



De invloed van het binnenmilieu op de prestatie van de leerling, en wat een klaslokaal zo bijzonder maakt

Marcel Loomans (mmv Henk Brink – Hanze Hogeschool Groningen; en dank aan Helianthe Kort en Mark Mobach)
Departement of the Built Environment. Focus area Building Performance IEQ-Health.

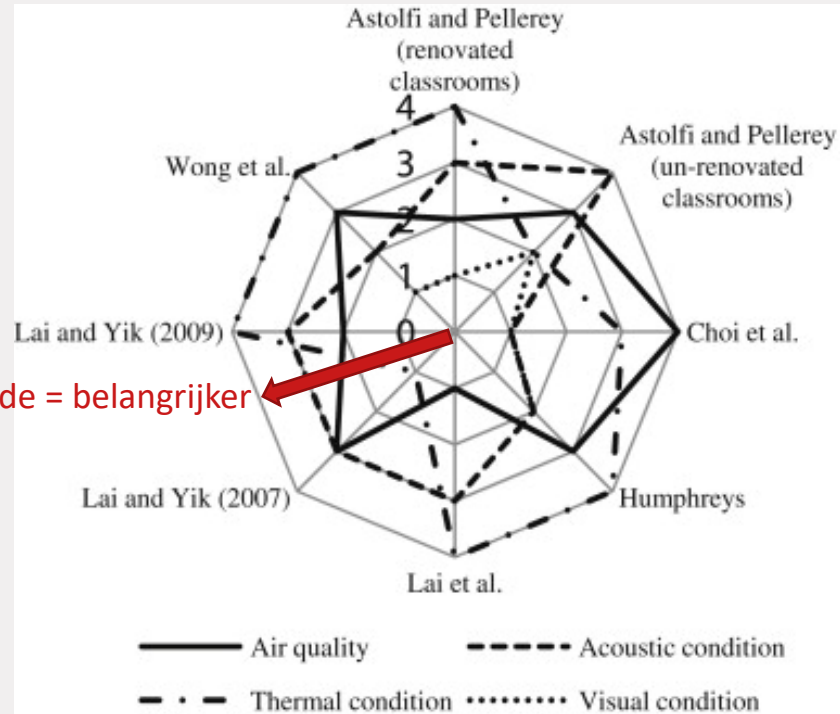
+31 (0)40 247 4651
m.g.j.c.loomans@tue.nl
<https://research.tue.nl/en/persons/marcel-glc-loomans/>
PO Box 513, 5600 MB Eindhoven, the Netherlands

Gezond binnenmilieu

Wat is binnenmilieu?

- Luchtkwaliteit
- Thermisch comfort
- Akoestisch Comfort
- Visueel Comfort

Hogere waarde = belangrijker



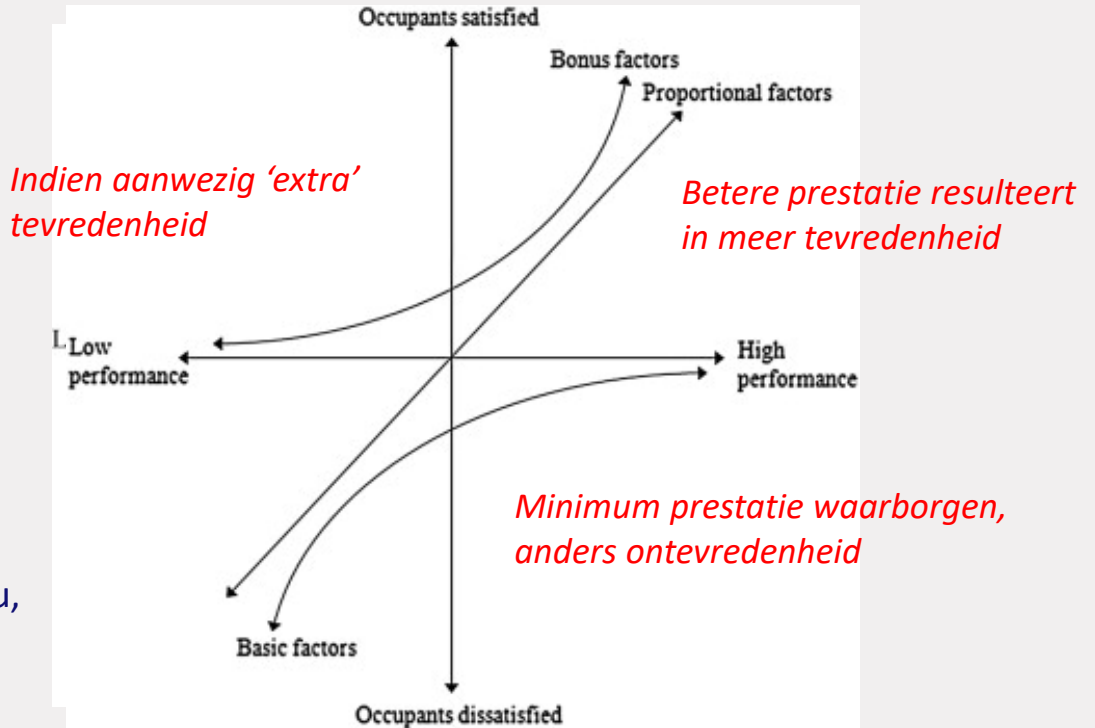
Gezond binnenmilieu

Kano-model

Voor het binnenmilieu?

- Bonus-factoren:
 - ...
- Basic factoren:
 - Temperatuur, Geluiddrukniveau
- Proportional factoren:
 - Luchtkwaliteit, Verlichtingsniveau, visueel comfort, Spraakverstaanbaarheid

Tevredenheid over comfort, gezondheid



Gezond binnenmilieu



Gezond binnenmilieu

Wat is een gezond binnenmilieu?

Een omgeving waar je optimaal in kunt presteren.

In een klaslokaal >> leerprestatie



TUE Image Bank. Angeline Swinkels | Fotograaf

Gezond binnenmilieu

Wat is een gezond binnenmilieu?

Programma van Eisen Frisse Scholen



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Programma van Eisen Frisse Scholen 2021

In opdracht van het ministerie van Binnenlandse
Zaken en Koninkrijksrelaties.

>>Duurzaam, Agrarisch, Innovatief
en Internationaal Ondernemen

Klasse C - Voldoende

Klasse B - Goed
extra t.o.v. klasse C

Klasse A - Uitmuntend
extra t.o.v. klasse B

Klaslokaal en binnenmilieu

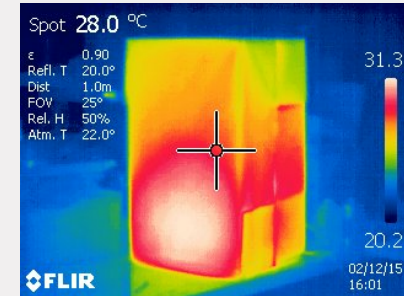
Wat maakt een klaslokaal uitdagend?

Veel mensen

- warmtebronnen
- 'vervuilings'bronnen (bioeffluenten)

Beperkt oppervlak/ruimte

Thermisch comfort, luchtkwaliteit...



Klaslokaal en binnenmilieu

Effect binnenmilieu op de leerprestatie?

