



P5 Final Presentation

Graduation – Xiao Guang Pan,
5501121

The COVID-19 pandemic

Het onderwijs, van basisschool tot universiteit, is deze week begonnen met het verzorgen van afstands-onderwijs. Vandaag: Frans Roovers uit Heerlen, mbodocent bij Vista College en onderwijsadviseur bij Zuyd Hogeschool. „Beprek je instructie online tot een half uur.”



ONLINE ONDERWIJS

Digitale lessen: de keukentafel als klaslokaal



Docent Frans Roovers is redelijk goed thuis in online-onderwijs.

Drukke in huis. Roovers als stads docent Frans Roovers die sinds deze week digitaal les geeft vanuit huis. Maar hoe zit er voor hem die zo vaak de rust van de slaapkamer opzoekt om digitaal les te kunnen geven. Liefde twee van het huis is de reden dat momenteel noodgedwongen thuis zit.



DOOR JOSS VAN DEN CAAP

HEERLEN

D e basisschool is zijn instructieklaar. Daar staat de leraar voor de klas. Maar hoe zit er voor hem die zo vaak de rust van de slaapkamer opzoekt om digitaal les te kunnen geven. Liefde twee van het huis is de reden dat momenteel noodgedwongen thuis zit.

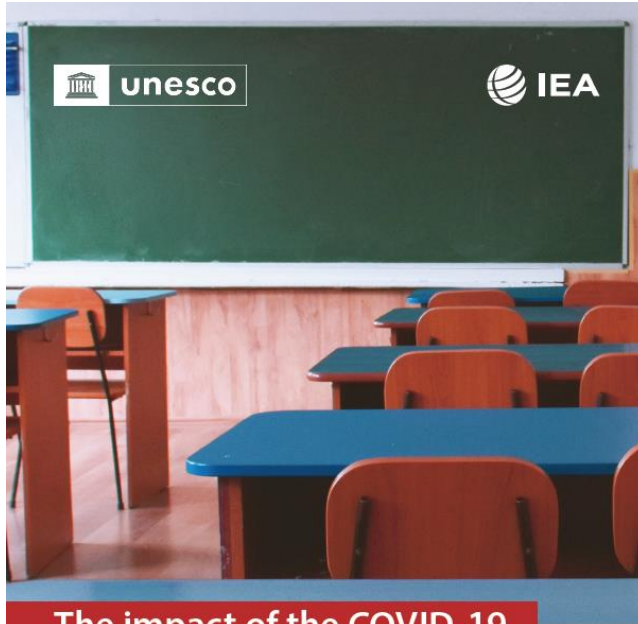
Geen piknik
Frans Roovers heeft zijn studenten van de Kunst, Theater en Media van Vista College in Heerlen gebaat met een aanpak die hij 'piknik' noemt. Hij doet voor de camera en de camera kijkt hem toe. Dat gebeurt op afstand bij zijn studenten. Hij probeert voor de

les een beetje te overtuigen. Maar zijn werk voor Vista is Roovers ook onderwijsadviseur bij Zuyd Hogeschool waar hij al jaren ook les geeft vanuit huis. Hoe zit er voor hem die zo vaak de rust van de slaapkamer opzoekt om digitaal les te kunnen geven. Liefde twee van het huis is de reden dat momenteel noodgedwongen thuis zit.

Roovers en zijn collega's hebben het afgelopen week in de praktijk, na lesgeving, achterhaald om studenten - van basisschool tot universiteit - te helpen om hun online-les te kunnen geven. Het is een uitdaging die Roovers en zijn collega's aan het overbrengen zijn. Het is een uitdaging die Roovers en zijn collega's aan het overbrengen zijn.

Interactie
Ik heb een instructie gegeven. Het is een uitdaging die Roovers en zijn collega's aan het overbrengen zijn. Het is een uitdaging die Roovers en zijn collega's aan het overbrengen zijn.

Roovers en zijn collega's hebben het afgelopen week in de praktijk, na lesgeving, achterhaald om studenten - van basisschool tot universiteit - te helpen om hun online-les te kunnen geven. Het is een uitdaging die Roovers en zijn collega's aan het overbrengen zijn.



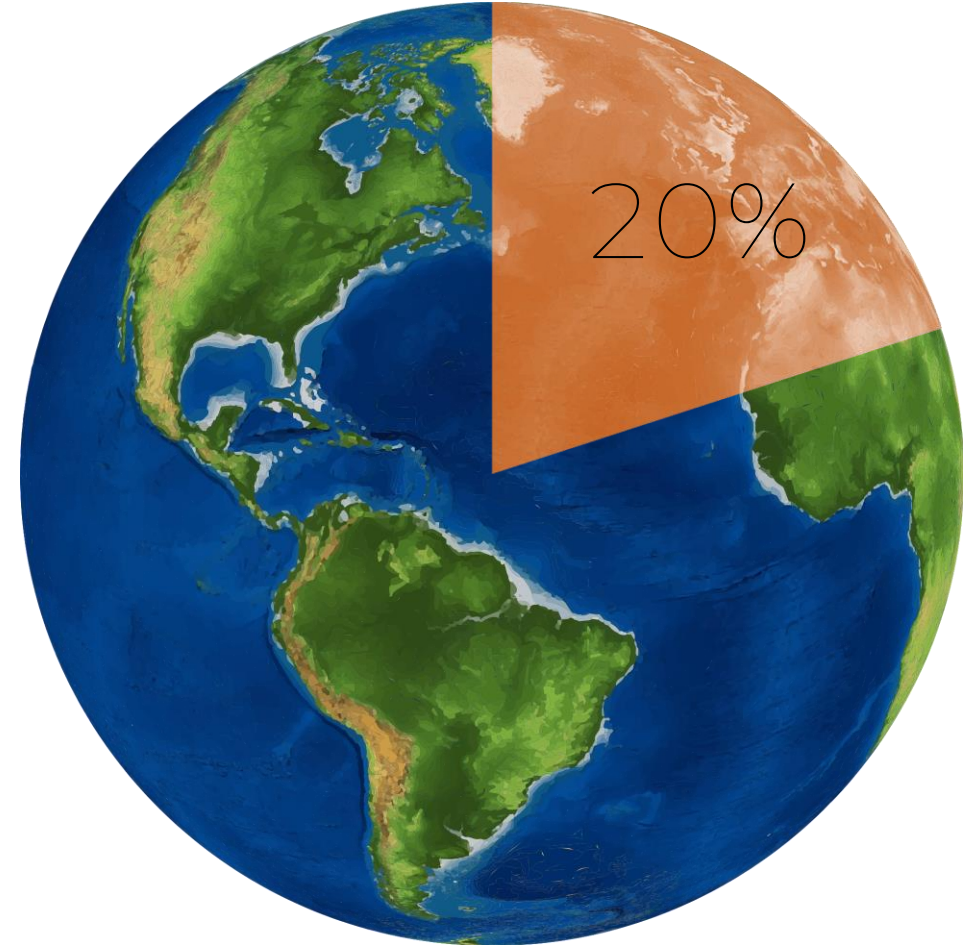
The impact of the COVID-19

pandemic on education

International evidence from the Responses to Educational Disruption Survey (REDS)

(Revised edition)

Sabine Meinck, Julian Frailton, Rolf Strietholt



“More than 1.5 billion students and youth across the planet are or have been affected”
Global Education Coalition (GEC), 2022

The COVID-19 measures



Rijksoverheid

Coronaregels

Basisregels

- Was je handen
- Houd afstand en schud geen handen
- Klachten? Blijf thuis en doe een test
- Zorg voor voldoende frisse lucht
- Werk thuis, tenzij het echt niet anders kan

Thuis

- Blijf zoveel mogelijk thuis
- Ontvang maximaal 2 gasten per dag
- Kerst en jaarwisseling max. 4 gasten per dag
- Ga maximaal 1 keer per dag op bezoek
- Doe een zelftest als u op bezoek gaat of ontvangt

Onderweg

- Buiten: max. 2 mensen of 1 huishouden
- Vermijd drukke plekken
- Reis buiten de spits
- Naar het buitenland? Check wijsopreis.nl
- Bij thuiskomst doe een (zelf)test

Gesloten

- Onderwijs t/m 9 januari
- Buitedagbesteding t/m 9 januari
- Winkelen, afhalen mogelijk
- Horeca, afhalen mogelijk
- Kapper
- Sportlocaties binnen
- Bioscoop en theater
- Museum
- Evenementen
- Dierentuin en pretpark

Open

- Kinderopvang
- Supermarkt en drogist tot 20.00 uur
- Sportlocaties buiten tot 17.00 uur
- Bibliotheek
- Zwembaden voor A, B, C diploma

Mondkapje verplicht

- Winkels
- Publieke binnenruimten
- Onderwijs (behalve groep 1-3 basisschool)
- OV en op stations
- Luchthavens en vliegvelden

alleen samen krijgen we corona onder controle

Meer informatie en uitzonderingen: rijksoverheid.nl/coronavirus of bel 0800-1351

Rijksoverheid

Coronaregels

Adviezen voor iedereen

- Was je handen
- Houd afstand en schud geen handen
- Zorg voor voldoende frisse lucht
- Draag een mondkapje waar dat moet
- Werk maximaal de helft van de werkdag op kantoor

Testen en vaccineren

- Klachten? Blijf thuis en doe een test
- Na een positieve test blijf je 5 dagen thuis (vanaf 18 februari)
- Ga je op bezoek of naar een drukke plek? Doe een zelftest
- Haal een vaccin of boosterprik

vanaf 15 februari

- Bezoek thuis weer gewoon mogelijk

vanaf 18 februari

- Alles open tot 1 uur 's nachts
- Locaties met meer dan 500 mensen, met zitplaats en een mondkapje
- Coronatoegangsbewijs nodig, bijvoorbeeld: horeca, bioscopen en theaters

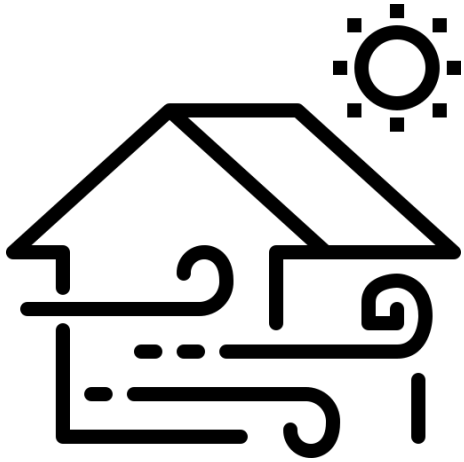
vanaf 25 februari

- Normale openingstijden
- Testen voor toegang, binnen zonder zitplaats met meer dan 500 mensen
- Mondkapje in het OV en op vliegveld
- Reis je naar Nederland? Dan hoef je niet in quarantaine. Check wijsopreis.nl

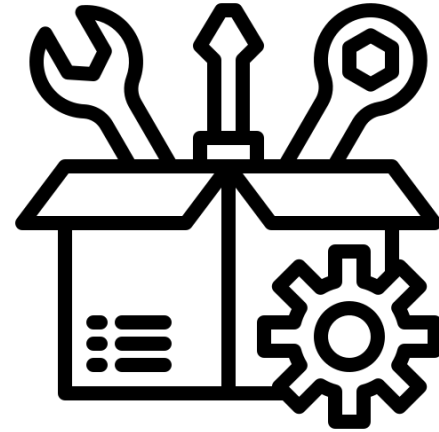
Meer informatie en uitzonderingen: rijksoverheid.nl/coronavirus of bel 0800-1351

Naar het buitenland? Check wijsopreis.nl

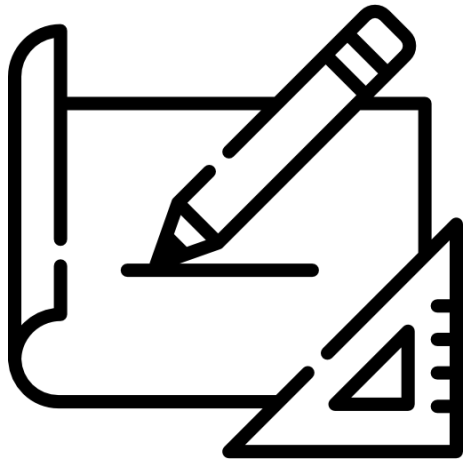
What are the problems



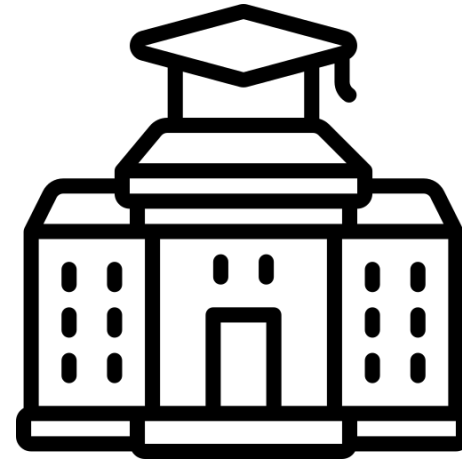
How much ventilation?



Costs & practicality



What designs or systems to use?



How to prepare schools?

The central question

How can smart, personal or decentralised ventilation improve the ventilation system design to make it more COVID-19-proof while not negatively impacting the comfort of the occupants in an educational environment and being both practical and cost-efficient?

The central question

How can smart, personal or decentralised ventilation improve the ventilation system design to make it more COVID-19-proof while not negatively impacting the comfort of the occupants in an educational environment and being both practical and cost-efficient?

