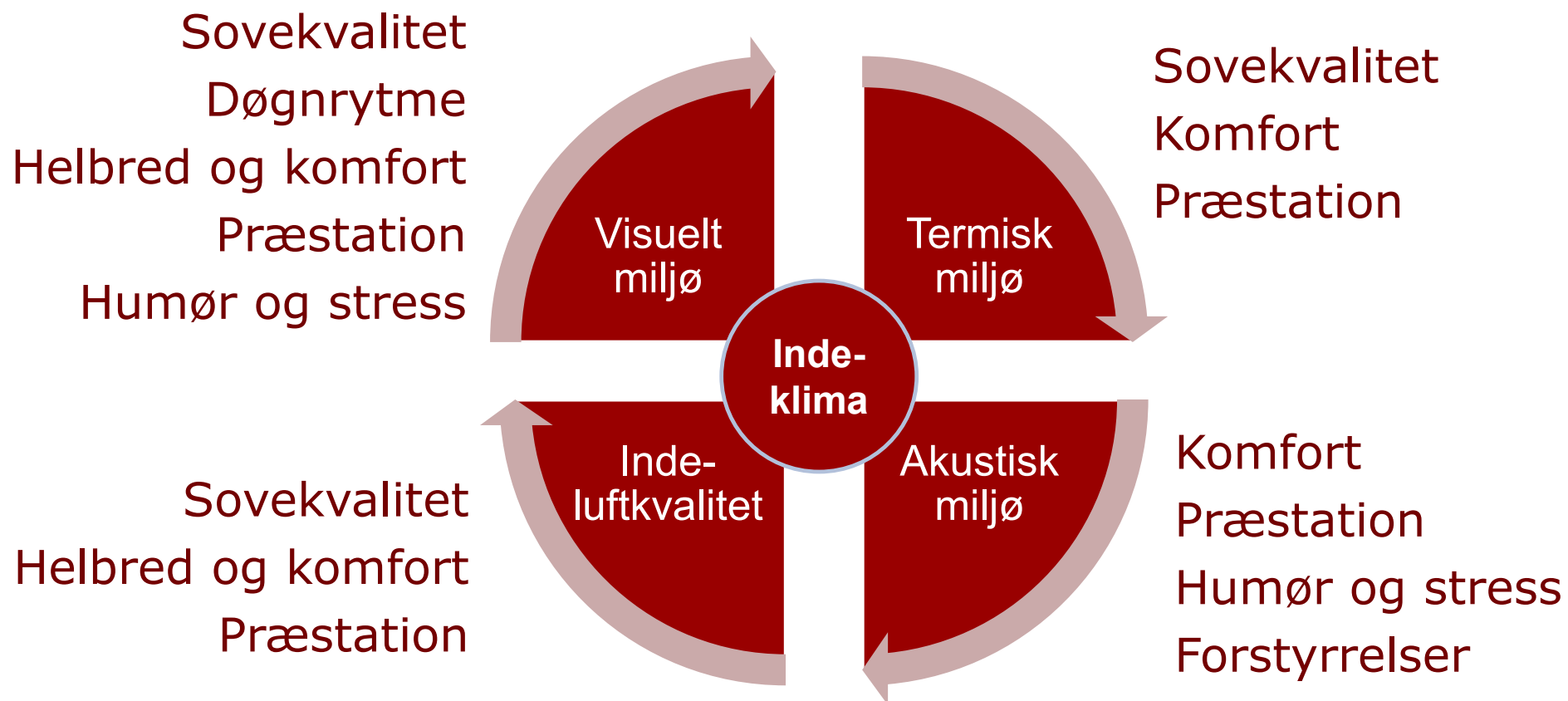


- *Omkostninger ved forstyrret søvn (<7 timer) anslået (i Tyskland) til 210.000 tabte dage om året*

Har vi
tilstrækkelig
viden om
indeklima og
velvære?