Promotie onderzoek Henk Brink

- Literatuurstudie
- Experimenten



h.w.brink@pl.hanze.nl



Hanze
University of Applied Sciences
Groningen

Klaslokaal en binnenmilieu

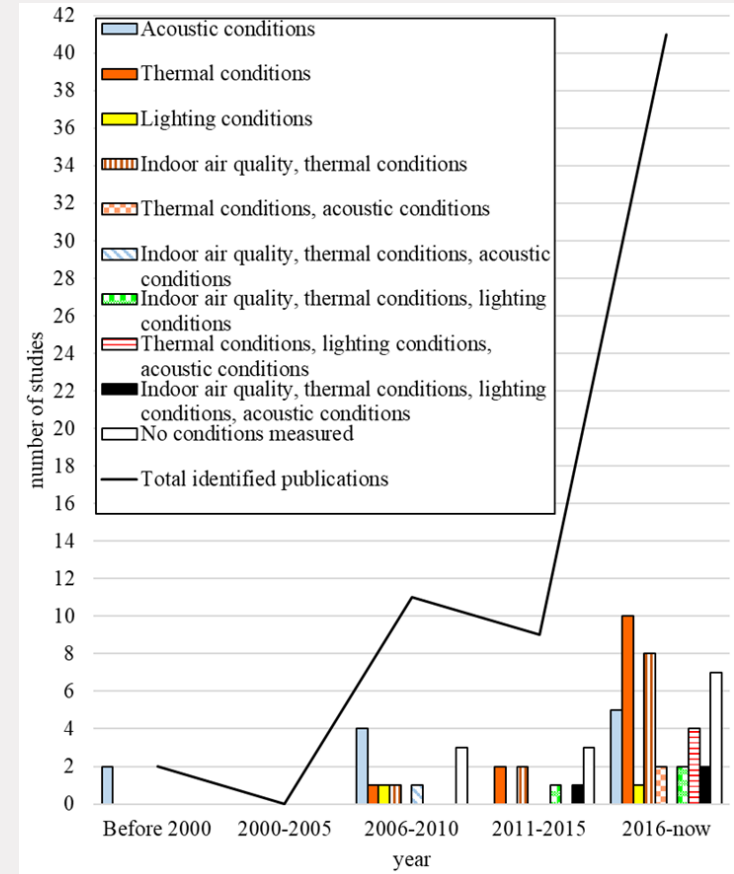
Literatuurstudie¹

Groeiende belangstelling voor onderzoek naar binnenmilieu in klaslokalen (in het hoger onderwijs)

Studies die **alle vier de binnenmilieu parameters** bestuderen zijn **zeldzaam**

Goed binnenmilieu draagt **positief** bij aan de **kwaliteit van leren** en de **korte termijn leerprestaties**

Invloed binnenmilieu op **academische prestaties op lange termijn** kan nog niet worden vastgesteld



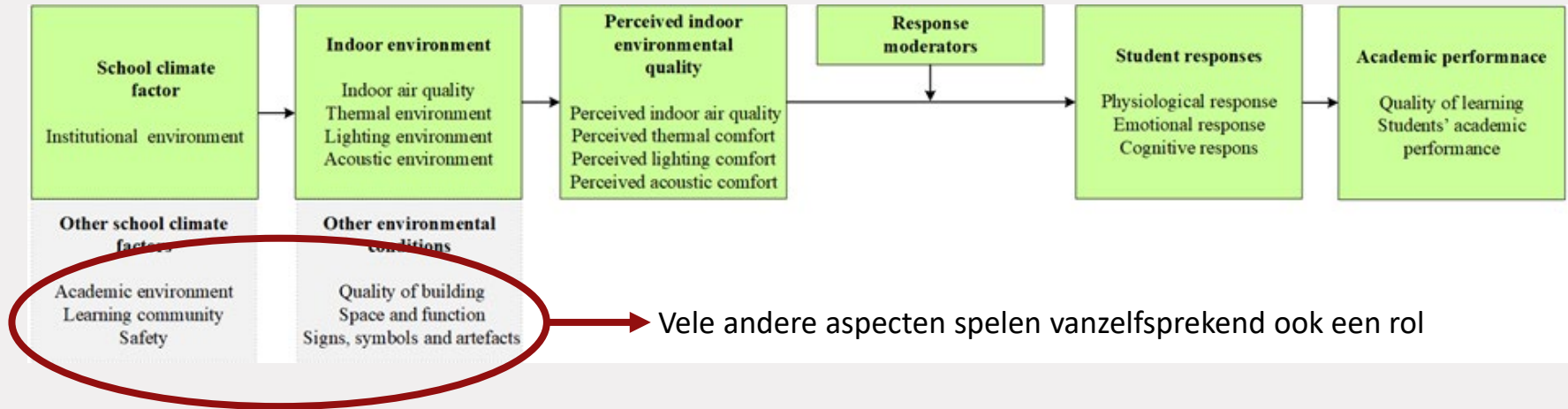
Klaslokaal en binnenmilieu

Zo liever niet...



Klaslokaal en binnenmilieu

Hoe beïnvloeden binnenmilieuomstandigheden de prestaties van studenten (in het hoger onderwijs)?¹

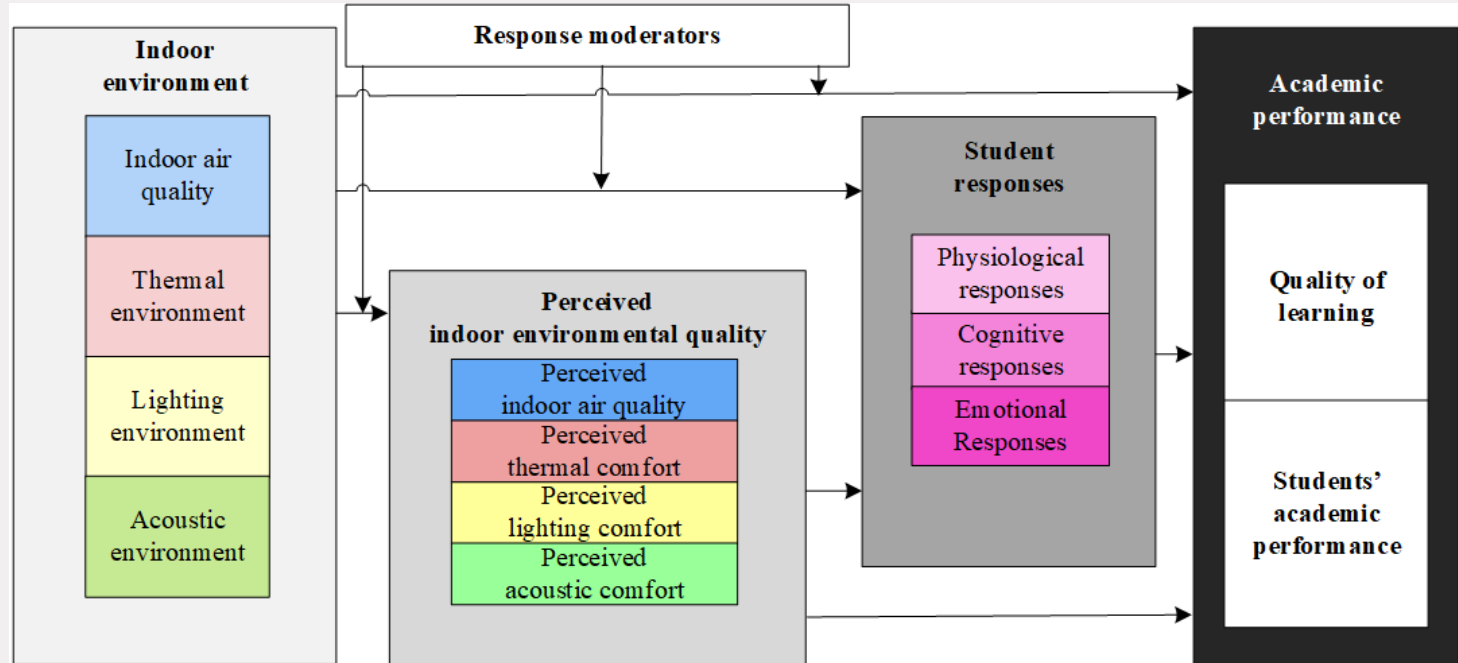


Klaslokaal en binnenmilieu

Experimenten

Onderzochte variabelen en veronderstelde relaties (vanuit literatuurstudie):