Overview

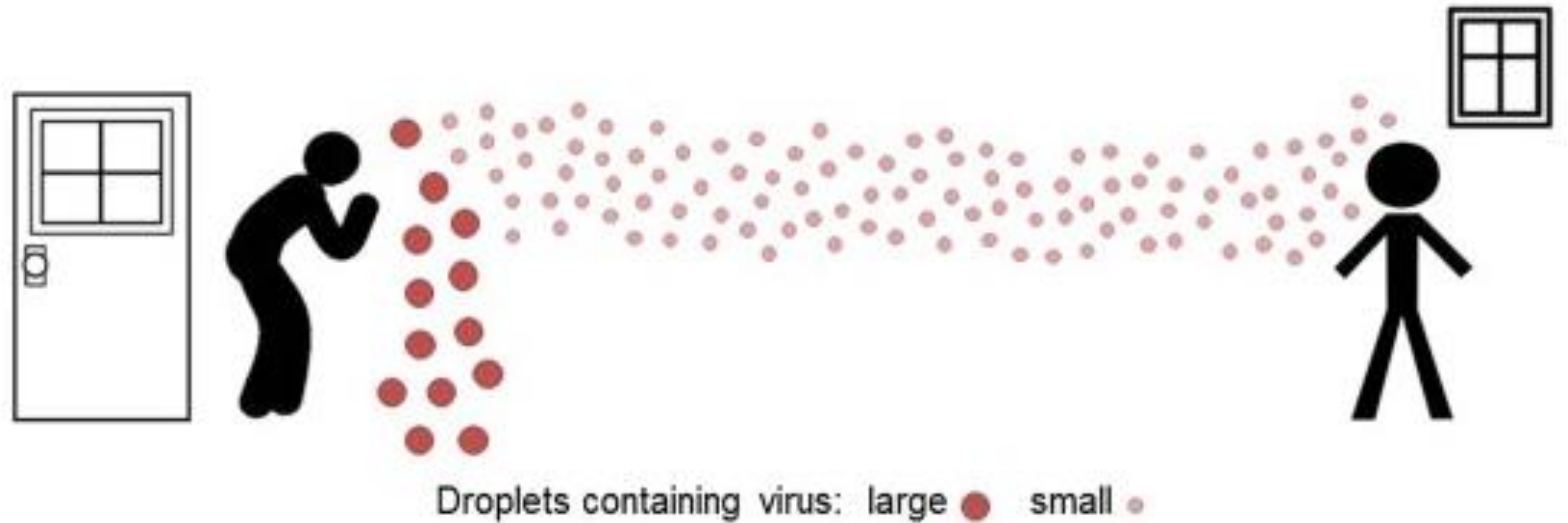
	Covid -19	Comfort	Costs
Baseline			
Decentral			
SMART			
Personal ventilation			

Covid-19

- Risk of infection:
$$P = 1 - e^{-\frac{fIqt}{n}}$$

- CO2 concentration

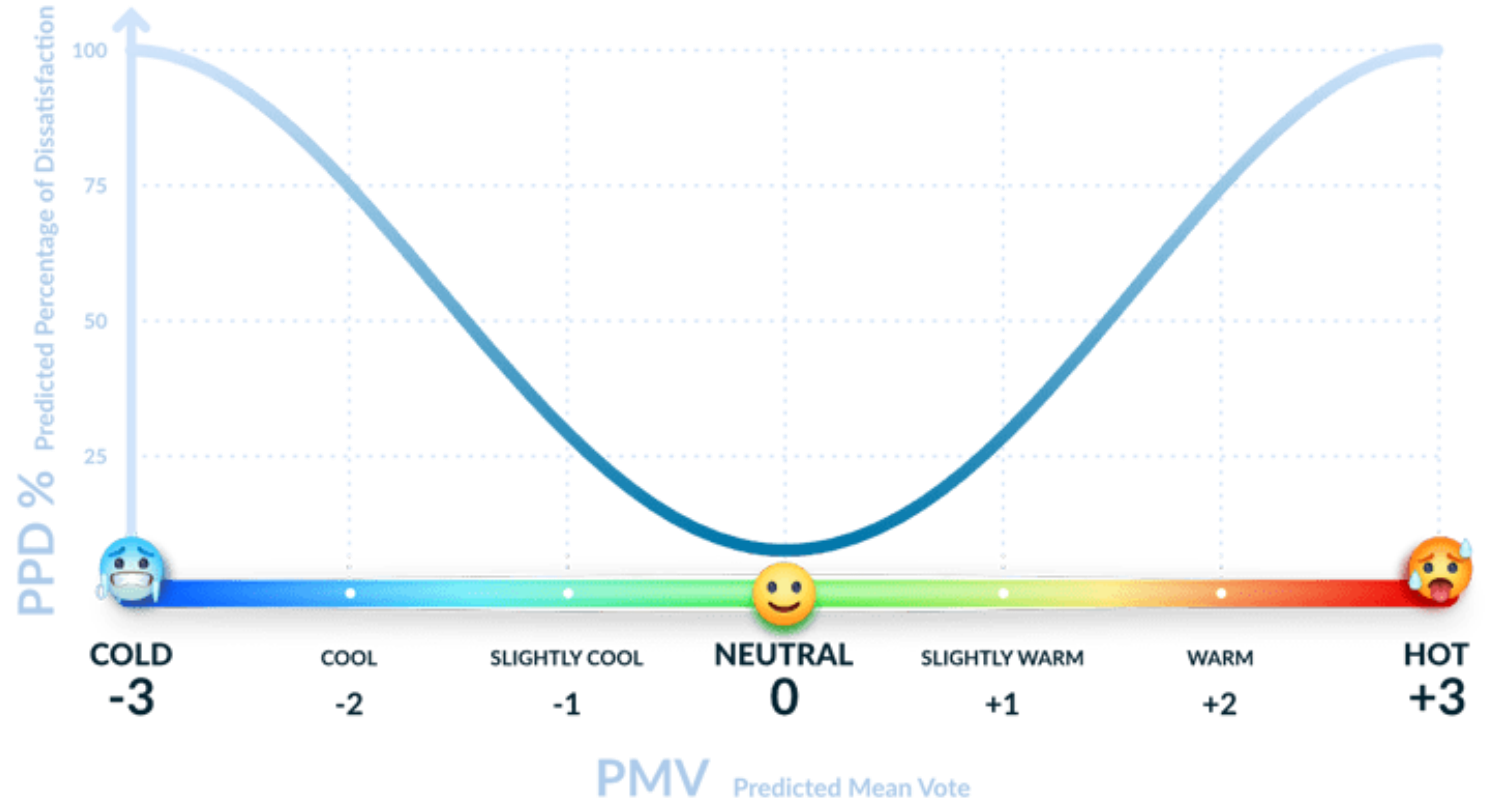
- Quanta generation:
 - ALPHA: 89 - 165
 - DELTA: 312 - 935
 - OMICRON: 725 - 2345



Deposition of different size droplets. Morawska, L., & Cao, J. (2020).

Comfort

- *Predicted Mean Vote (PMV)*
- *Predicted percentage of dissatisfaction (PPD)*

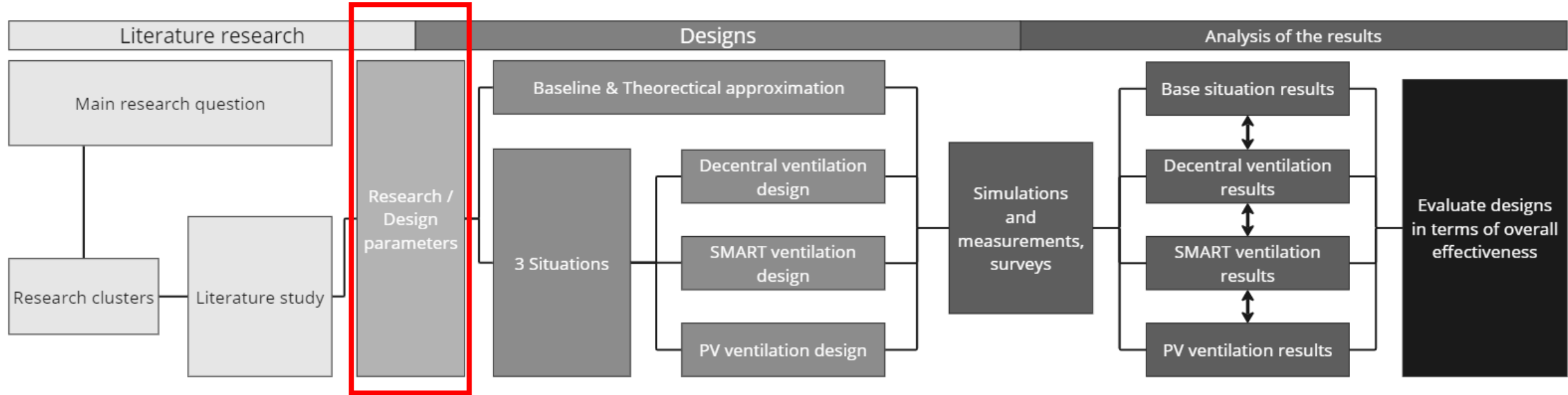


Costs & Practicality

- *Price indication*
- *How does it impact the room?*



The research process



The case

What defines a standard classroom?

- *~ 50m²*
- *~ 30 students*
- *~ at least 2,6m height*

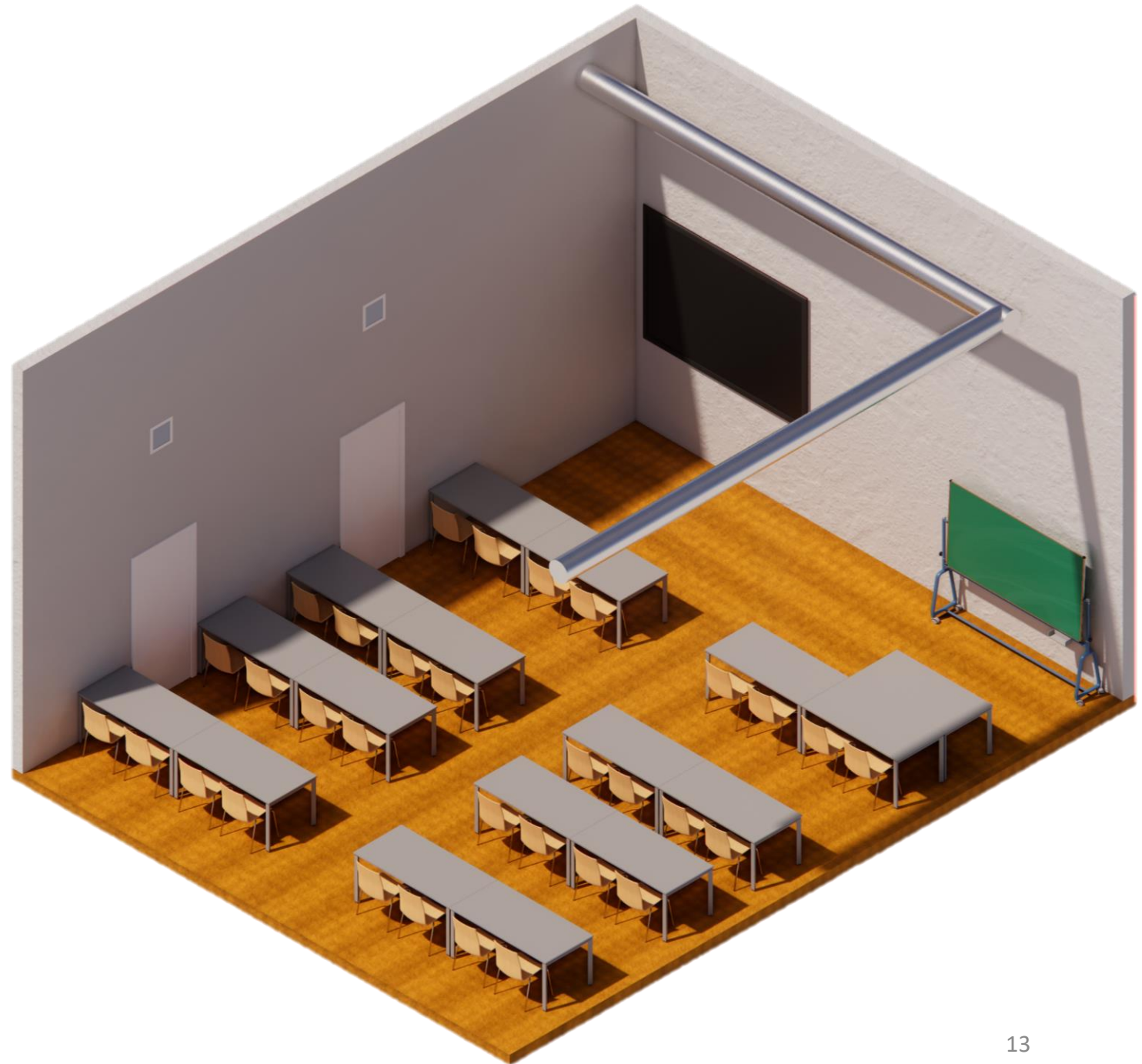
Hall P:

- *80m²*
- *32 students*
- *5,8 m*

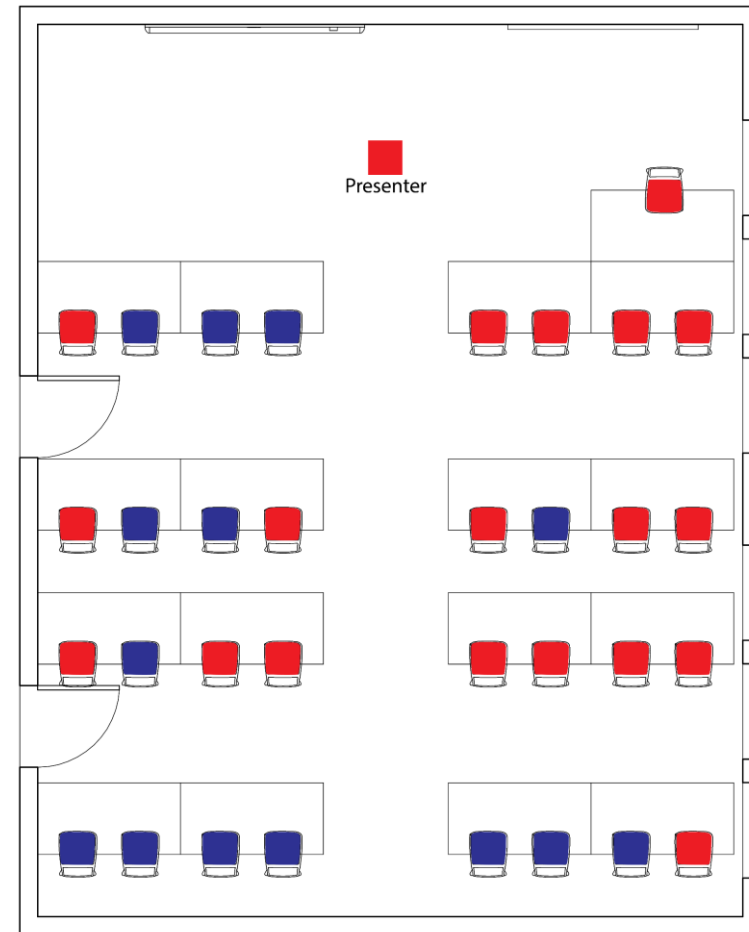
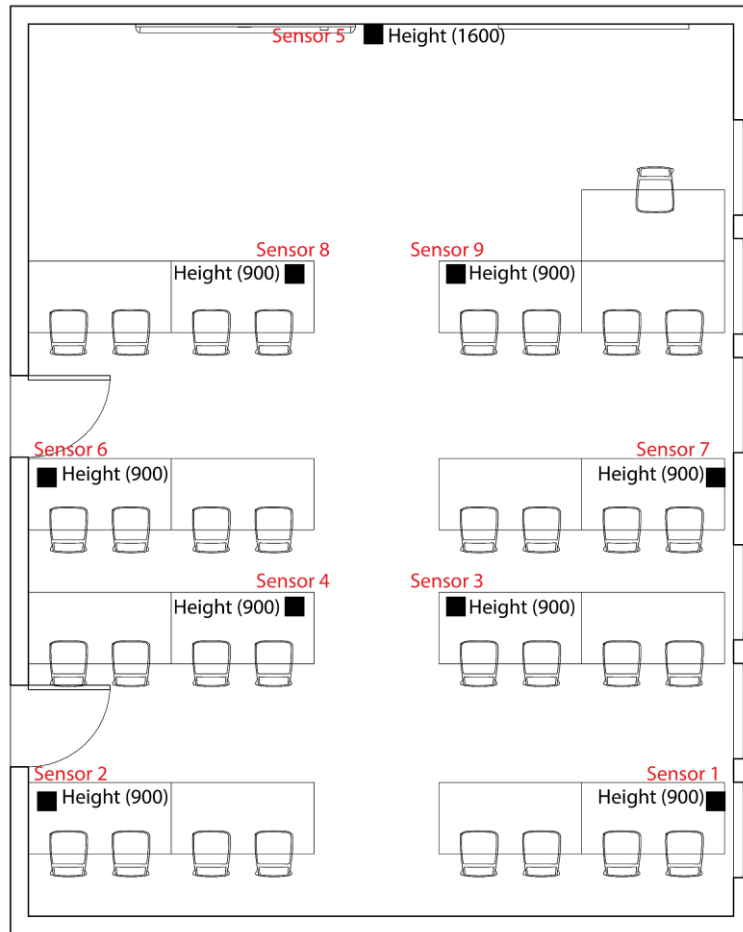


Baseline

- *Benchmark*
- *Parametric research:*
 - *Volume*
 - *Ventilation rate*
- *Measurements, survey and simulations*