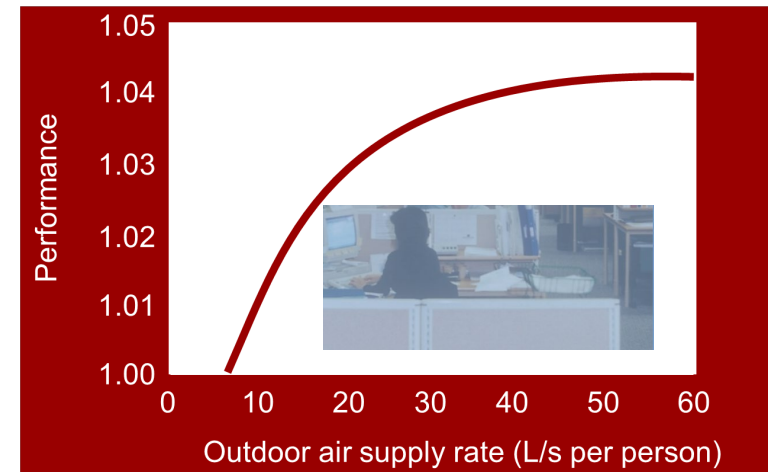


Masse af viden om effekter af indeklima på mennesker i bygninger

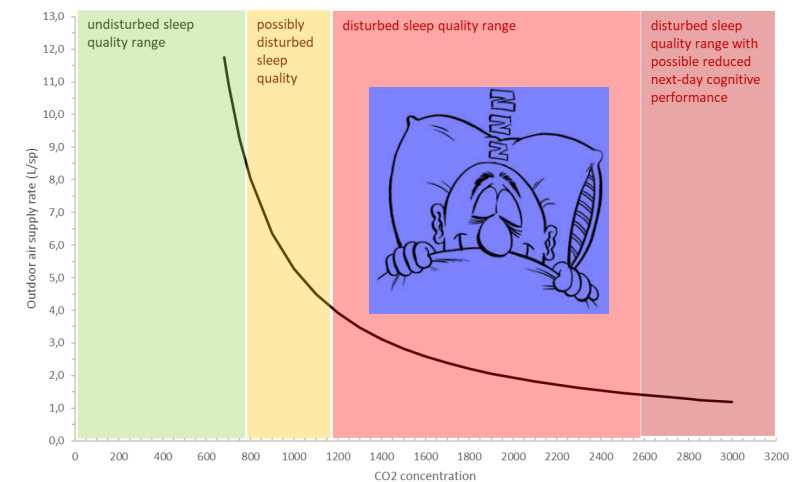


Gevinster opnået gennem forøget ventilation (udelufttilførsel)

- Forbedret oplevet luftkvalitet (forøget komfort).
- Mindre risiko for akutte helbredssymptomer (forøget velvære).
- Mindre risiko for astma og allergi især blandt børn (pibende vejtrækning, rhinitis, eksem); risiko stiger med luftskifte $< 0.6 \text{ h}^{-1}$.
- Mindre tab på arbejdspræstation, op til 5% (1-2% pr. fordobling af ventilationsrate).
- Forøget læring og præstation af skolereb., op til 15% (8% pr. fordobling af ventilationsrate).
- Mindre sygefravær på arbejde (fordobling giver op til 0.7 dage mindre fravær pr. år) og på skoler (fordobling giver op til 0.1 dage mindre fravær pr. år).
- Søvnkvalitet bliver ikke forstyrret (bedre), hvis $\text{CO}_2 < 800 \text{ ppm}$ eller ventilationsrate $> 8\text{-}10 \text{ L/sp}$.



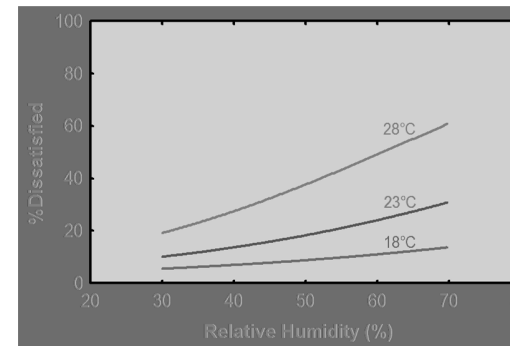
Source: Seppanen et al. (2006)



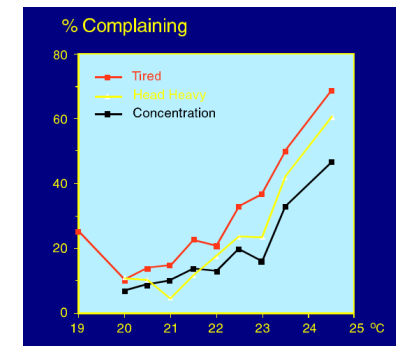
Kilde: Sekhar et al. (2020)

Gevinster opnået gennem temperatur kontrol (afkøling)

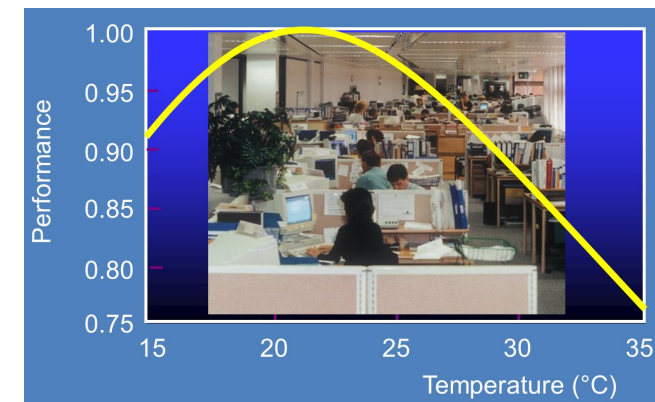
- Forbedret oplevet luftkvalitet (forøget komfort).
- Mindre risiko for akutte helbredssymptomer (forøget velvære).
- Mindre tab på arbejdspræstation, op til 5%.
- Forøget læring og præstation af skolearbejde op til 15%.
- Søvnkvalitet bliver ikke forringet (bedre).