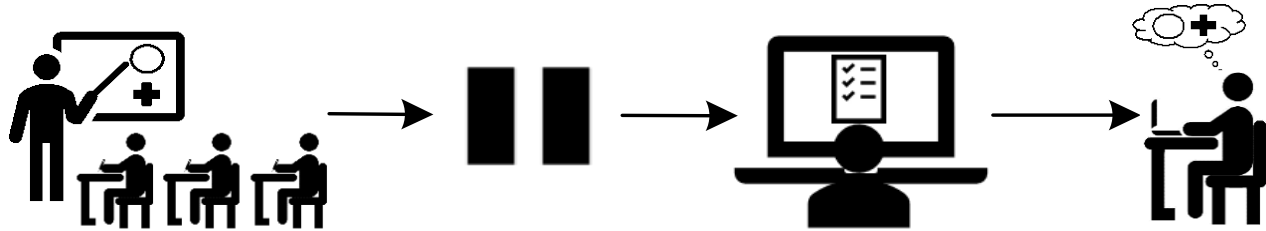
- Metingen
- Vragenlijst
- Testjes



Klaslokaal en binnenmilieu

Experimenten

Studieprotocol



Tijd: februari 2020 (net voor uitbraak corona pandemie)

Deelnemers: 163 eerstejaars studenten (19,3 jaar, SD 1,6, 39% vrouw) namen deel aan de studie

Klaslokaal en binnenmilieu

Experimenten

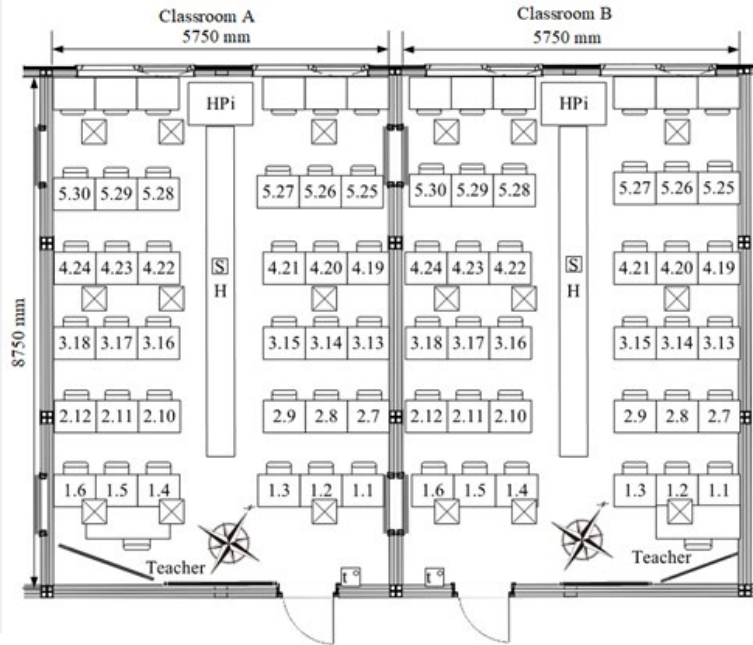
Setting:

Groningen

2 lokalen

Identiek

Normale lessen



Classroom A



Classroom B



Classroom A



Classroom B

Klaslokaal en binnenmilieu

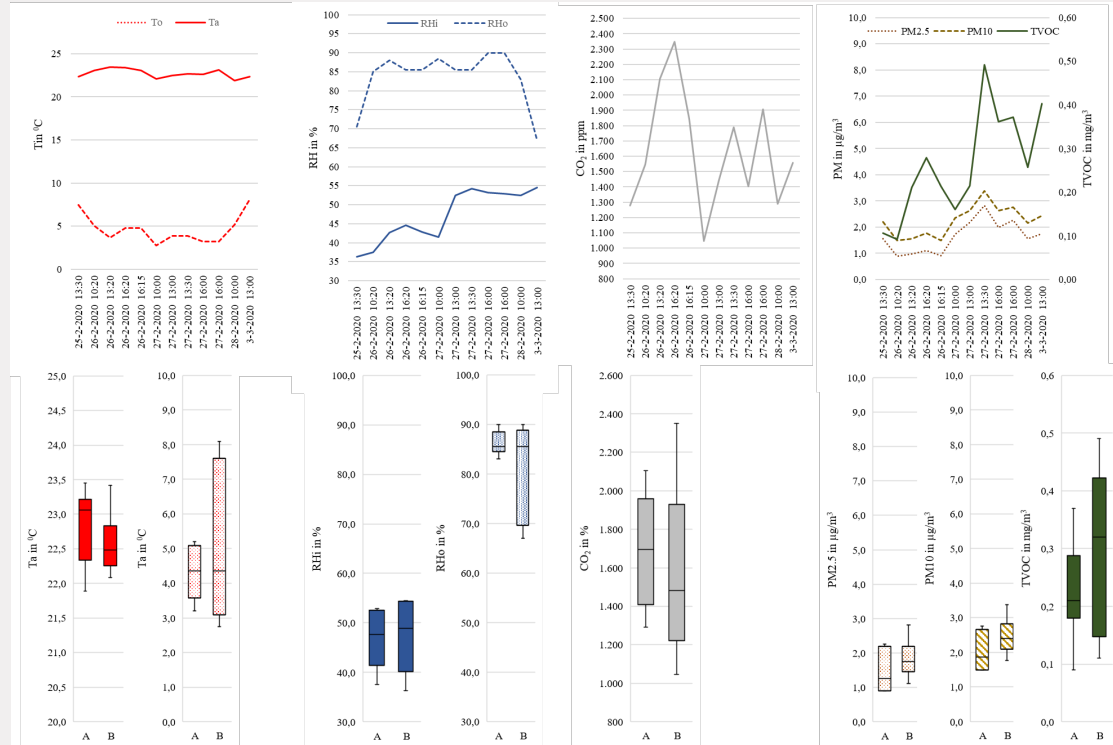
Metingen binnenmilieu

Thermisch (T_o , T_a , RH_o , RH_i)

Luchtkwaliteit (PM2.5, PM10, TVOC)

Visueel (E_{hor})

Akoestisch (RT , L_{aeq})



Klaslokaal en binnenmilieu

Vragenlijst (perceptie) - voorbeelden

Perceptie luchtkwaliteit

- ☐ There is some stale air in here (reversed)
- ☐ There is a lot of fresh air in here
- ☐ The air is dusty in here (reversed)
- ☐ The classroom is properly ventilated
- ☐ There is a bad smell in here (reversed)
- ☐ The air is dry in here (reversed)