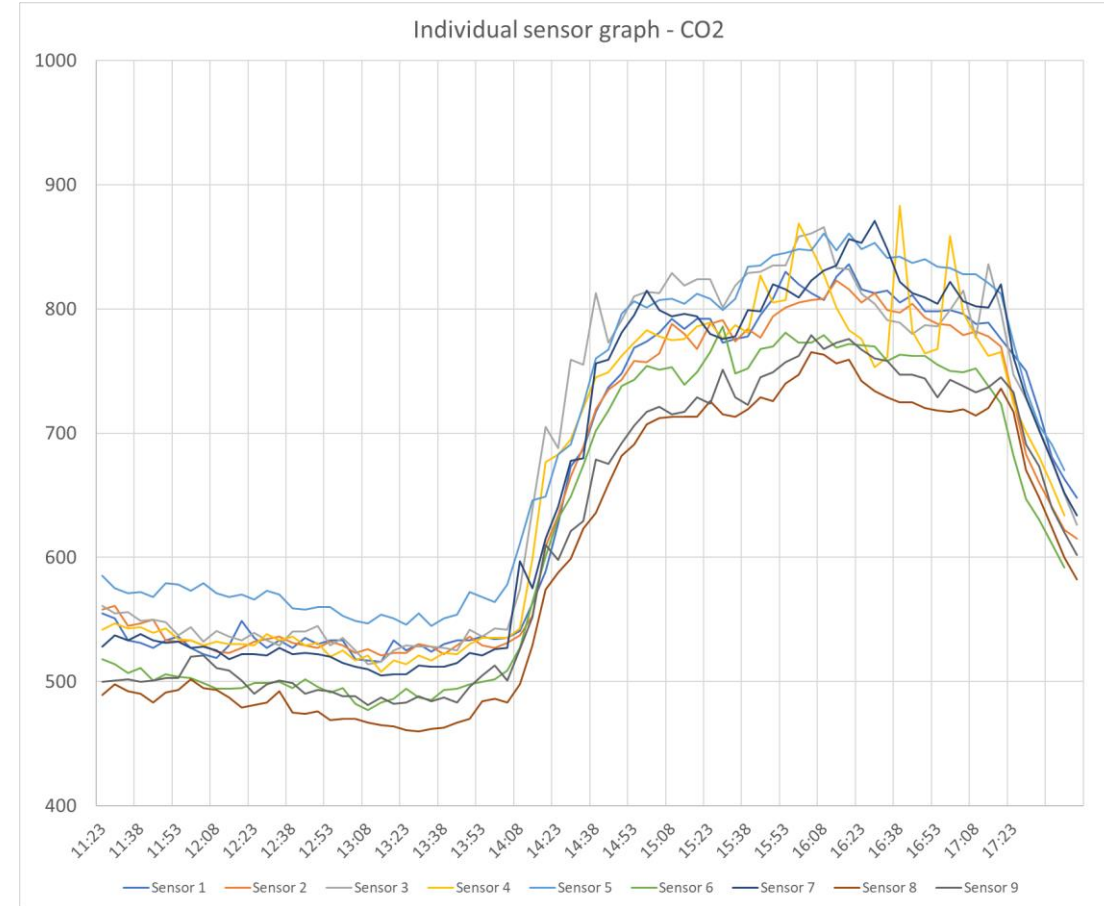
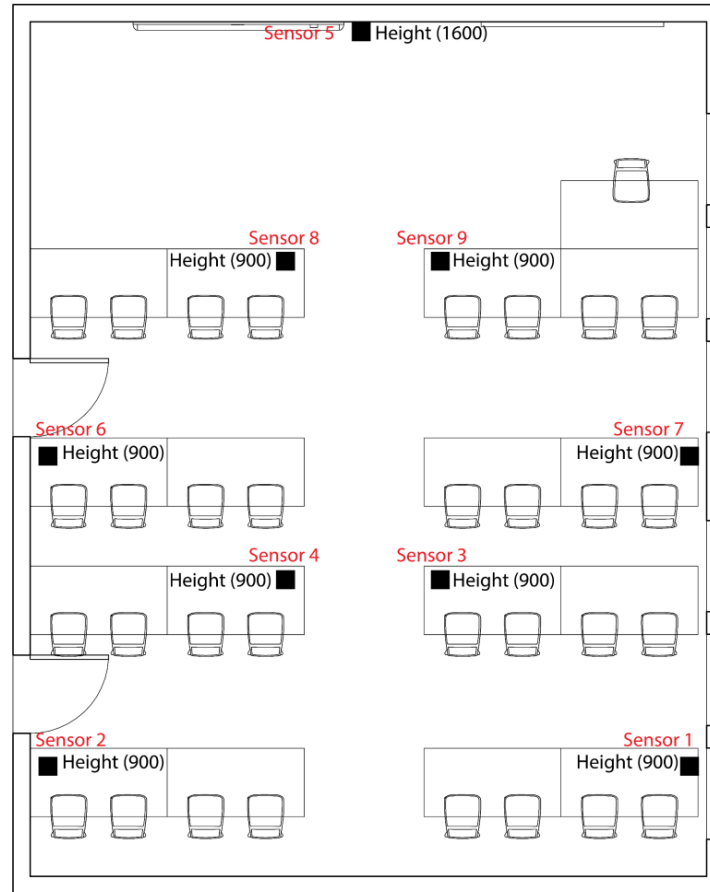
Measurement setup



The initial results

CO2 concentration:

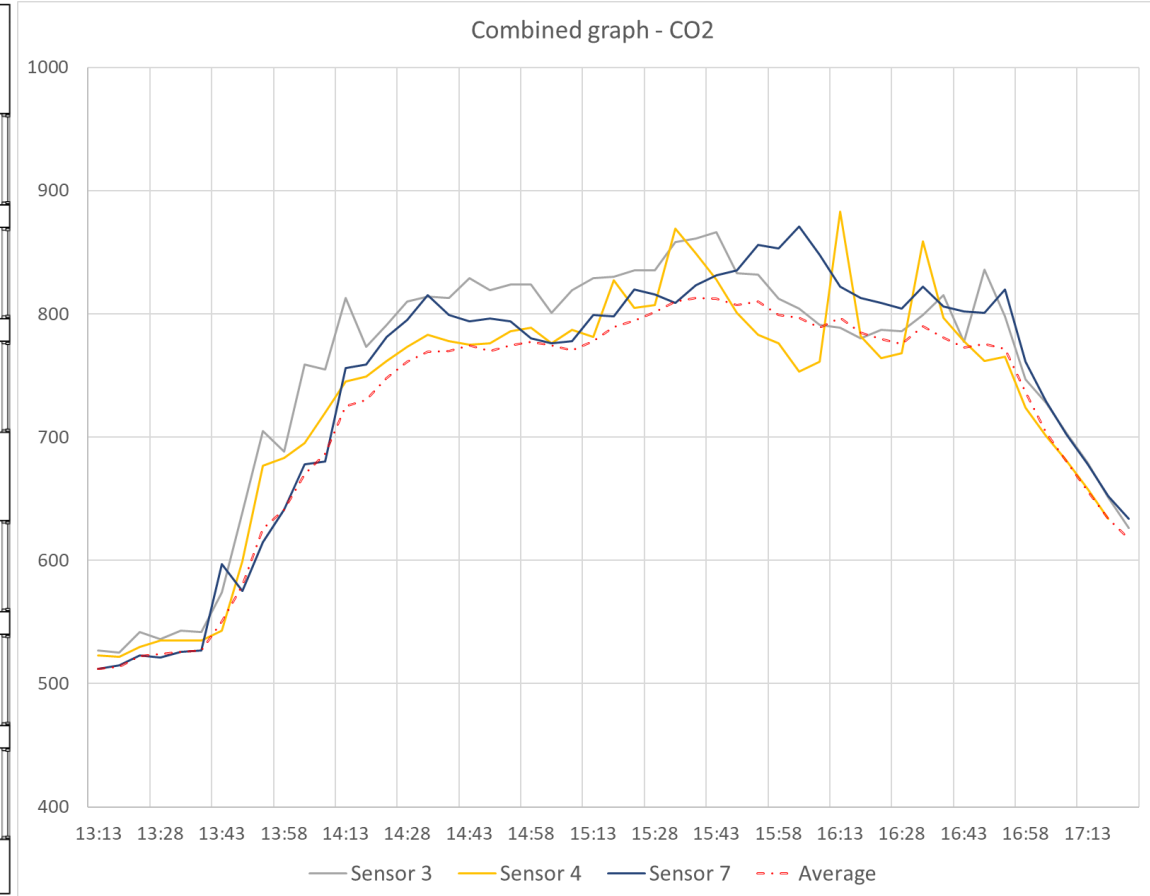
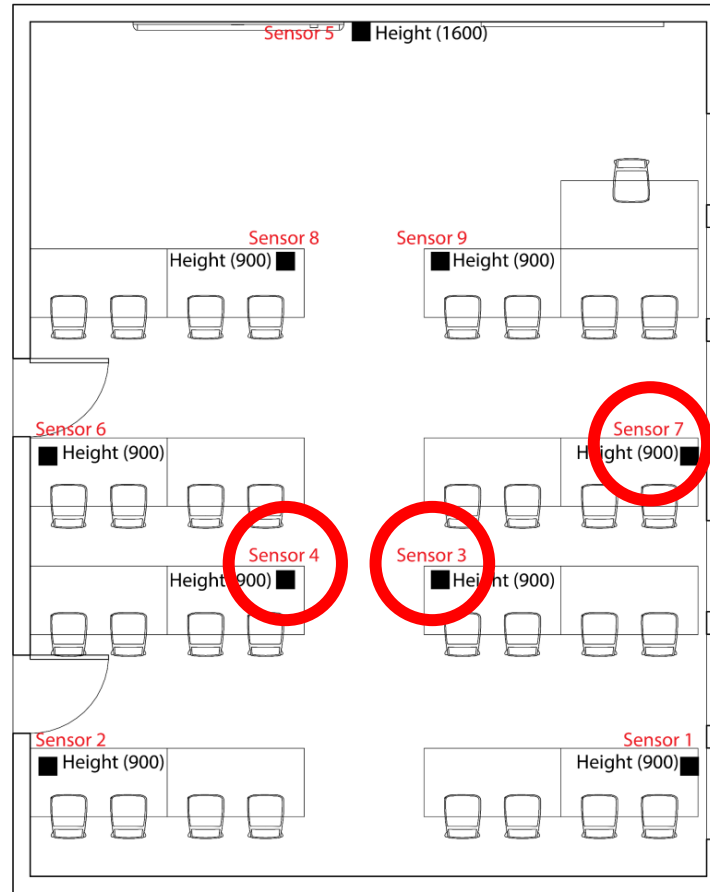
- *On average right side is higher*
- *Large discrepancy between sensors*



Results – CO2 highest

CO2 concentration:

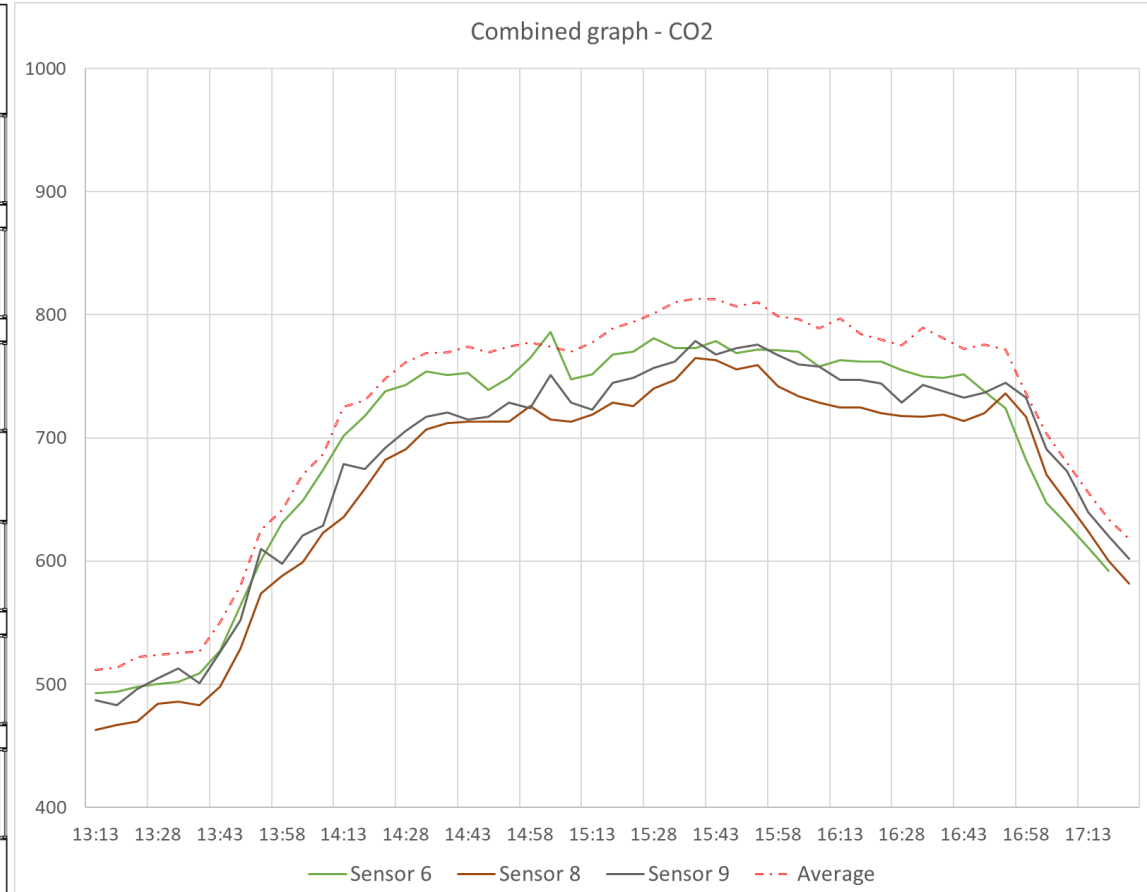
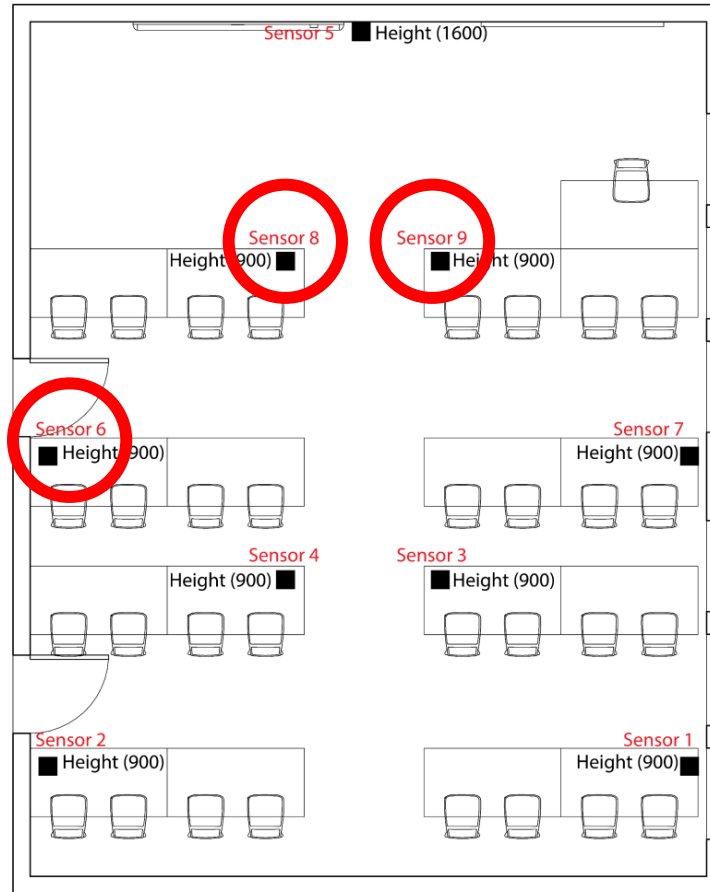
- Highest 3, 4 and 7
- (3): 866 PPM
- (4): 883 PPM
- (7): 871 PPM