Source: Lei et al. (1998)

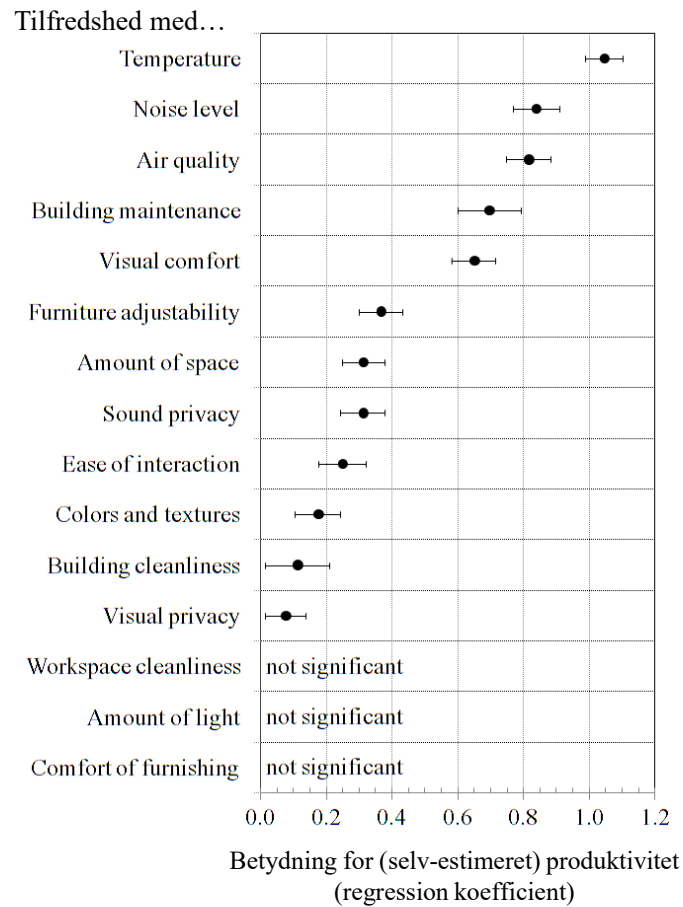


Source: Krogstad et al. (1991)



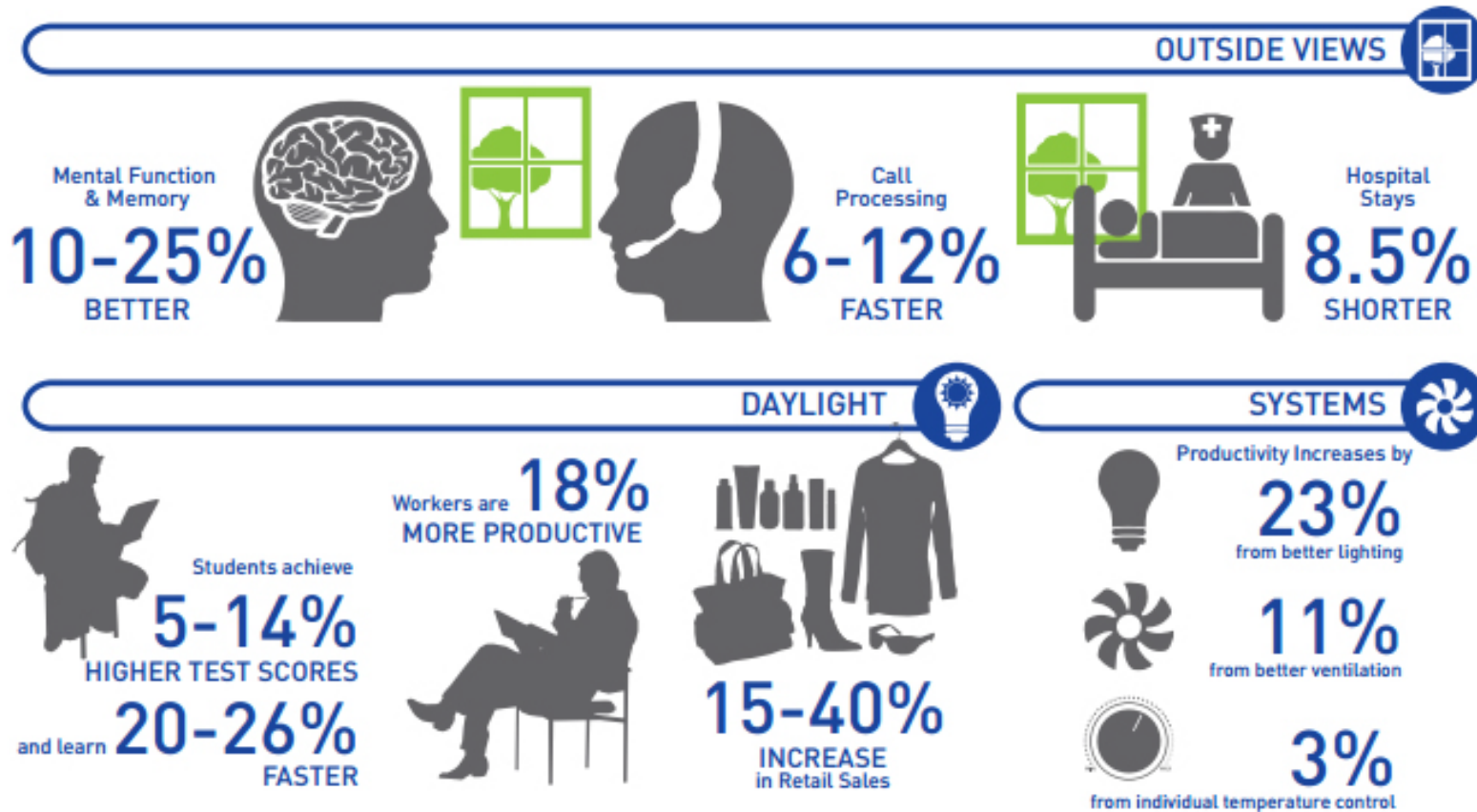
Source: Seppänen et al. (2005)