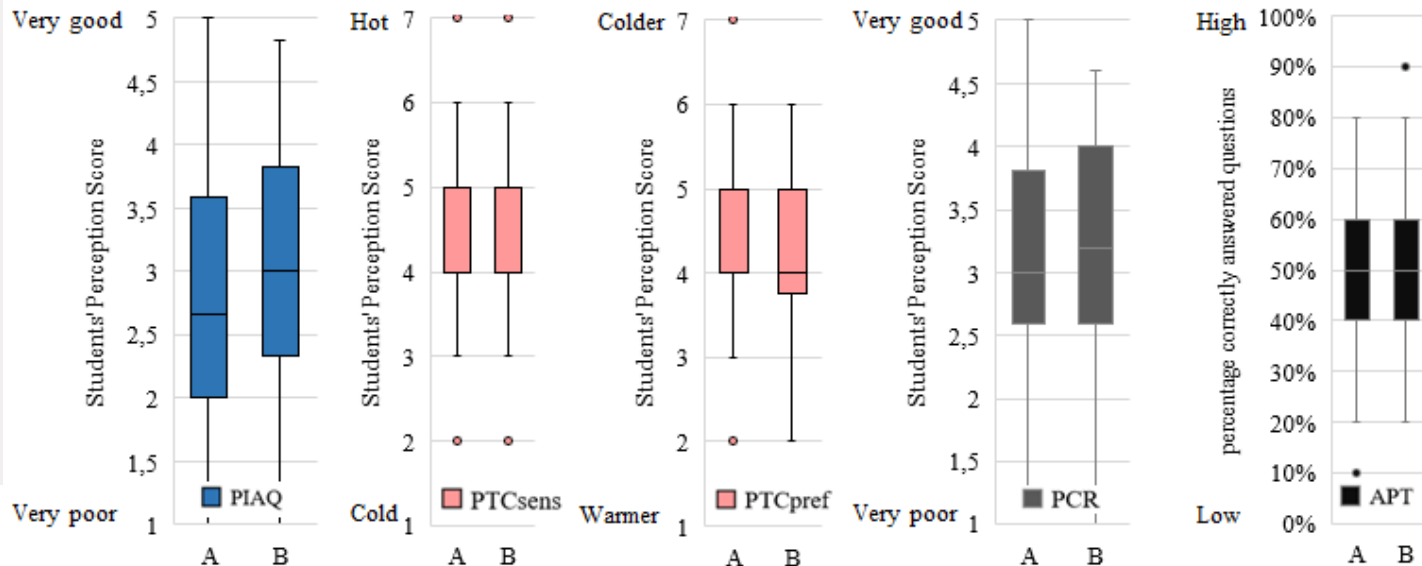
Perceptie leerprestatie

- ☐ I was able to concentrate well during the lecture
- ☐ I was very alert during the lecture
- ☐ I can remember the content of the lecture well
- ☐ I was able to solve complicated problems during lecture well
- ☐ I was able to understand the lecture well

Klaslokaal en binnenmilieu

Voorbeeld enkele resultaten

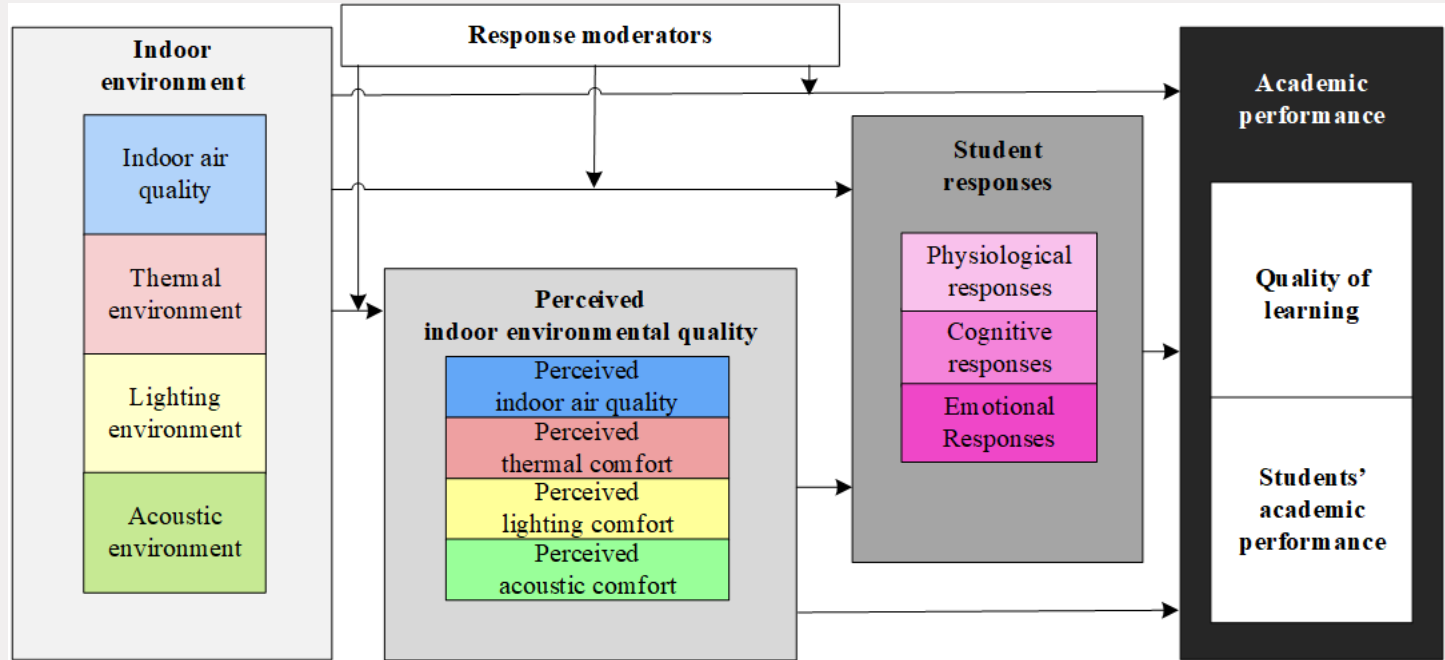
Perceptie binnenluchtqualiteit (PIAQ); Perceptie thermisch comfort (sensatie: PTCsens; voorkeur: PTCpref)
Perceptie leerprestatie (PCR); Score voor academische prestatie test (APT)



Klaslokaal en binnenmilieu

Experimenten

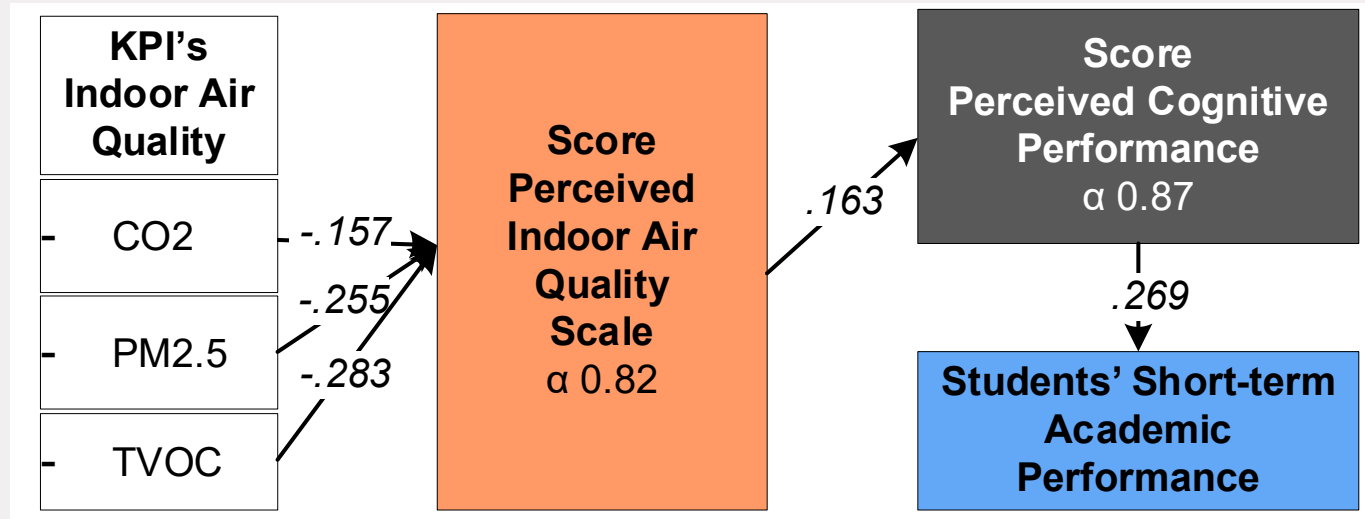
Veronderstelde
relaties



Klaslokaal en binnenmilieu

Experimenten

Gevonden relaties



Klaslokaal en binnenmilieu

Experimenten

Discussie

Relatief hoge CO₂-concentraties bij start, daardoor waarschijnlijk minder effect CO₂