Results – CO2 lowest

CO2 concentration:

- Highest 6, 8 and 9
- (6): 786 PPM
- (8): 765 PPM
- (9): 779 PPM

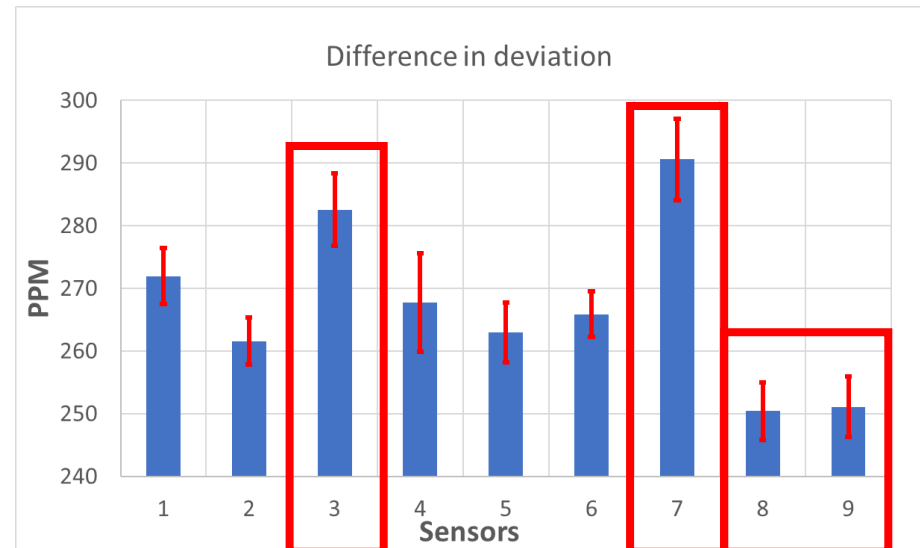
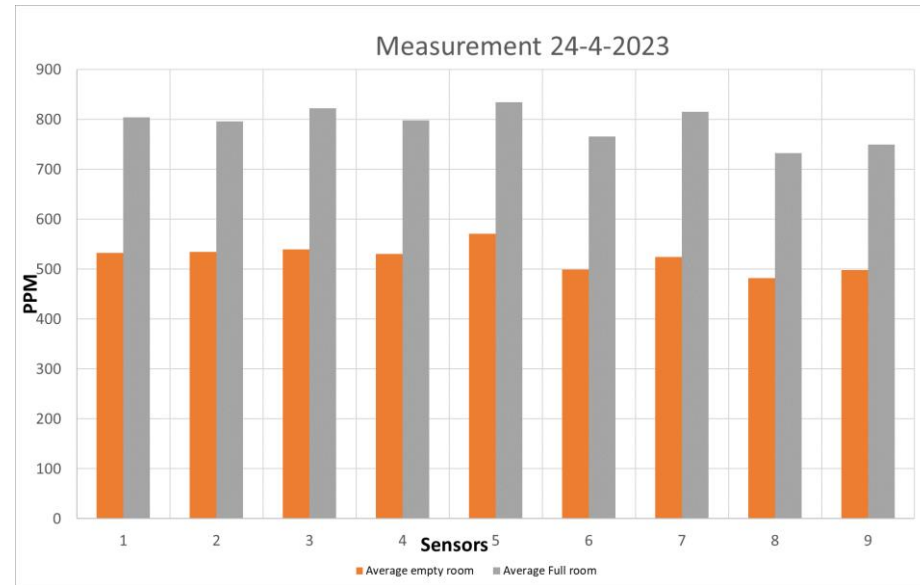


Deviation

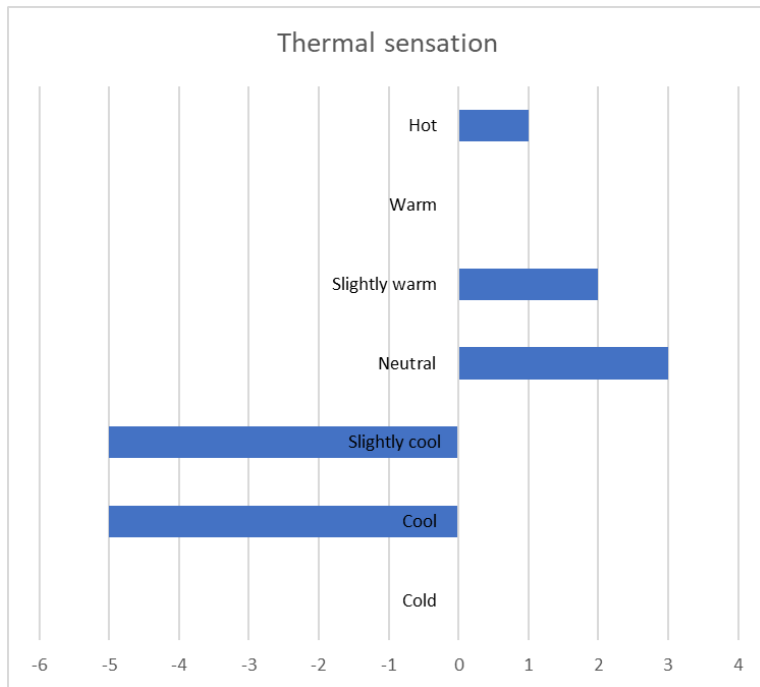
Sensor	Average empty room	Standard deviation	Standard error
1	532	12	2
2	534	11	2
3	539	14	2
4	530	11	2
5	571	11	2
6	499	14	3
7	524	16	3
8	482	14	3
9	498	12	2

Sensor	Average Full room	Standard deviation	Standard error
1	804	17	4
2	796	14	3
3	822	23	5
4	798	34	8
5	834	19	4
6	765	12	3
7	815	26	6
8	732	17	4
9	749	19	4

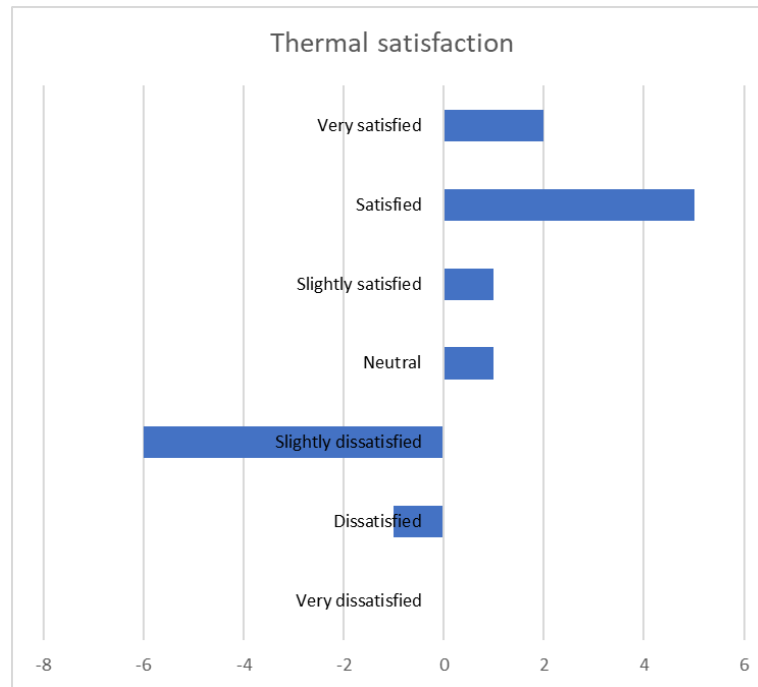
Sensor	Difference	Standard error
1	272	4
2	262	4
3	283	6
4	268	8
5	263	5
6	266	4
7	291	7
8	250	5
9	251	5
average	267	



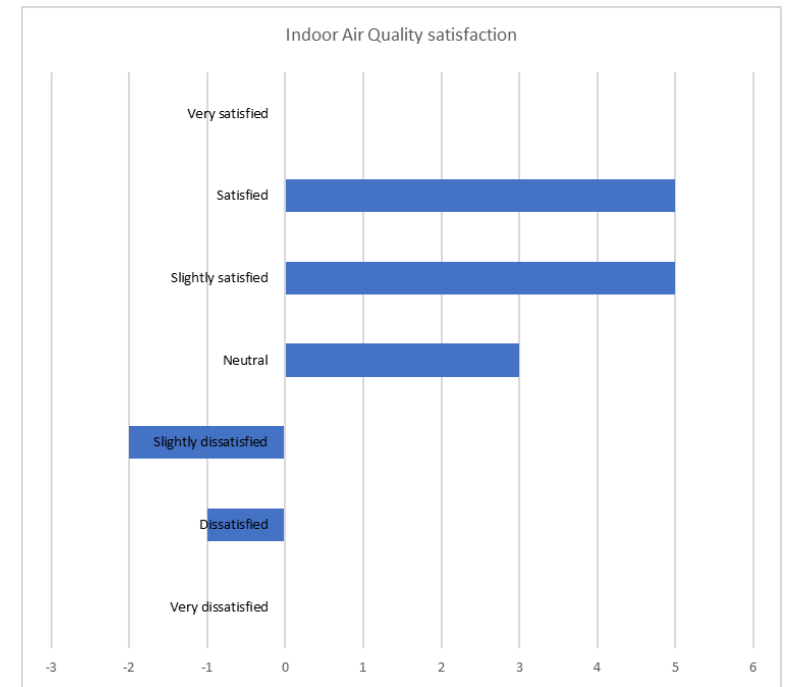
Comfort



Slightly cooler sensation



Equal parts dissatisfaction and satisfaction of thermal sensation



More satisfied with IAQ

Simulation set up

Accuracy:

- Fine grid size
- Low relaxation
- Long run time

Conversion:

Result $\times 1,2/1,8 + 460$ PPM

Grid Mesh Settings

Co-ordinate system: Cartesian

Time dependence: Steady

Cut-cell method: SPARSOL

	X-Auto	Y-Auto	Z-Auto	
Domain size	10.00000	7.900000	5.800000	m
Domain origin	0.000000	0.000000	0.000000	m
Number of cells	50	53	42	
Tolerance	1.000E-3	1.000E-3	1.000E-3	m
No of regions	27	40	13	
Modify region	1	1	1	
Size	0.500000	0.300000	0.650000	
Distribution	Geom Prog	Geom Prog	Geom Prog	

Domain Settings

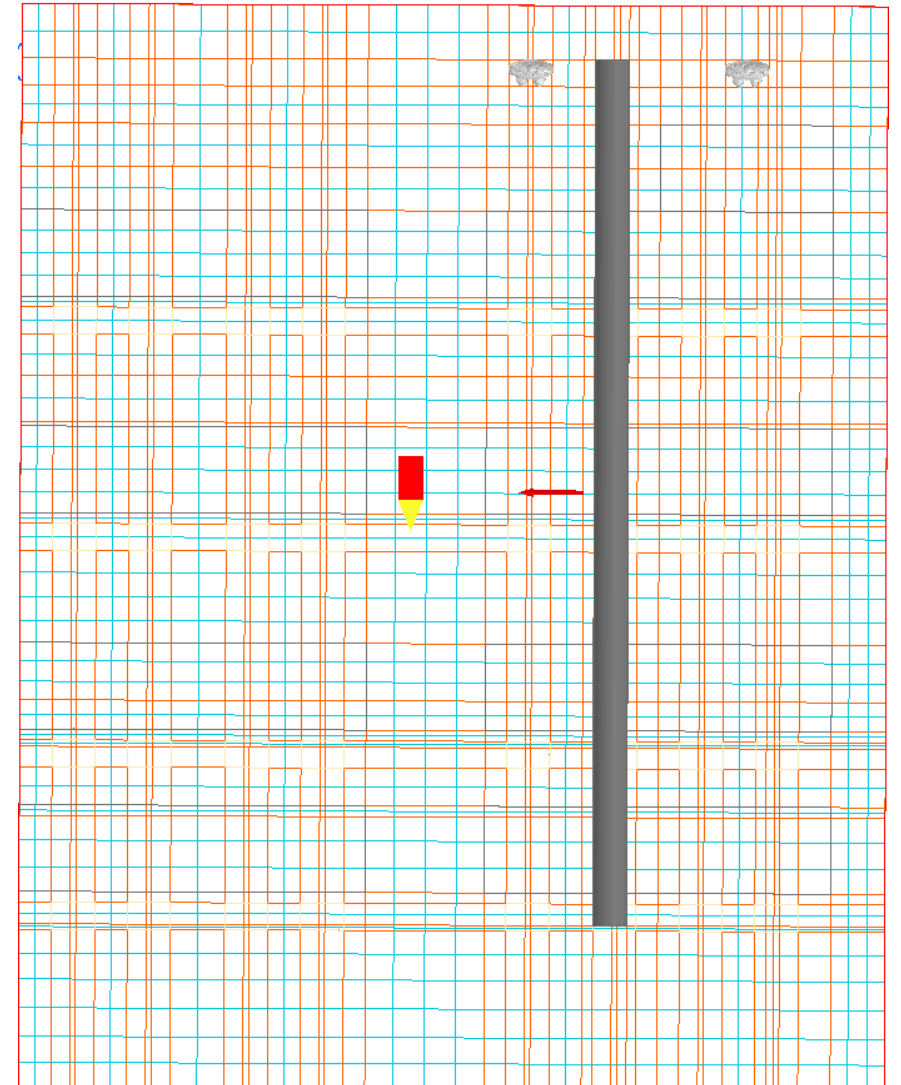
Pollutant settings

Pollutants are solved as the mass fraction of each species, with units kg/kg_mixture. Up to 5 species can be defined here.

ID	Status	Name	Molecular weight
0	ON	Carrier	28.97007
1	ON	CO2	44.00950
2	OFF	C2	28.97007
3	OFF	C3	28.97007
4	OFF	C4	28.97007
5	OFF	C5	28.97007

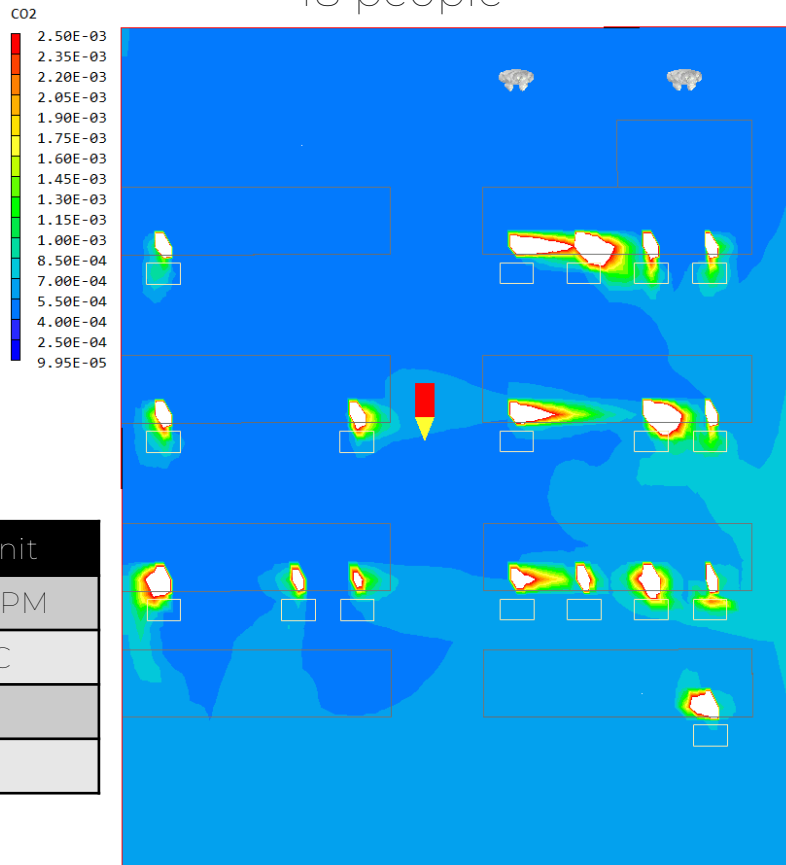
Include in gas density calculation: ON

Detailed solution control settings for these variables can be made from 'Models - Solution control / Extra variables'. More pollutant species can be added there.