Indeklima er en forudsætning for en højere produktivitet



- Tilfredshed med indeklima er en vigtig forudsætning til en høj produktivitet
- Exempelvis, ~15% højere tilfredshed med temperature svarer til ca. ~1% højere produktivitet

Indeklima påvirker produktivitet med >10-20%



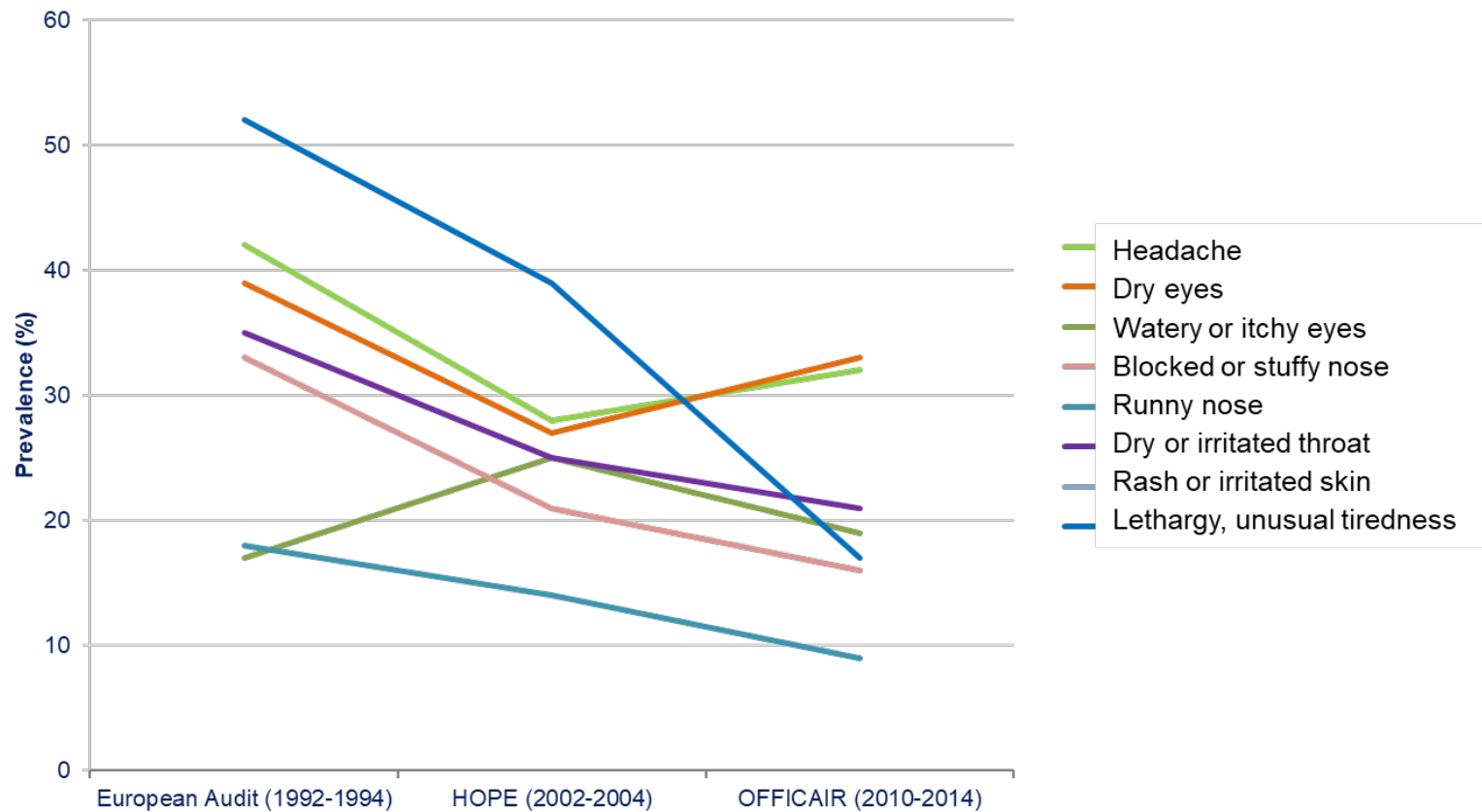
Source: World Green Building Council (2014)