Binnenluchtkwaliteit die niet voldoet aan gangbare eisen heeft een negatieve invloed op de cognitieve prestaties van studenten¹

Hoge CO₂ concentraties (orde 1800 ppm) kunnen de cognitieve prestaties van studenten beïnvloeden met 24%²

¹ Zhang, X., Wargocki, P., Lian, Z., & Thyregod, C. (2017). Effects of exposure to carbon dioxide and bioeffluents on perceived air quality, self-assessed acute health symptoms, and cognitive performance. *Indoor Air*, 27(1), 47-64. doi:10.1111/ina.12284

² R.J. Ahmed, Mumovic, D., & Ucci, M. (2017). The effect of indoor temperature and CO2 levels on cognitive performance of adult females in a university building in Saudi Arabia. Paper presented at the *Cisbat 2017*, 122 451-456. doi:10.1016/j.egypro.2017.07.378

Klaslokaal en binnenmilieu

Experimenten

Conclusie

x	y	y geassocieerd met x
CO ₂	PIAQ	Bevestigd
PM2.5		
TVOC		
PIAQ	PCP	Bevestigd
PIAQ	APT	Niet bevestigd
PCR	APT	Bevestigd

Perceptie binnenluchtkwaliteit (PIAQ)

Perceptie leerprestatie (PCR)

Score voor academische prestatie test (APT)

Klaslokaal en binnenmilieu

Experimenten

Bevestigde associaties benadrukken het belang van het verschaffen van optimale IAQ condities in klaslokalen voor hoger onderwijs.

Vervolg experimenten

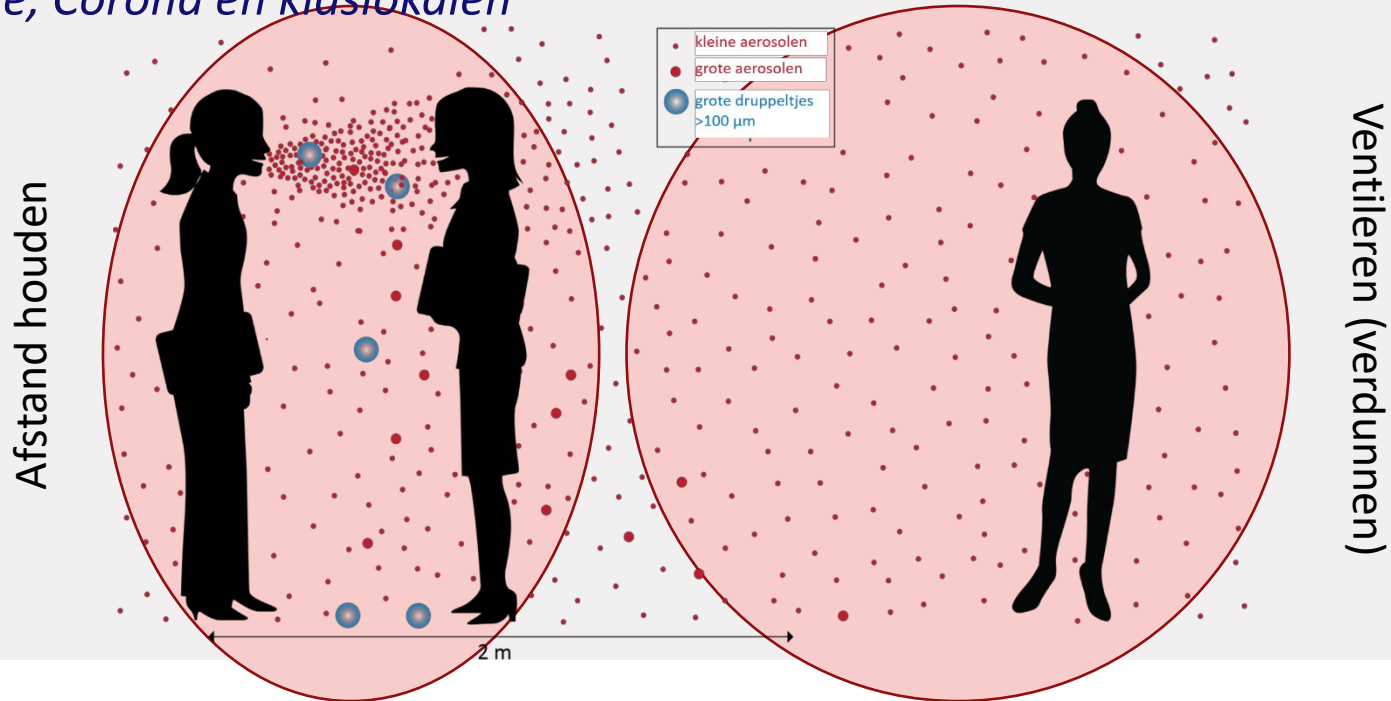
Effect van afzonderlijke binnenmilieu parameters, en combinatie, op de (korte termijn) leerprestaties.

Frisse Scholen (Klasse A en B)



Uitstapjes (1)