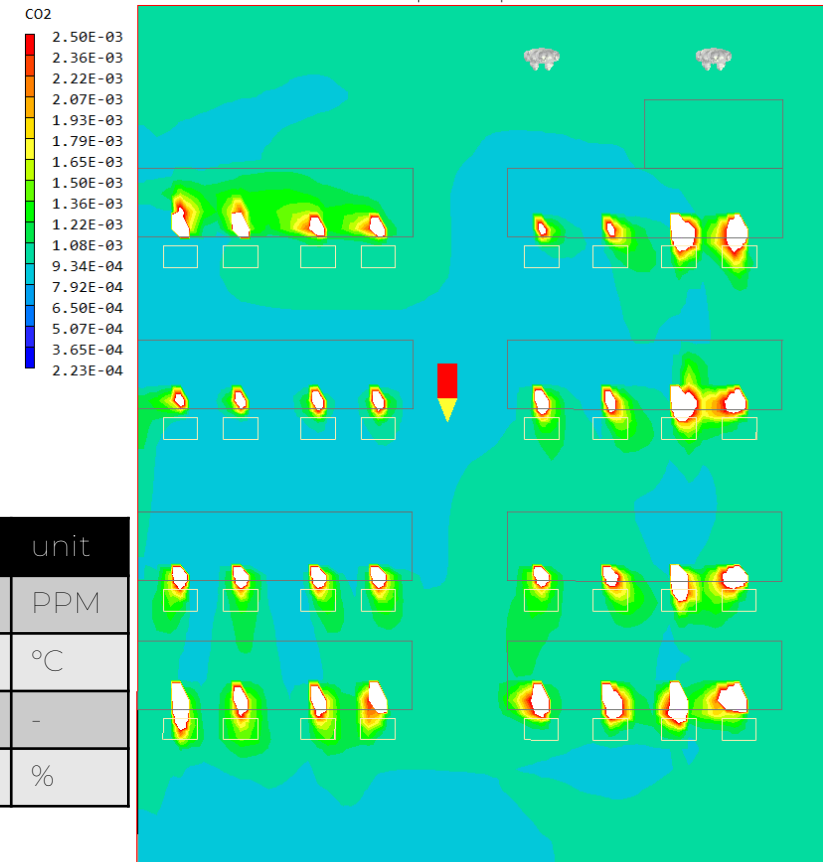
Simulation results

18 people



Parameters	Value	unit
CO2 (18 p)	871	PPM
Temperature	20,2	°C
PMV	-1,40	-
PPD	45	%

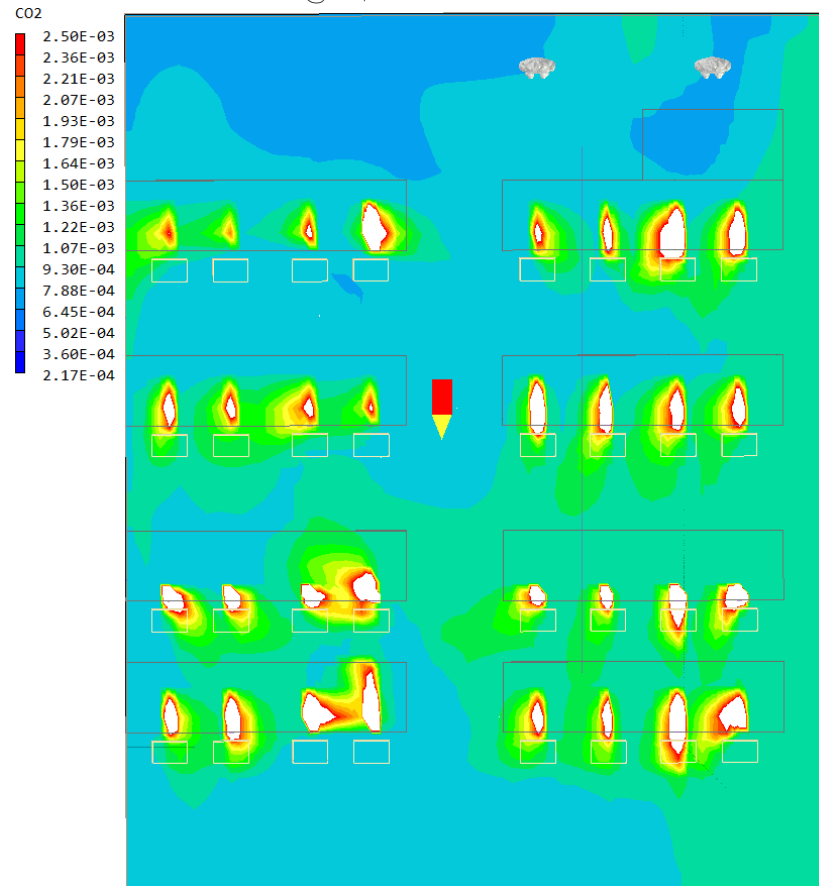
32 people



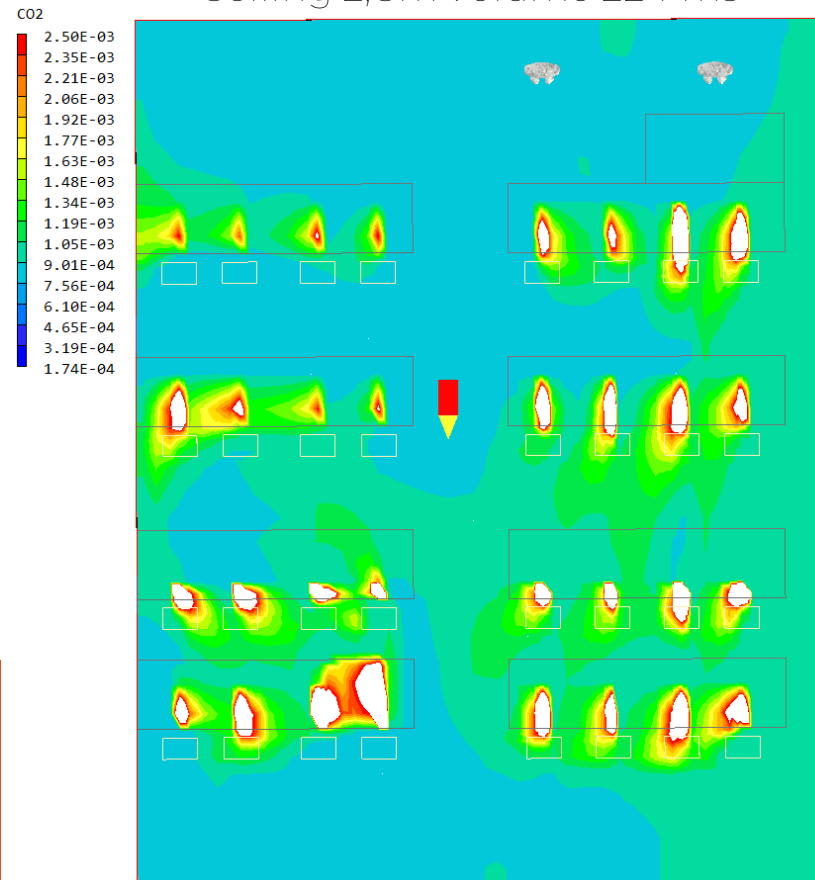
Parameters	Value	unit
CO2 (32 p)	1156	PPM
Temperature	21,9	°C
PMV	-1,07	-
PDD	29,8	%

Parametric research - volume

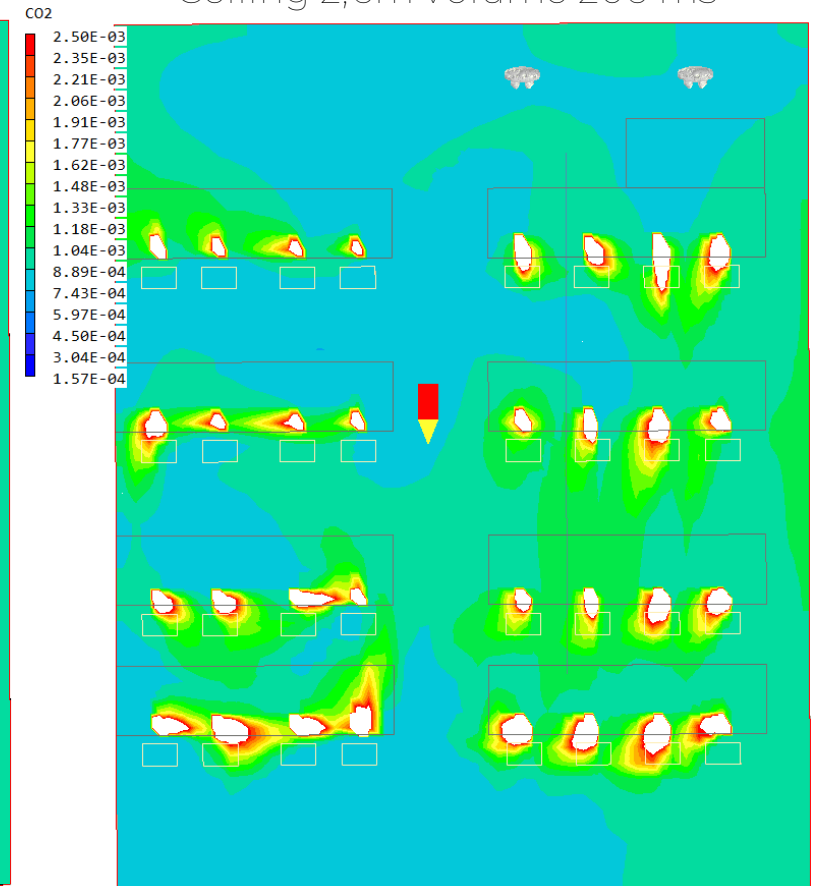
Ceiling 3,2m volume 256 m³



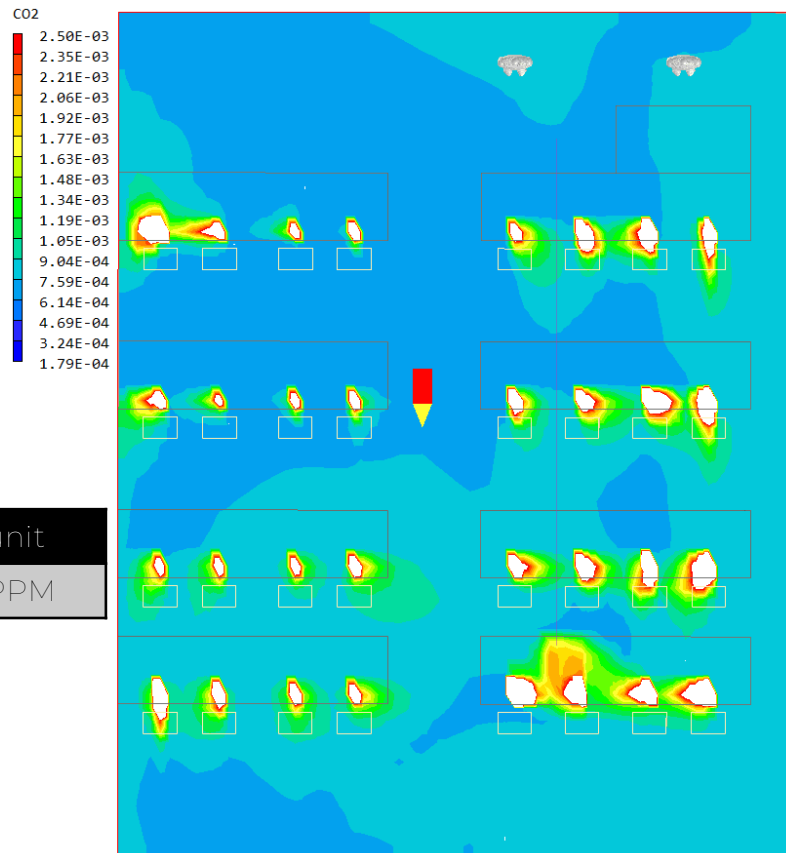
Ceiling 2,8m volume 224 m³



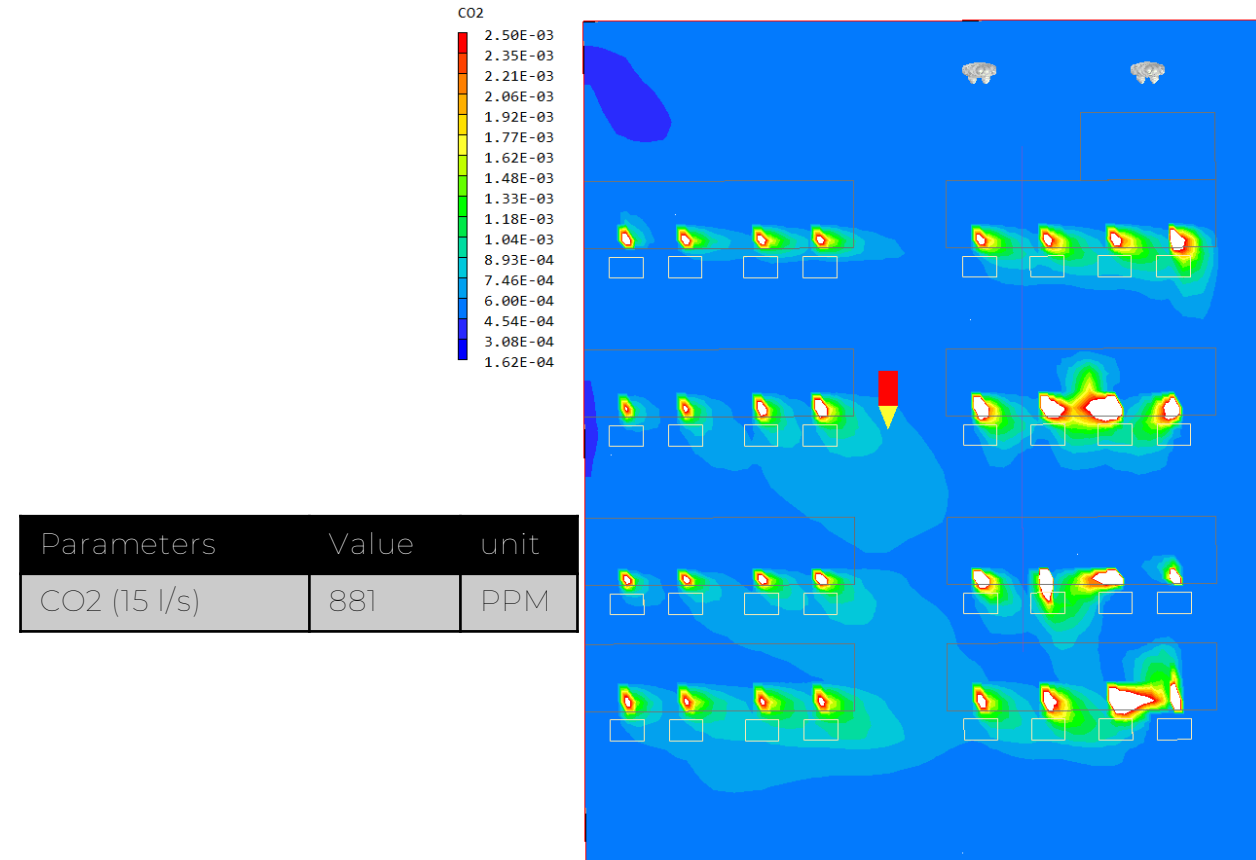
Ceiling 2,6m volume 206 m³



Parametric research - ventilation rate



Parameters	Value	unit
CO2 (10 l/s)	1057	PPM



Parameters	Value	unit
CO2 (15 l/s)	881	PPM

Infection risk

Rudnick en Milton - Infection risk - Baseline measurement			
	Sensor 4 (highest values at peak)	Sensor 8 (Lowest values at peak)	Average CO2 concentration
	883 PPM	765 PPM	813 PPM
	Quanta	Quanta range	
	Alfa	89 - 165	
	Delta	312 - 935	
	Omicron	725 - 2345	
	Fraction of inhaled breath	Fraction of inhaled breath	Fraction of inhaled breath
C	0,000883	0,000765	0,000813
CO	0,00046	0,00046	0,00046
Ca	0,05	0,05	0,05
f	0,0085	0,0061	0,0071
ALFA VARIANT			
	Sensor 4 (highest values at peak)	Sensor 8 (Lowest values at peak)	Average CO2 concentration
l	1	1	1
f	0,0085	0,0061	0,0071
q	89 and 165	89 and 165	89 and 165
t	4	4	4
n	18	18	18
P	15% 27%	11% 20%	13% 23%
DELTA VARIANT			
q	312 and 935	312 and 935	312 and 935
P	45% 83%	34% 72%	39% 77%
OMICRON VARIANT			
q	725 and 2345	725 and 2345	725 and 2345
P	75% 99%	63% 96%	68% 98%