Økonomiske konsekvenser er enorme

- 2 mil. DALYer svarer til ca. €2 milliarder tabt hvert år i EU pga. dårlig indeluftkvalitet (BNP af Cypern i 2014)
- Forøget ventilationsrater (op til 10-15 L/sp) i kontorer er blevet estimeret til at bidrage med gevinst på ca. \$20 milliarder årlig (Fisk et al. 2012)
- Mindre sygefravær i kontorer pga. forøget ventilationsrater (op til 24 L/sp) er blevet estimeret til at give årlig gevinst på \$400 per ansat (Milton et al., 2020)
- Forøget ventilationsrater i skole fra 6 til 8.5 L/s per elev bidrager til socio-økonomisk gevinst svarende til ca. 0.7 promille af Dansk BNP (Wargocki et al., 2014)
- Tilbagebetalingstid regnes til at ligge under 1-2 år.
- 60% reduktion i PM var estimeret til at producere årlig gevinst per person som svare til \$91 (dødelighed), \$19 (sygelighed), \$43 (rengøring), og \$115 (produktivitet) (Beko et al., 2008)
- DALYer fra COVID-19 i Danmark var estimeret til at udgør 30k (22 mia. kr.) en del muligvis pga. utilstrækkelig tekniske installationer (7 bill. kr. pr. mån på verdensplan).

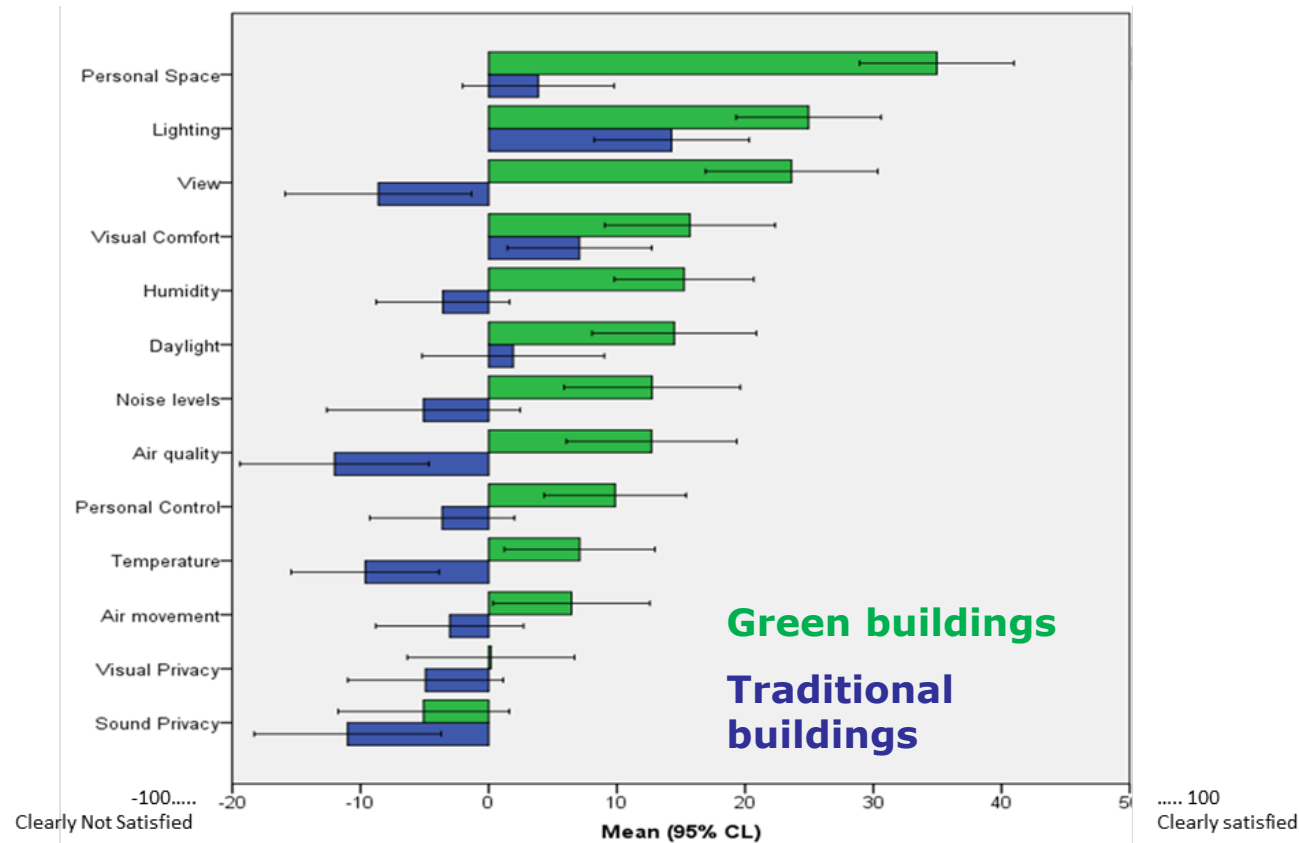
Men...