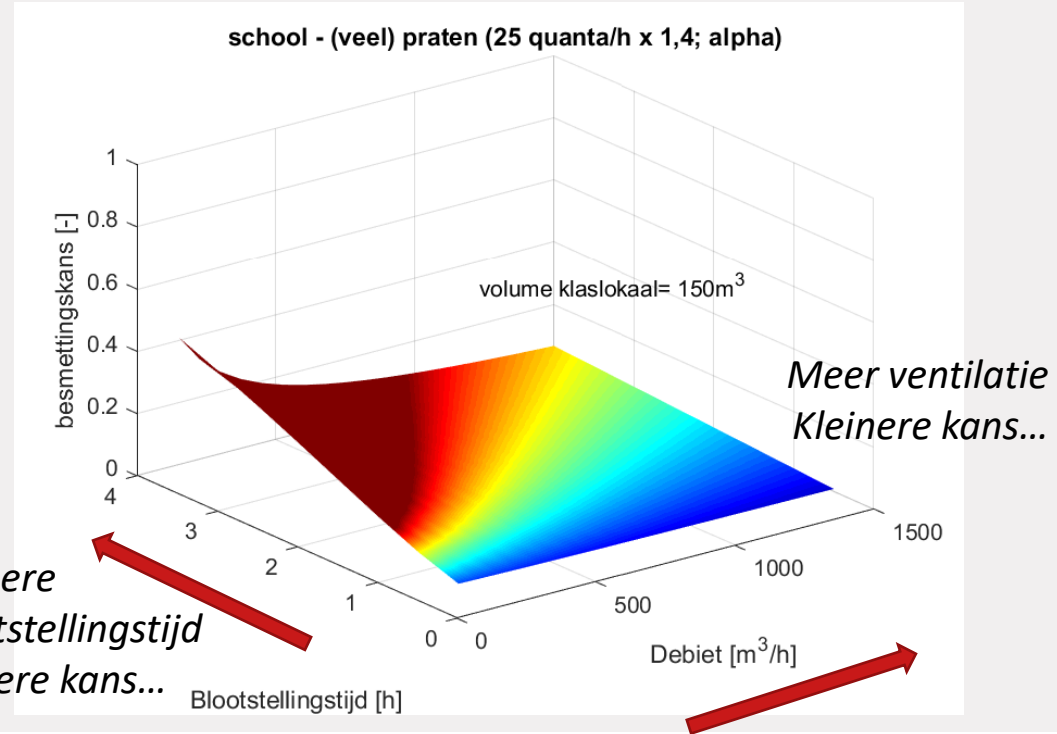
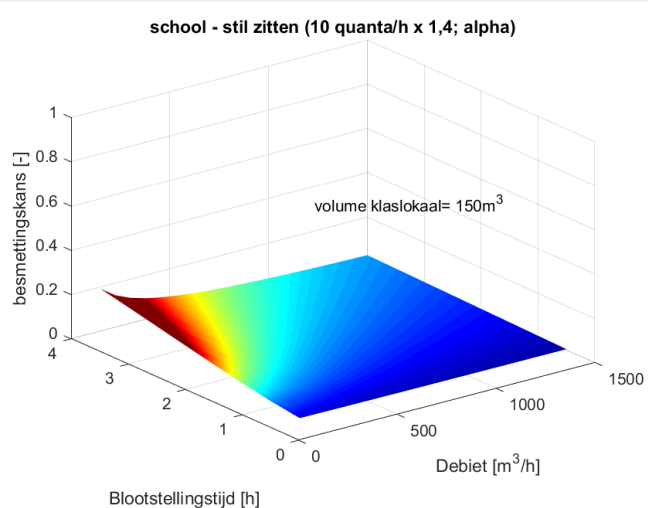
Ventilatie, Corona en klaslokalen



Uitstapjes

Besmettingskans: Wells-Riley...

$$N_C = S(1 - e^{-Iqpt/Q})$$



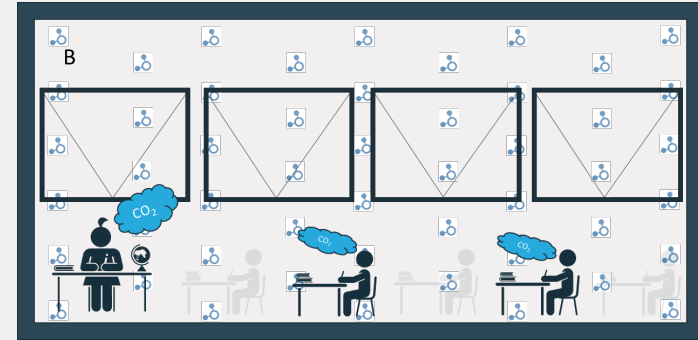
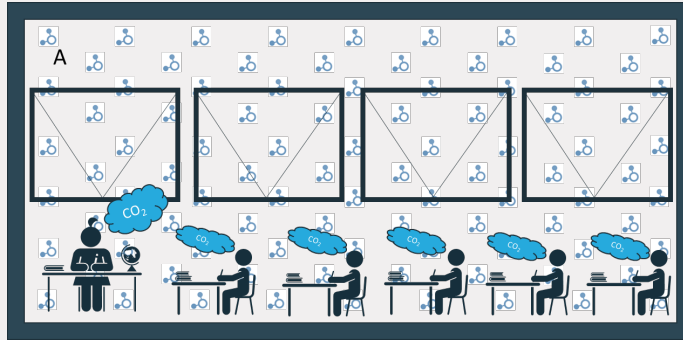
Let op:

- Perfecte menging
- Quanta bepaling
- ...

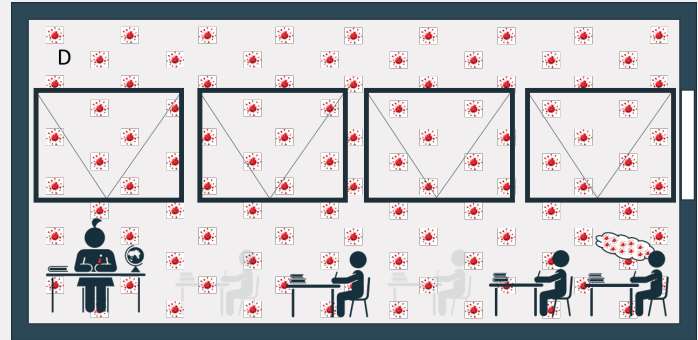
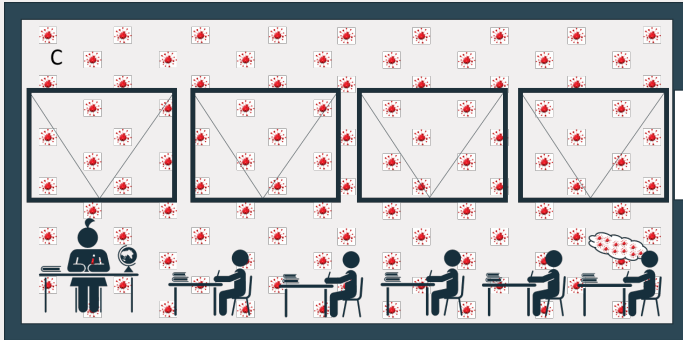
Uitstapjes

Wat gebeurt er als je de bezetting vermindert?