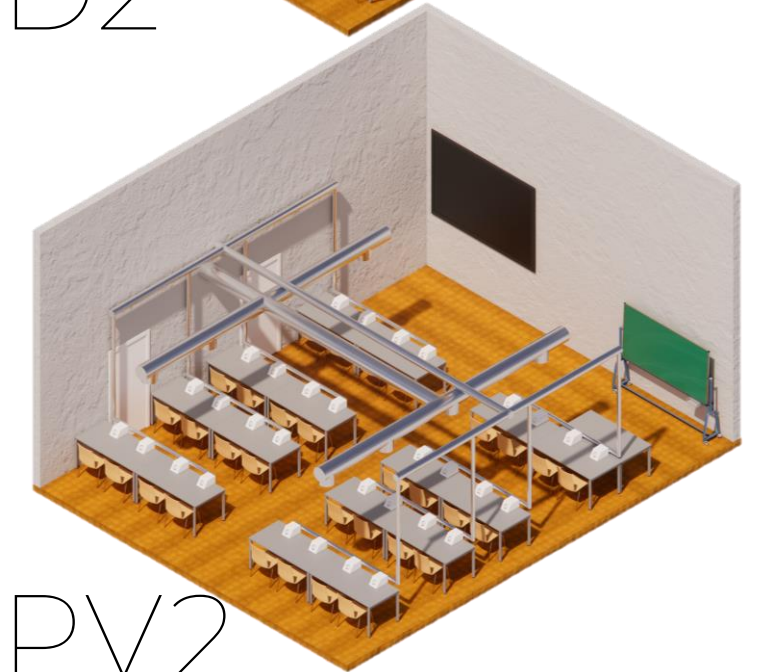
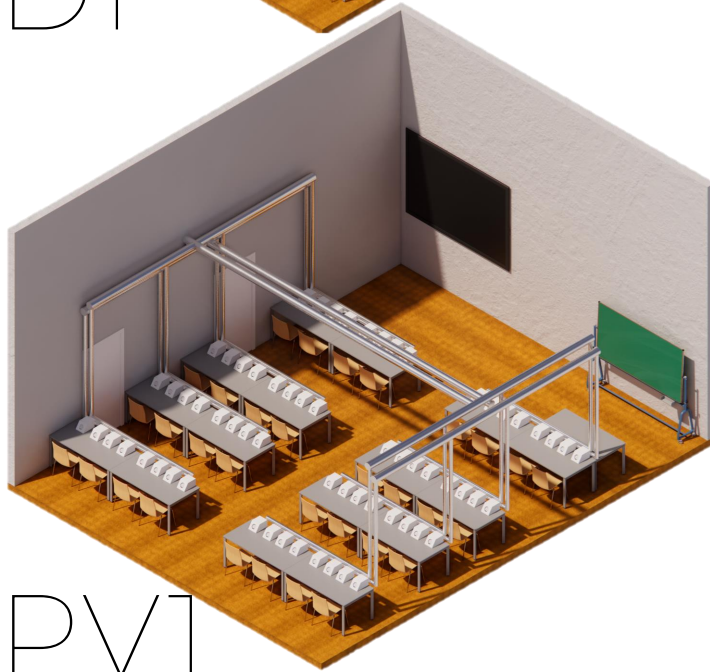
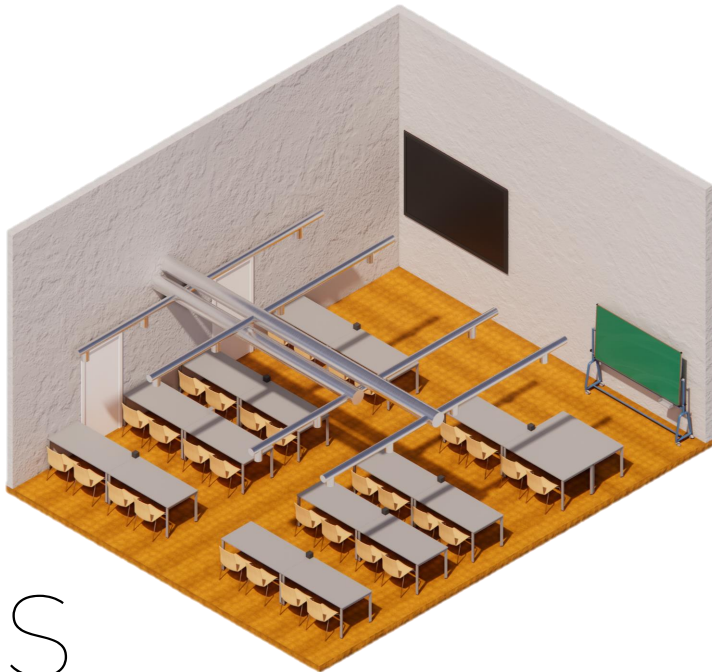
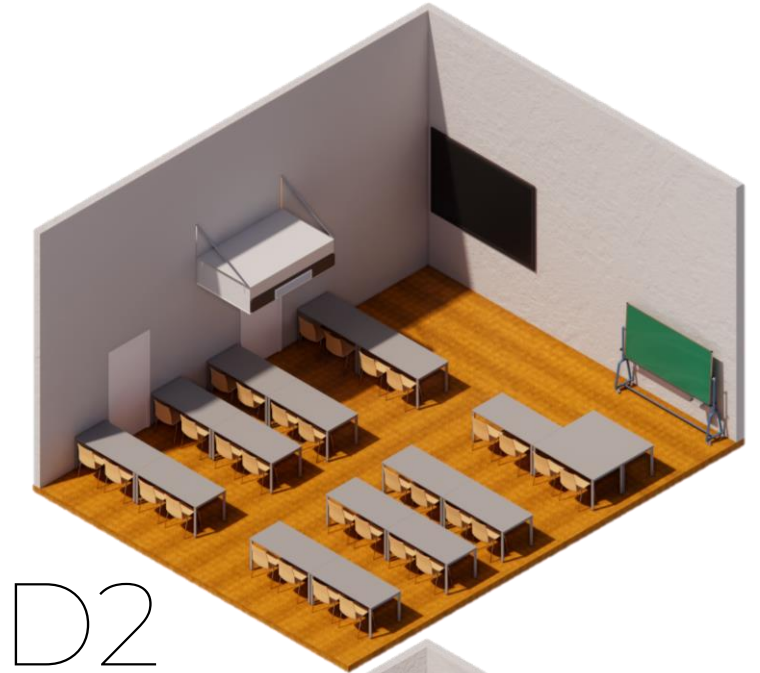
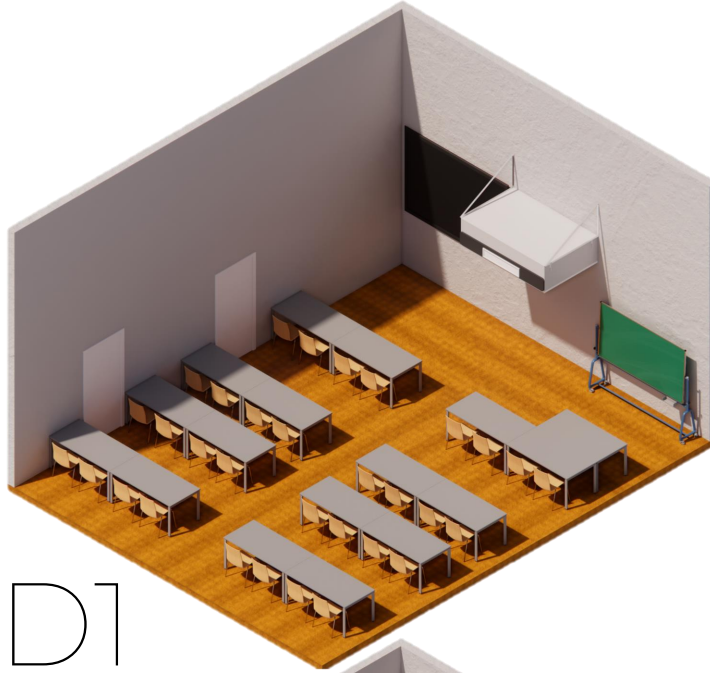
Rudnick en Milton - Infection risk - Simulation						
	Simulation 18 people - average	Simulation 18 people - peak	Simulation 32 people - average	Simulation 32 people - peak	10 l/s	15 l/s
	871 PPM	936 PPM	1156 PPM	1292 PPM	1057 PPM	881 PPM
	Quanta	Quanta range				
	Alfa	89 - 165				
	Delta	312 - 935				
	Omicron	725 - 2345				
	Fraction of inhaled breath	Fraction of inhaled breath	Fraction of inhaled breath	Fraction of inhaled breath	Fraction of inhaled breath	Fraction of inhaled breath
C	0,000871	0,000936	0,001156	0,001292	0,001057	0,000881
CO	0,00046	0,00046	0,00046	0,00046	0,00046	0,00046
Ca	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
f	0,0082	0,0095	0,0139	0,0166	0,0119	0,0084
ALFA VARIANT		ALFA VARIANT		ALFA VARIANT		
l	1	1	1	1	1	1
f	0,0082	0,0095	0,0139	0,0166	0,0119	0,0084
q	89 and 165	89 and 165	89 and 165	89 and 165	89 and 165	89 and 165
t	4	4	4	4	4	4
n	18	18	32	32	32	32
P	15% 26%	17% 29%	14% 25%	17% 29%	12% 22%	9% 16%
DELTA VARIANT		DELTA VARIANT		DELTA VARIANT		
q	312 and 935	312 and 935	312 and 935	312 and 935	312 and 935	312 and 935
P	43% 82%	48% 86%	42% 80%	48% 86%	37% 75%	28% 63%
OMICRON VARIANT		OMICRON VARIANT		OMICRON VARIANT		
q	725 and 2345	725 and 2345	725 and 2345	725 and 2345	725 and 2345	725 and 2345
P	73% 99%	78% 99%	72% 98%	78% 99%	66% 97%	53% 91%

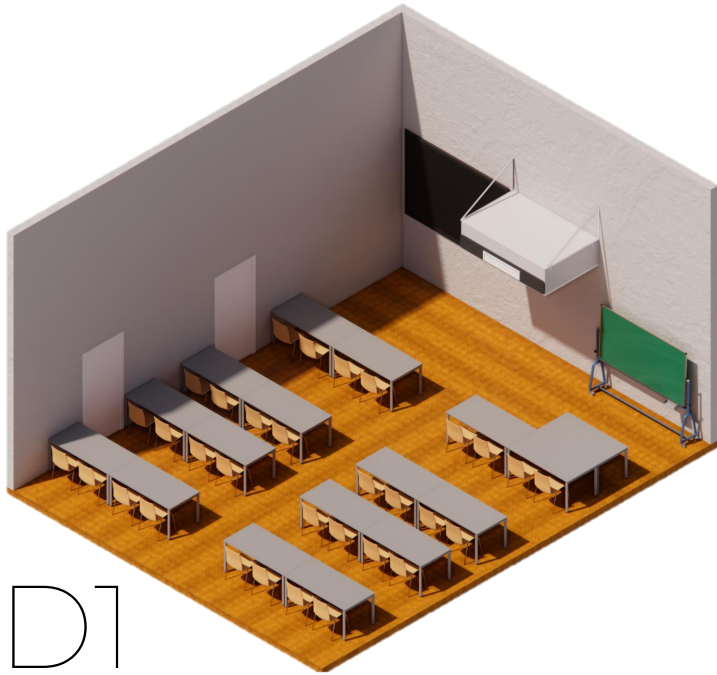
Results baseline

	Covid -19	Comfort	Costs
Baseline	14 – 25 %	PPD; 29,8% PMV; -1,07	No additional costs
Decentral			
SMART			
Personal ventilation			