Bygninger (selv de nyere) fungerer ikke tilfredsstillende med hensyn til indeklima, selvom de overholder de nuværende bygningsreglementet og normer



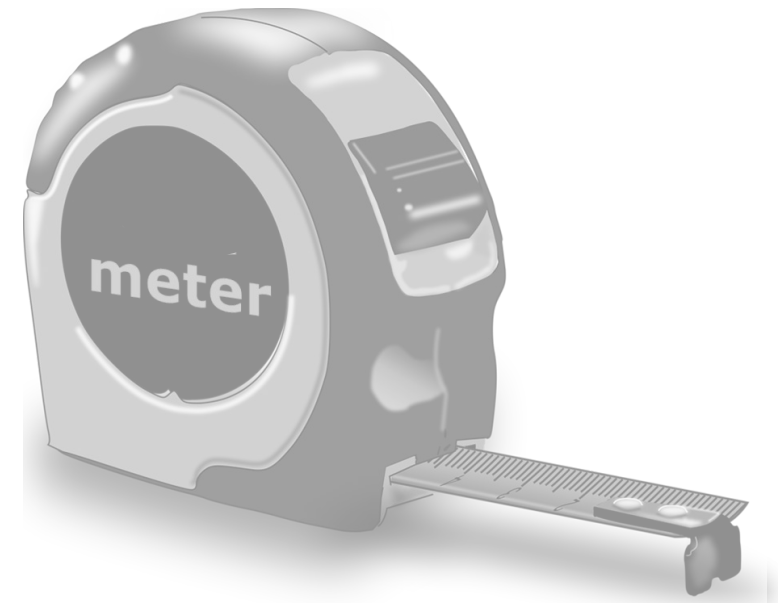
Source: Courtesy of Corinne Mandin; Bluysen et al. (2016)

Bygninger (selv de certificerede) fungerer ikke tilfredsstillende med hensyn til indeklima, selvom de overholder de nuværende bygningsreglementet og normer



Source: Lee et al. (2009)

Ved vi, hvad vi
skal gøre?



Vi har brug for en indeklimateamærkning?

Mangel på indeklimateamærkning eller uenighed om, hvad der skal udgøre sådan en mærkning, **er en væsentlig barriere**, der holder innovationen af indeklimateam teknologier tilbage, fremkomsten af udokumenterede metoder til måling af indeklimateam, der hævder deres høje effektivitet og autenticitet, hvilket alt sammen resulterer i at undervurdere vigtigheden af indeklimateam i forskellige kreditordninger relateret til bygget miljø

Ingen metode i brug til mærkning af indeklima

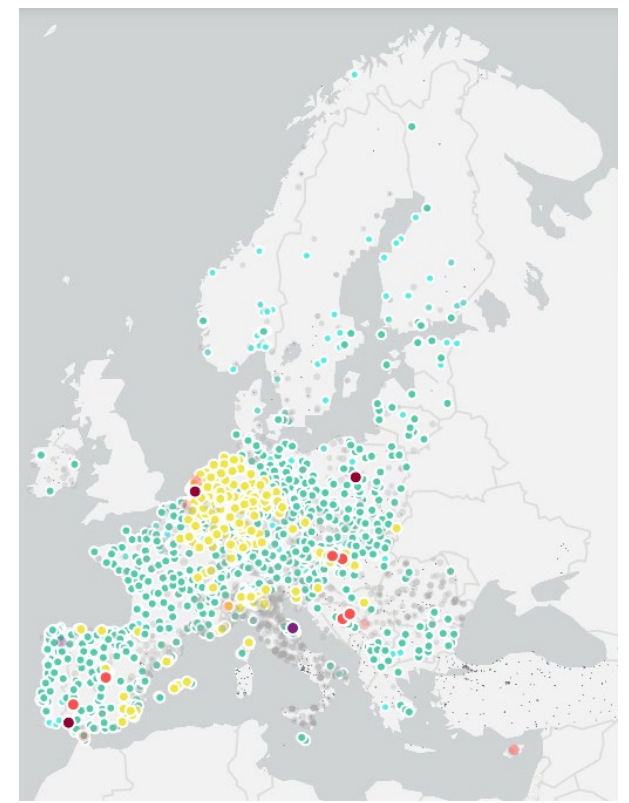
Nutrition Facts	
Serving Size 1 cup (228g)	
Servings Per Container 2	
Amount Per Serving	
Calories 250	Calories from Fat 110
% Daily Value*	
Total Fat 12g	18%
Saturated Fat 3g	15%
Trans Fat 3g	
Cholesterol 30mg	10%
Sodium 470mg	20%
Potassium 700mg	20%
Total Carbohydrate 31g	10%
Dietary Fiber 0g	0%
Sugars 5g	
Protein 5g	
Vitamin A	4%
Vitamin C	2%
Calcium	20%
Iron	4%

* Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your Daily Values may be higher or lower depending on your calorie needs.