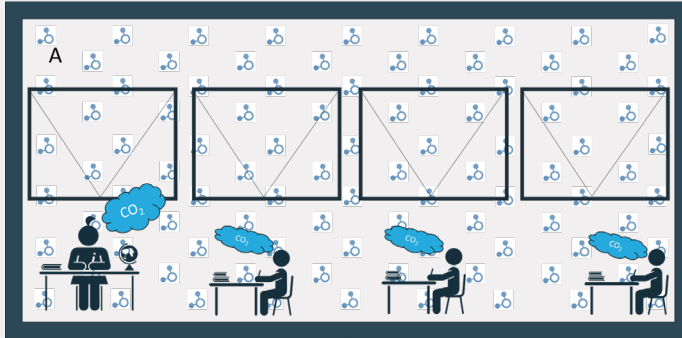
CO₂



virus

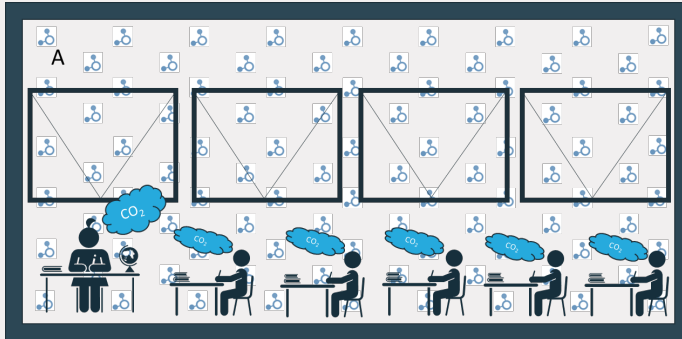


Uitstapjes



Halve bezetting PO onderbouw

CO₂-concentratie: 1200 ppm

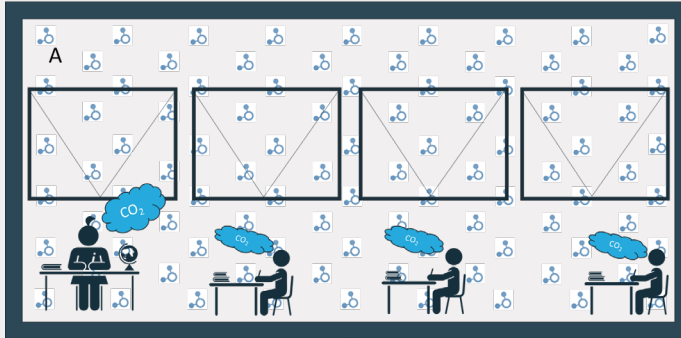


Volledige bezetting VO bovenbouw

CO₂-concentratie: 1200 ppm

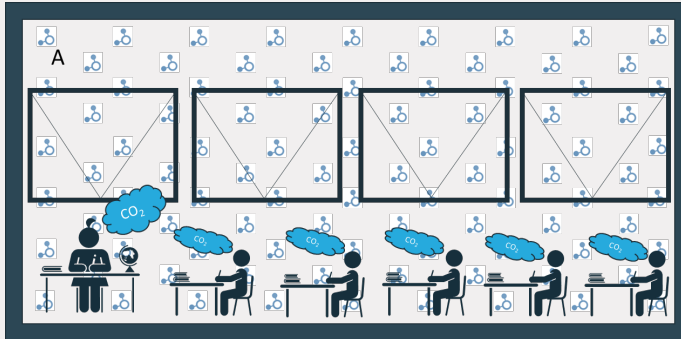
Ventilatie bij allebei op orde?
(niet CO₂-gestuurd...)

Uitstapjes



Halve bezetting PO onderbouw

CO₂-concentratie: 1200 ppm



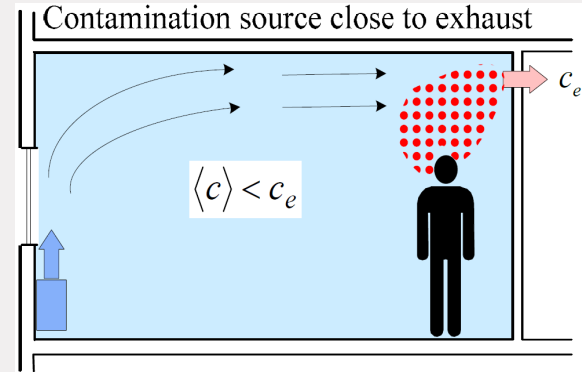
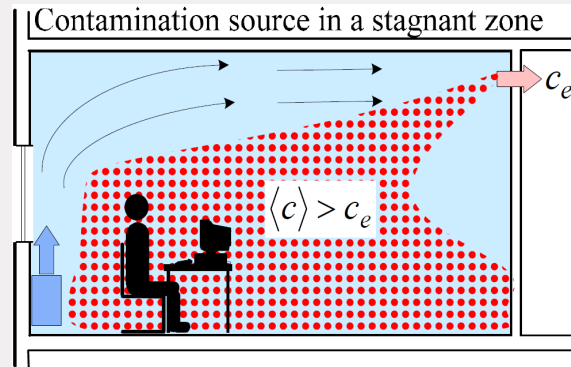
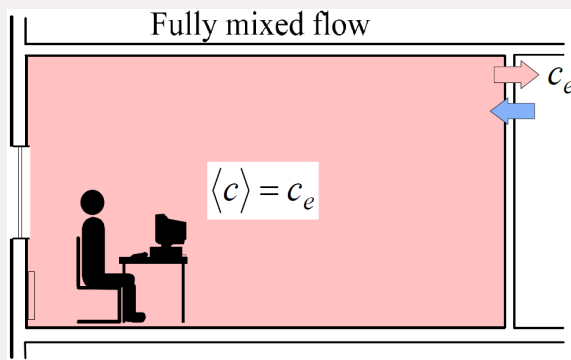
Volledige bezetting VO bovenbouw

CO₂-concentratie: 1200 ppm

Nee, PO case vraagt om aandacht...

Uitstapjes (2)

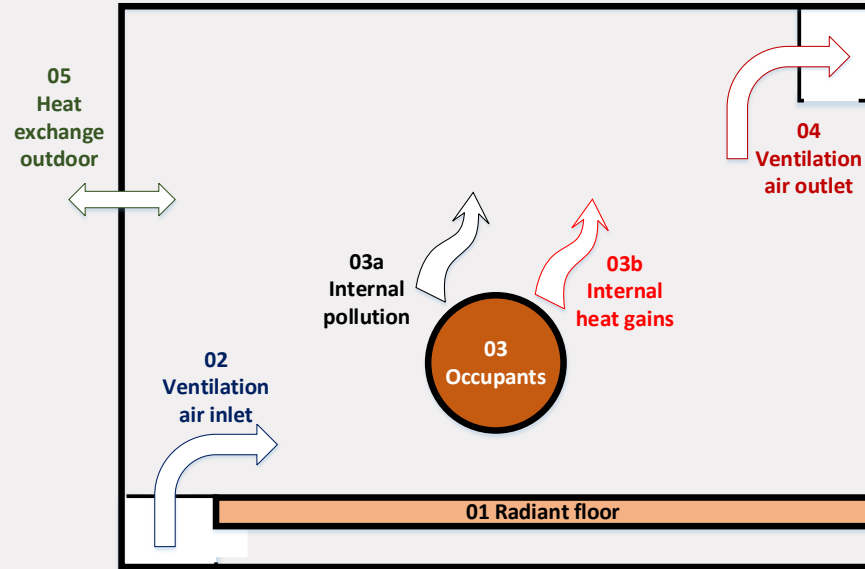
Efficiënter ventileren



Uitstapjes

Efficiënter ventileren

Voorbeeld (klaslokaal)



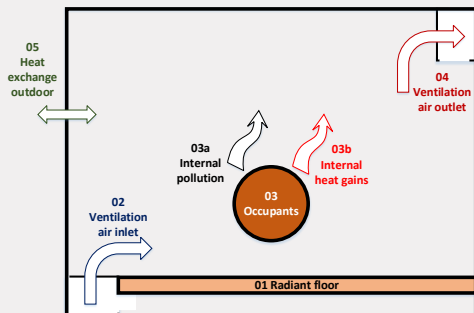
Uitstapjes

Efficiënter ventileren

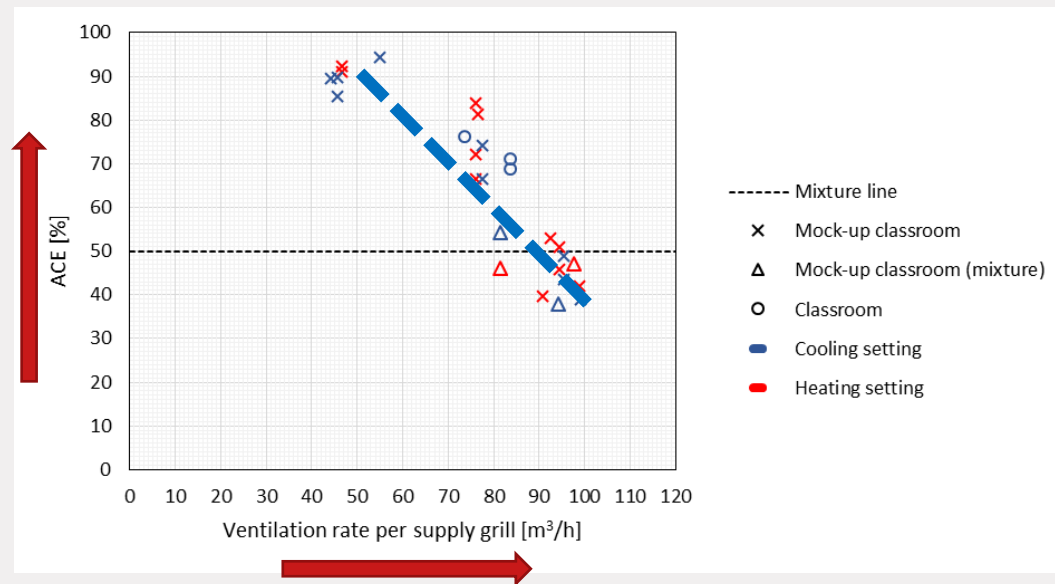
Air Change Efficiency (ACE; ϵ^a)

Voorbeeld (klaslokaal)

Meer lucht, niet efficiënter...