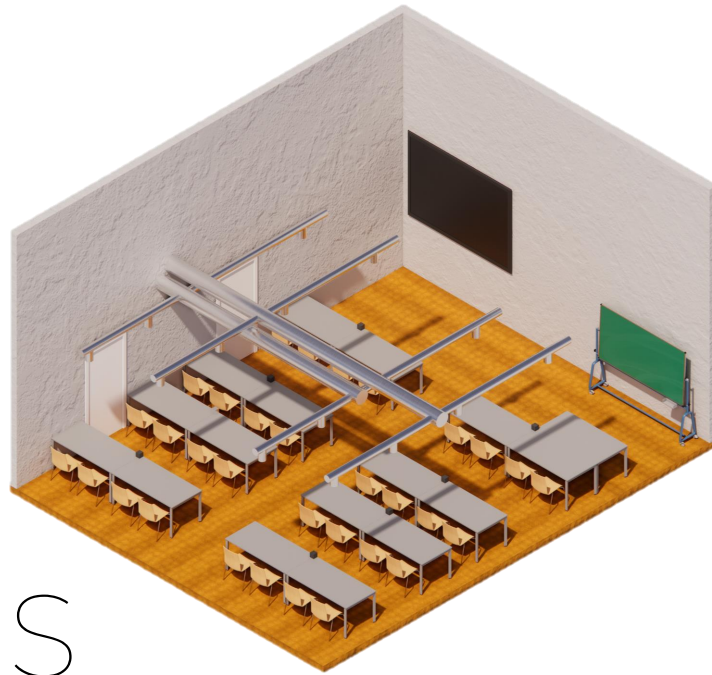
The designs

D = Decentralised
S = SMART
PV = Personalised

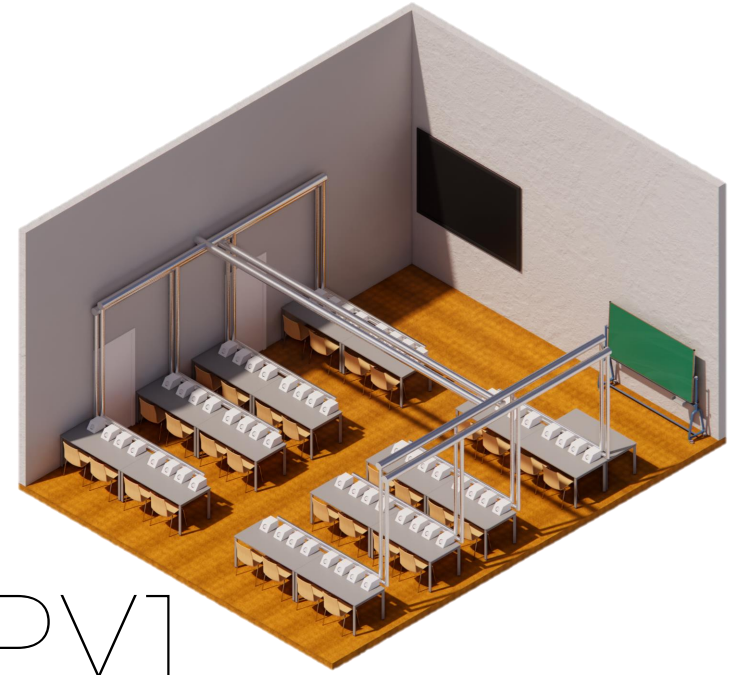




D1



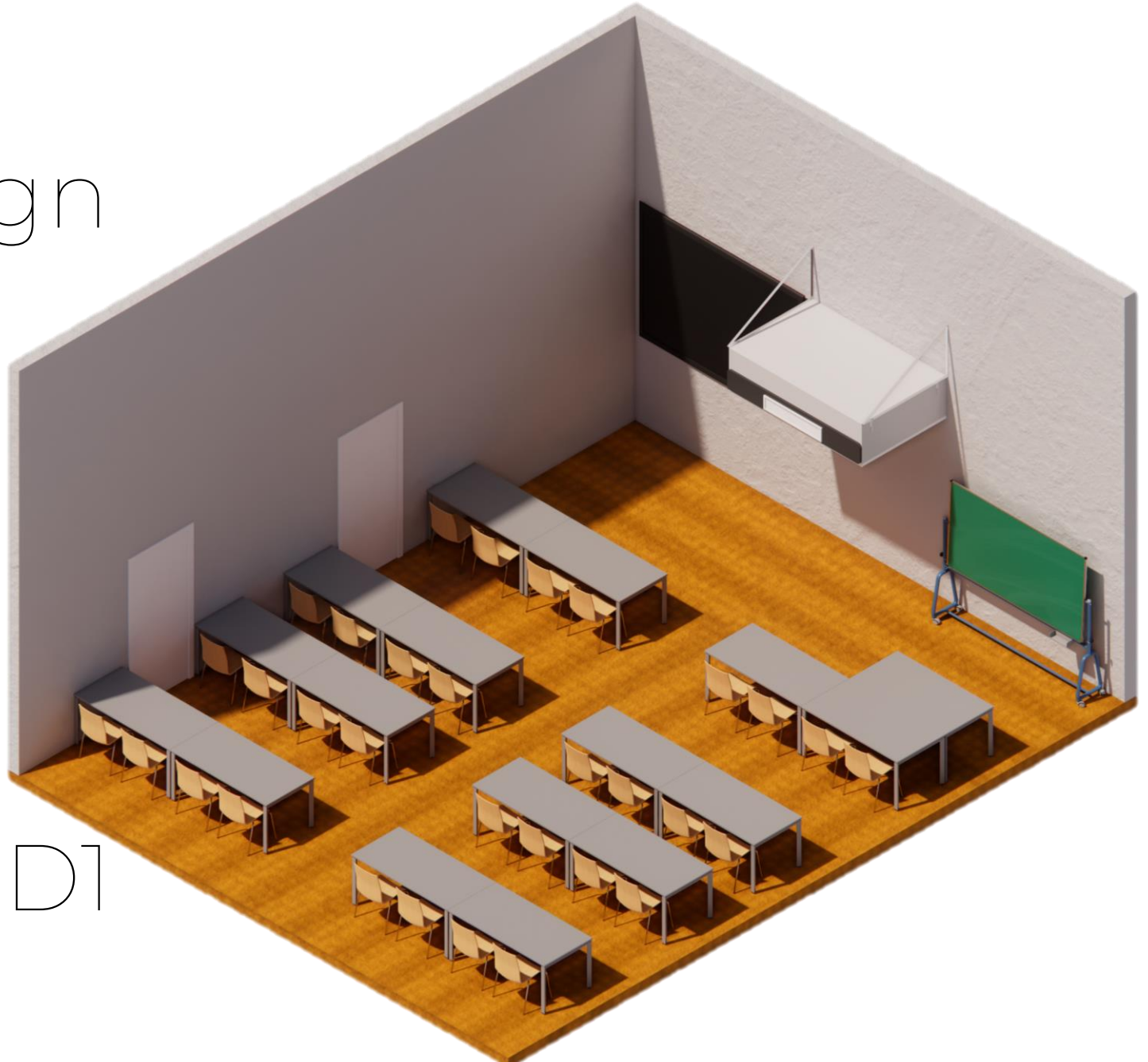
S



PVI

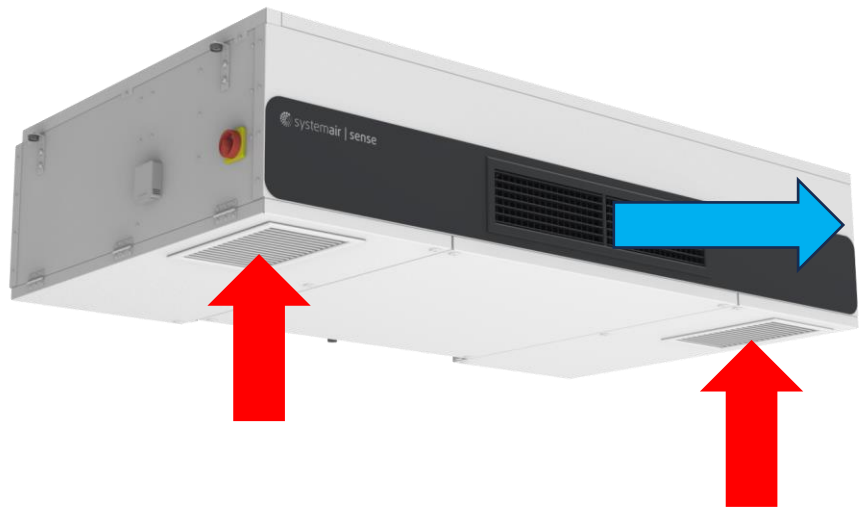
Decentralised ventilation design

- Unit in the front
- Both supply and exhaust located at the front of the room

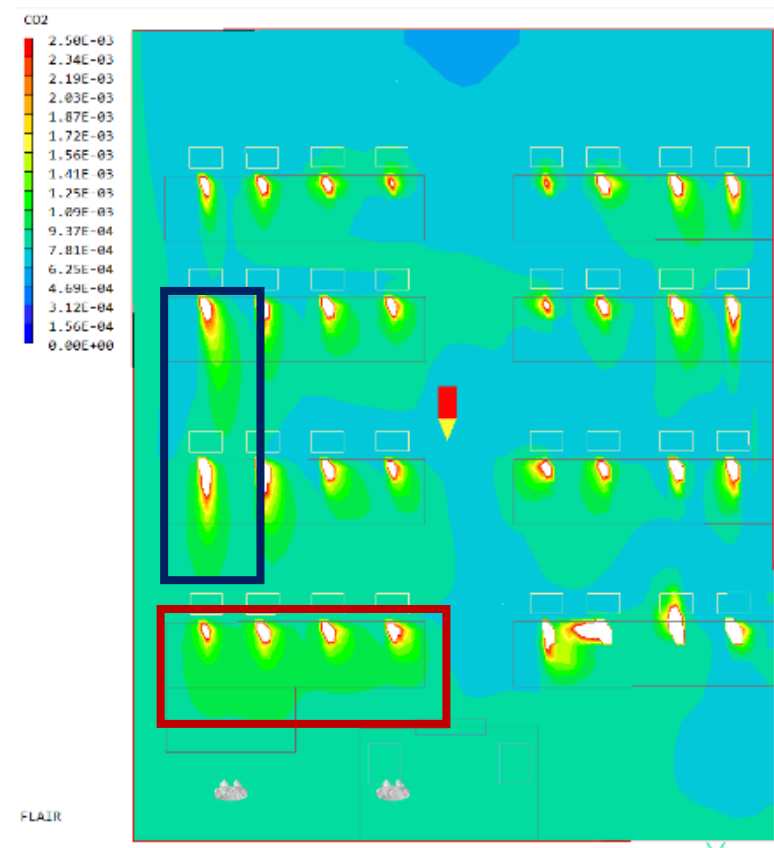
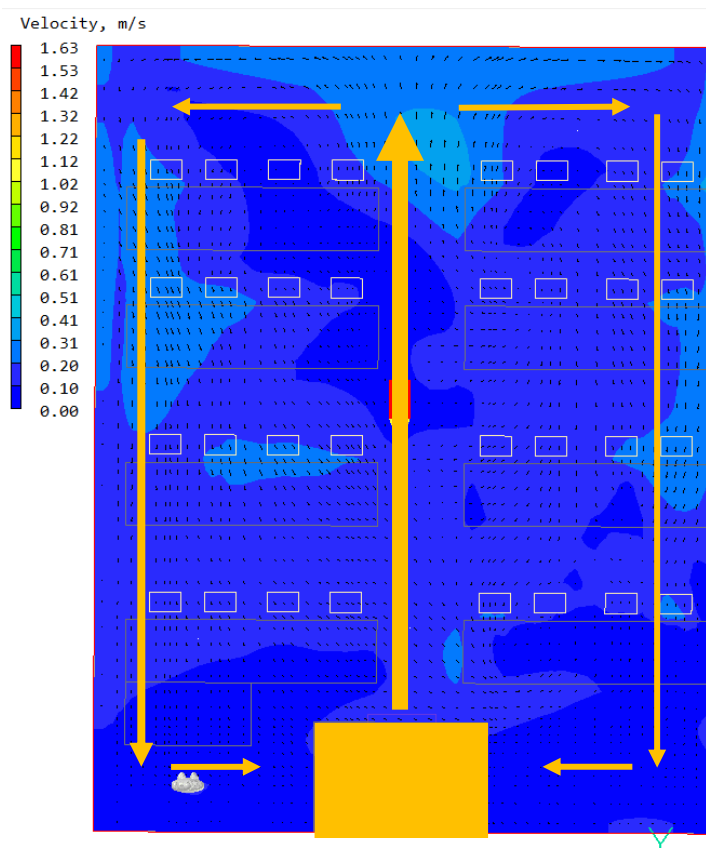
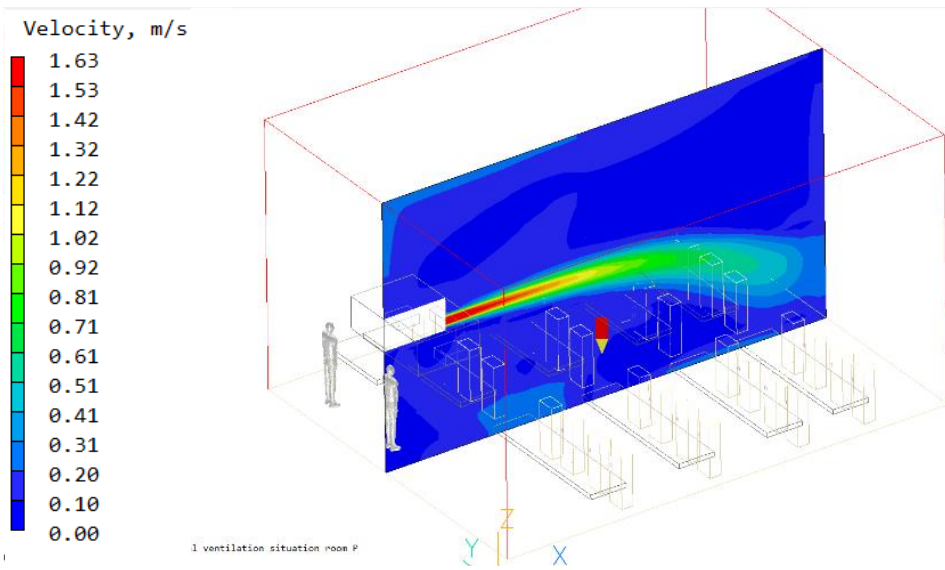


D1

The unit









Simulation results



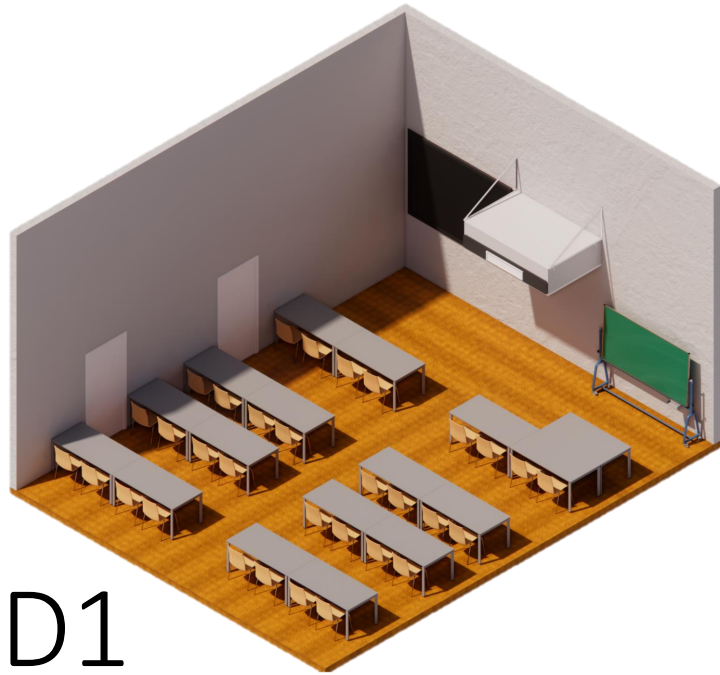
Parameters	Value	Unit
CO2 (32 p)	1033 / 1134 (peak)	PPM
Temperature	21,7	°C
PMV	-1,13	-
PPD	32	%

Risk of infection

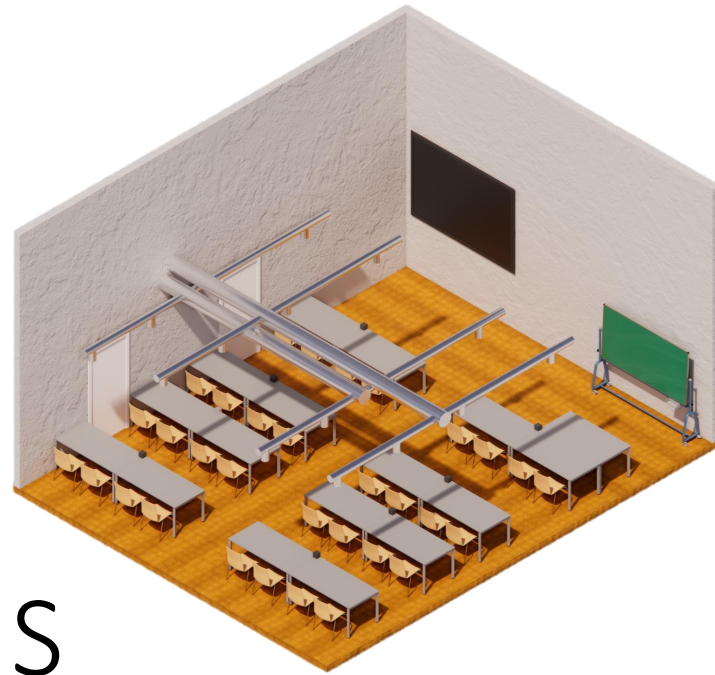
Rudnick en Milton - Infection risk - Decentral simulation		
	Front - Average	Front - Peak
	1033 PPM	1134 PPM
	Quanta	Quanta range
	Alfa	89 - 165
	Delta	312 - 935
	Omicron	725 - 2345
	Fraction of inhaled breath	Fraction of inhaled breath
C	0,001033	0,001134
CO	0,00046	0,00046
Ca	0,05	0,05
f	0,0115	0,0135
	ALFA VARIANT	
l	1	1
f	0,0115	0,0135
q	89 and 165	89 and 165
t	4	4
n	32	32
P	12%  21%	14%  24%
	DELTA VARIANT	
q	312 and 935	312 and 935
P	36%  74%	41%  79%
	OMICRON VARIANT	
q	725 and 2345	725 and 2345
P	65%  97%	71%  98%