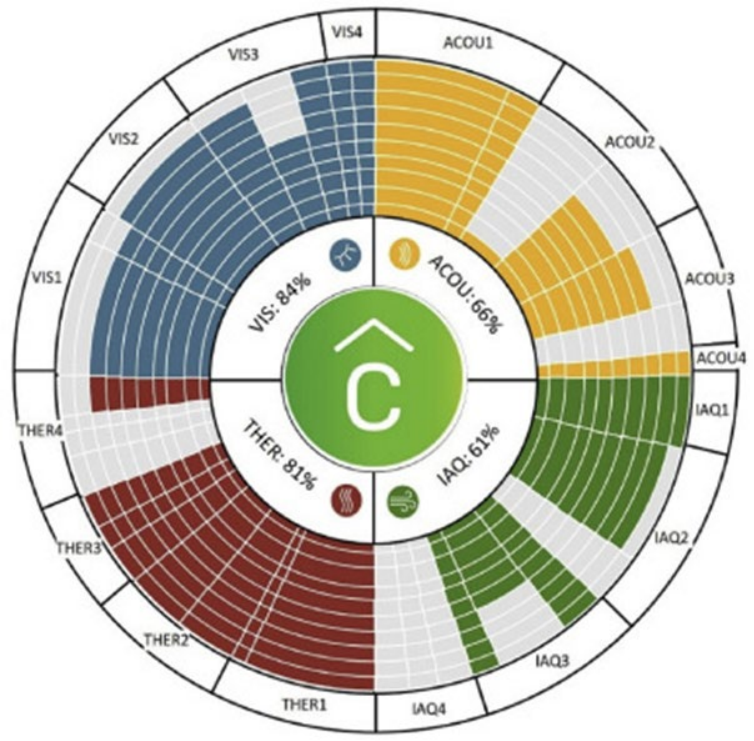
	Calories: 2,000	2,500
Total Fat	Less than 65g	80g
Sat Fat	Less than 20g	25g
Cholesterol	Less than 300mg	300mg
Sodium	Less than 2,400mg	2,400mg
Total Carbohydrate	300g	375g
Dietary Fiber	25g	30g



Europæisk Luftkvalitets Indeks (udeluft)

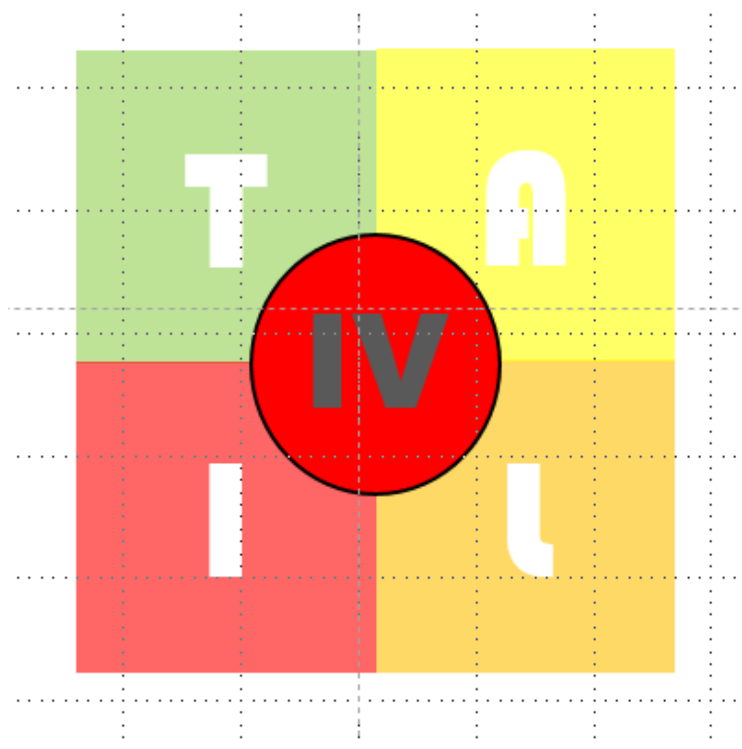


IEQ-Compass



Source: Larsen et al. (2020)

TAIL



Source: Wargocki et al. (2020)

Andre udfordringer

Resilience

Fleksibilitet

Diversity

Præferencer

Monitoring/Compliance

Uddannelse





KVÆLENDE - Rigtig længe har vi ignoreret indeklimaet: betydning for sundhed, indlæring og præstationsevne. Vi har brug for en frisk luft, evolution, rumme løsninger.

INDEKLIMAKRISEN

INDEKLIMAKRISEN
 De indklimaer er afgørende for vores sundhed og velvære, men inden længe vil de være helt af sig selv. I sidste halvdel af århundredet har de fleste mennesker levet og arbejdet i rum, der er lukkede og lukkede. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem.