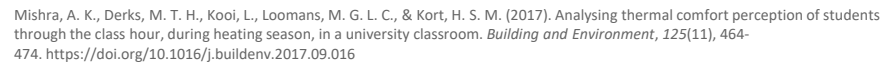
Efficiëntere ventilatie



Meer ventilatie

Thermisch comfort

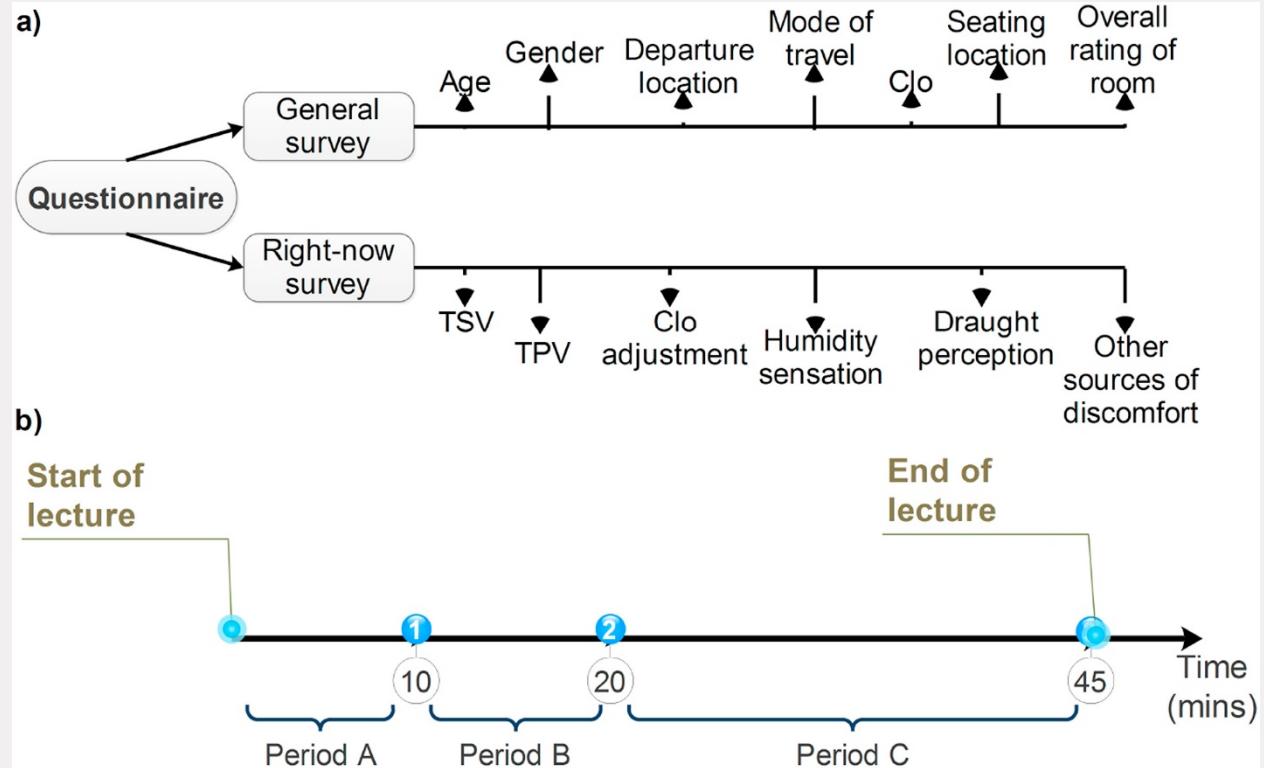
31 Binnenmilieu in klaslokalen



Uitstapjes

Thermisch comfort

Hoe snel is een student
geadapteerd aan de
thermische condities?

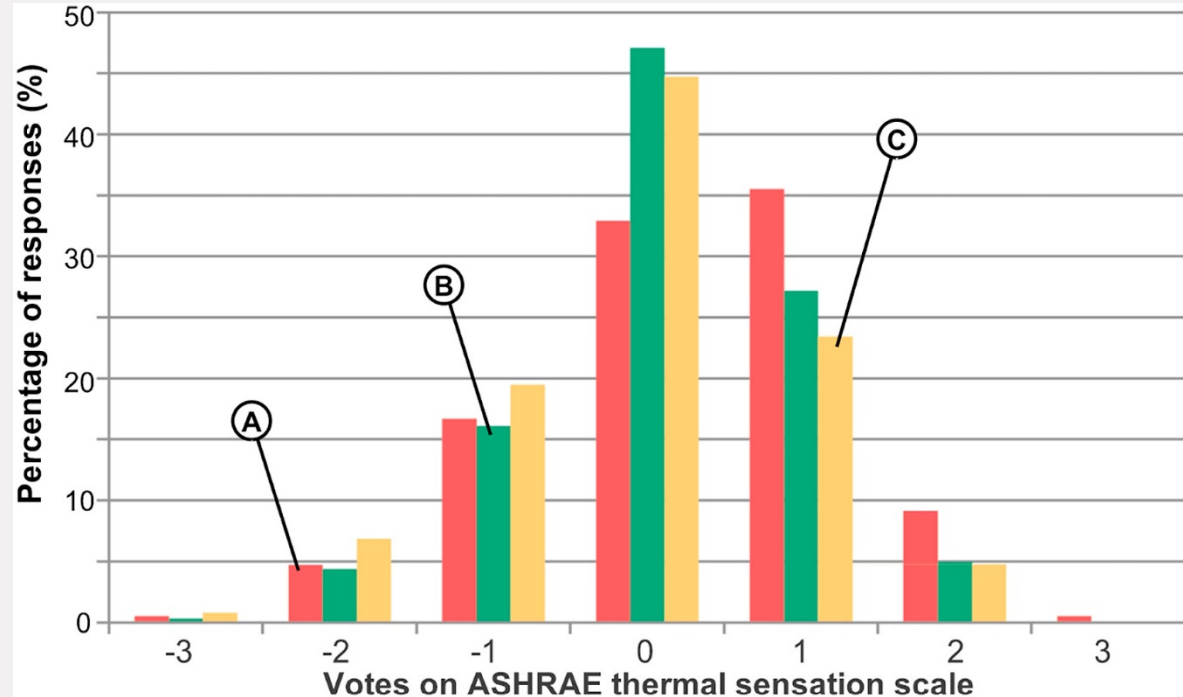


Uitstapjes

Thermisch comfort

Eerste 20-30 minuten is er sprake van adaptatie

Mogelijkheden tav conditioneren klaslokaal...



Klaslokaal en binnenmilieu

Er is nog veel te ontdekken...

Vertrekpunt leerprestatie

Investeren in goed binnenmilieu levert op

- ...voor de leerling
- ...voor de bv Nederland



Klaslokaal en binnenmilieu

Dank voor uw aandacht

Vragen?...



TUE Image Bank: Angeline Swinkels | Fotograaf



<https://www.kijkmagazine.nl/mens/wat-het-nederlands-teen-moeilijke-taal-om-te-lezen/>