Tænder vi stærvise, bruger vi smøthen, og ligger vi overvægtigt ud?
Alle disse ting har kolossal betydning

Indeklimaer er afgørende for vores sundhed og velvære, men inden længe vil de være helt af sig selv. I sidste halvdel af århundredet har de fleste mennesker levet og arbejdet i rum, der er lukkede og lukkede. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem.

Indeklimaer er afgørende for vores sundhed og velvære, men inden længe vil de være helt af sig selv. I sidste halvdel af århundredet har de fleste mennesker levet og arbejdet i rum, der er lukkede og lukkede. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem.

Indeklimaer er afgørende for vores sundhed og velvære, men inden længe vil de være helt af sig selv. I sidste halvdel af århundredet har de fleste mennesker levet og arbejdet i rum, der er lukkede og lukkede. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem.

Indeklimaer er afgørende for vores sundhed og velvære, men inden længe vil de være helt af sig selv. I sidste halvdel af århundredet har de fleste mennesker levet og arbejdet i rum, der er lukkede og lukkede. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem.

Indeklimaer er afgørende for vores sundhed og velvære, men inden længe vil de være helt af sig selv. I sidste halvdel af århundredet har de fleste mennesker levet og arbejdet i rum, der er lukkede og lukkede. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem.

”Vi skal tænke på ren luft, som vi tænker på rent vand og friske fødevarer. Her går vi ikke på kompromis.”

Indeklimaer er afgørende for vores sundhed og velvære, men inden længe vil de være helt af sig selv. I sidste halvdel af århundredet har de fleste mennesker levet og arbejdet i rum, der er lukkede og lukkede. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem.

Indeklimaer er afgørende for vores sundhed og velvære, men inden længe vil de være helt af sig selv. I sidste halvdel af århundredet har de fleste mennesker levet og arbejdet i rum, der er lukkede og lukkede. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem.

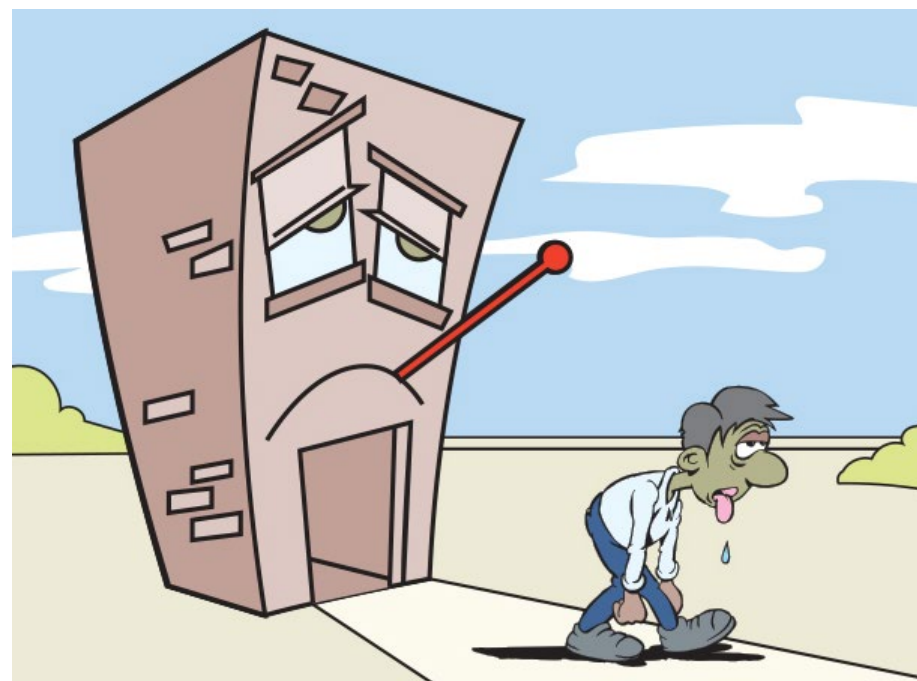
Indeklimaer er afgørende for vores sundhed og velvære, men inden længe vil de være helt af sig selv. I sidste halvdel af århundredet har de fleste mennesker levet og arbejdet i rum, der er lukkede og lukkede. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem.

Indeklimaer er afgørende for vores sundhed og velvære, men inden længe vil de være helt af sig selv. I sidste halvdel af århundredet har de fleste mennesker levet og arbejdet i rum, der er lukkede og lukkede. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem. De fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem, og de fleste mennesker har aldrig været uden for deres hjem.

Vores mål

Alle bygninger skal sikre et sundt indeklima for brugere

- En sund bygning bør ikke gå på kompromis med de grundlæggende krav og præferencer til enhver bygningsbruger og fremme høj livskvalitet, godt helbred, optimal fysisk og mental aktivitet og højt søvnkvalitet



Source:
thegoldenhammer.net

Spørgsmål....

e-mail: pawar@dtu.dk

DTU