Progression of results

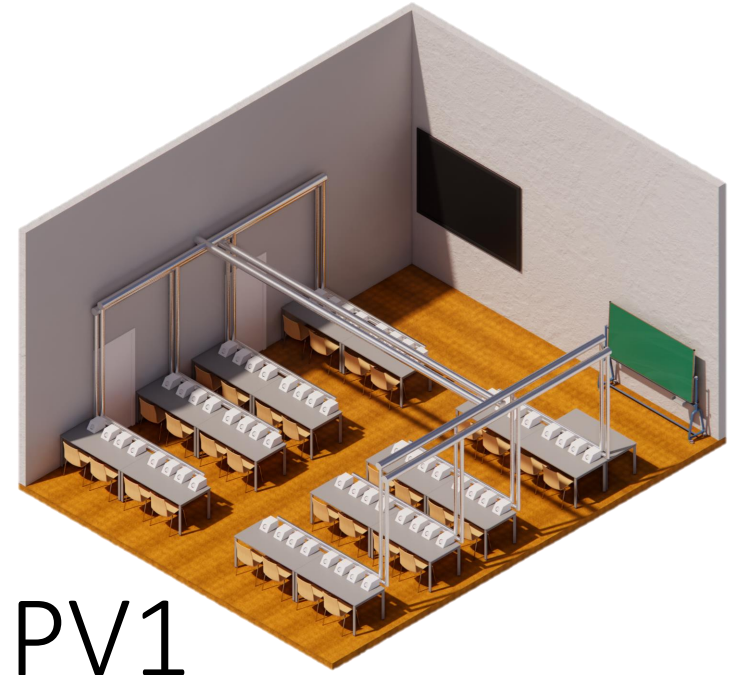
	Covid -19	Comfort	Costs
Baseline	14 – 25 %	PPD; 29,8% PMV; -1,07	No additional costs
Decentral	12 – 21 %	PPD; 32% PMV; -1,13	€13000
SMART			
Personal ventilation			



D1



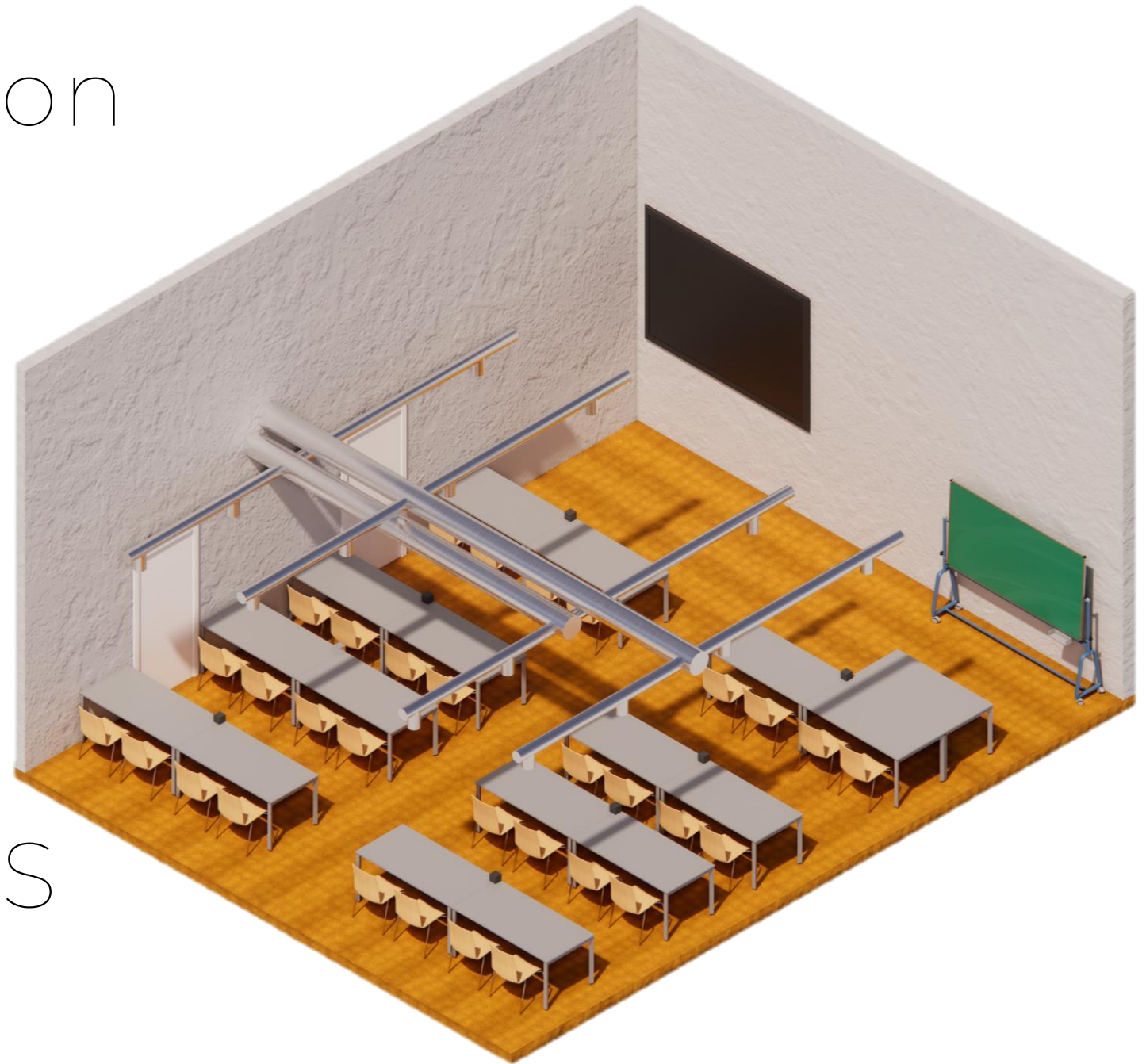
S



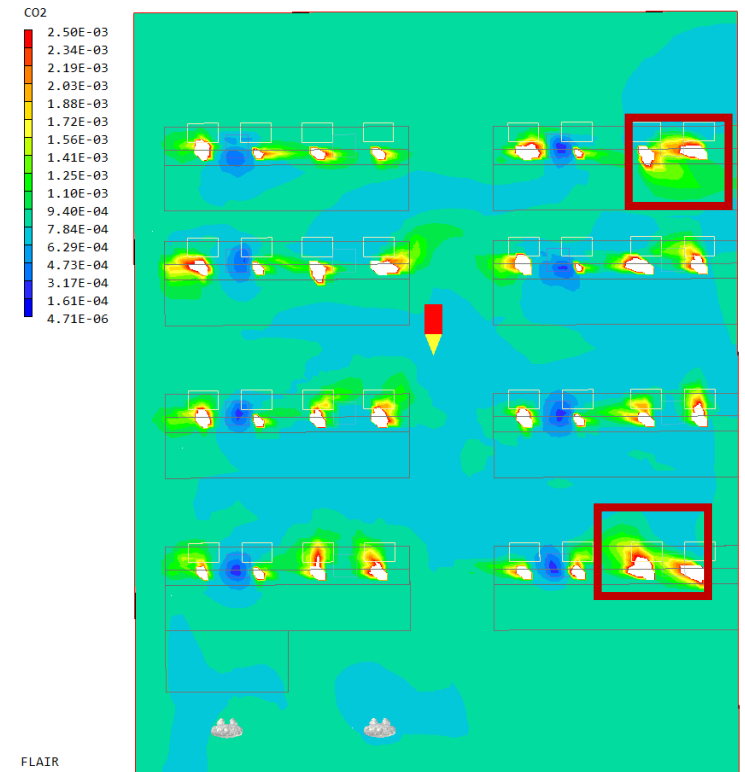
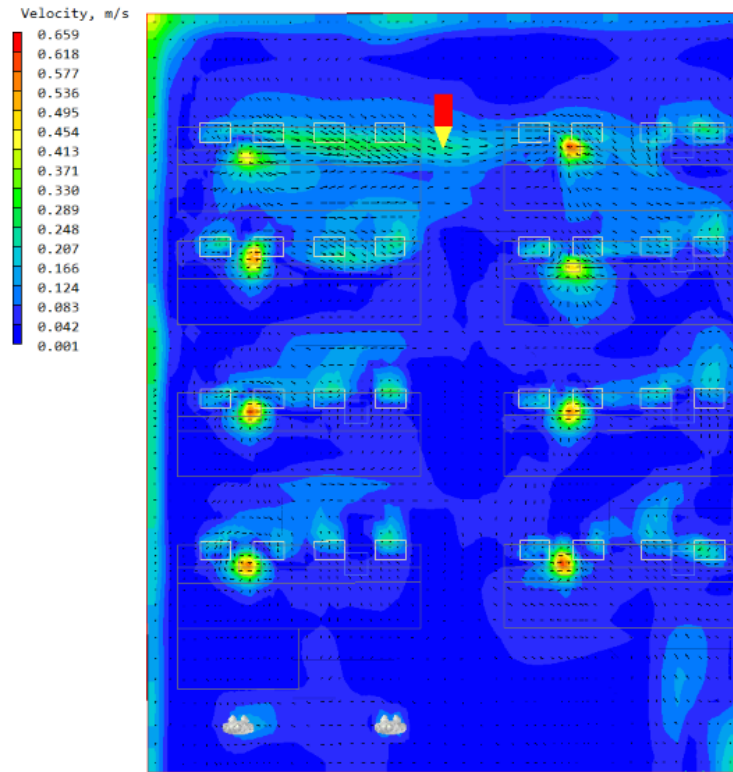
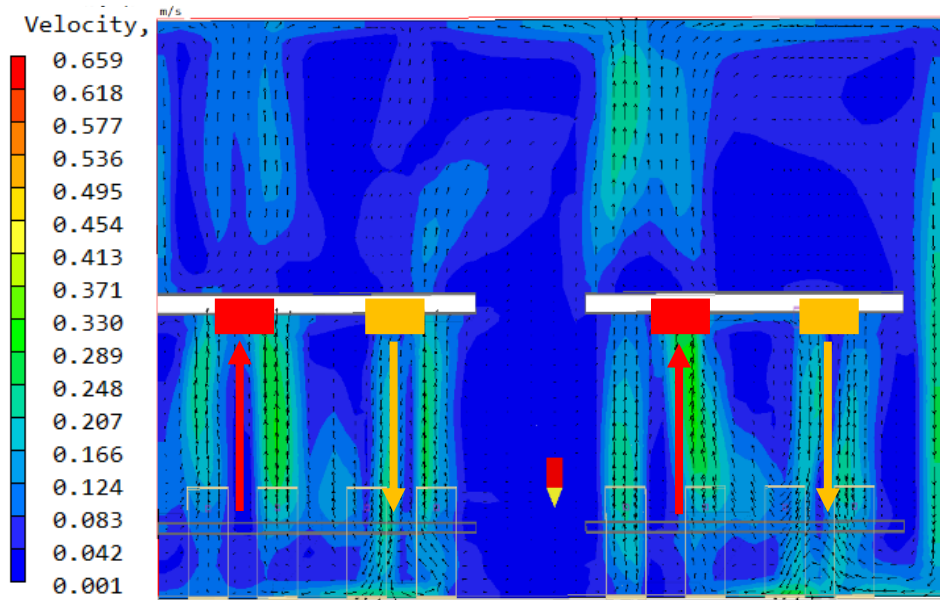
PV1

SMART ventilation design

- Sensors for each table
- Supply and exhaust directly above the source of contaminants

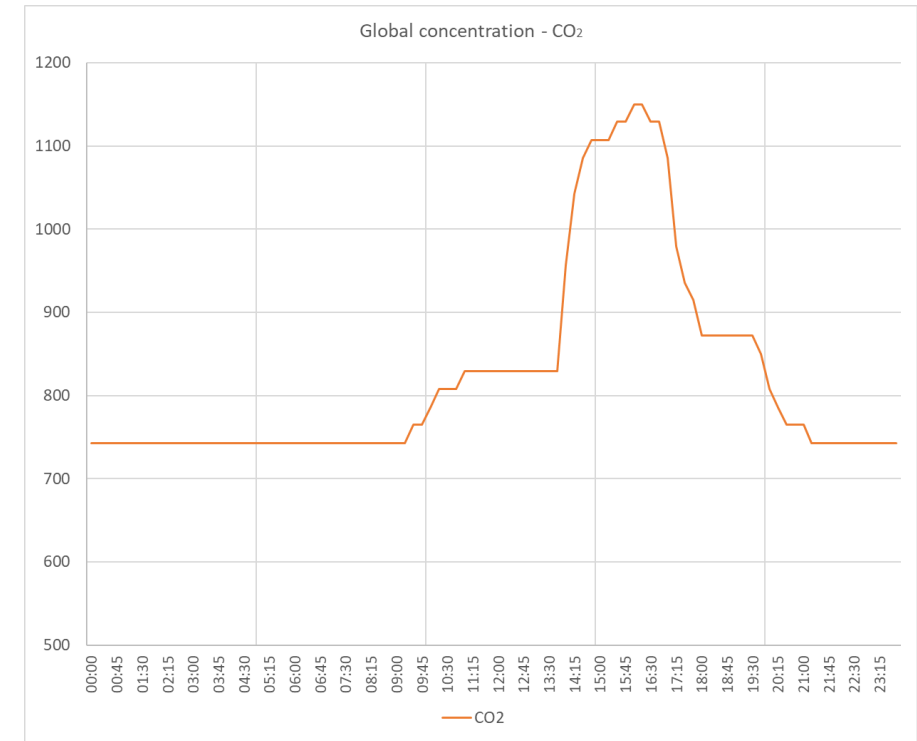
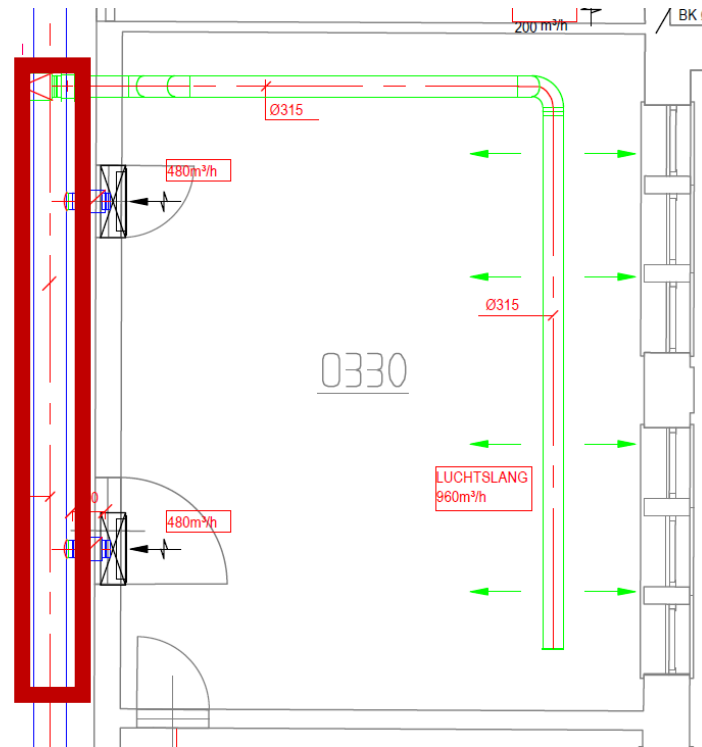
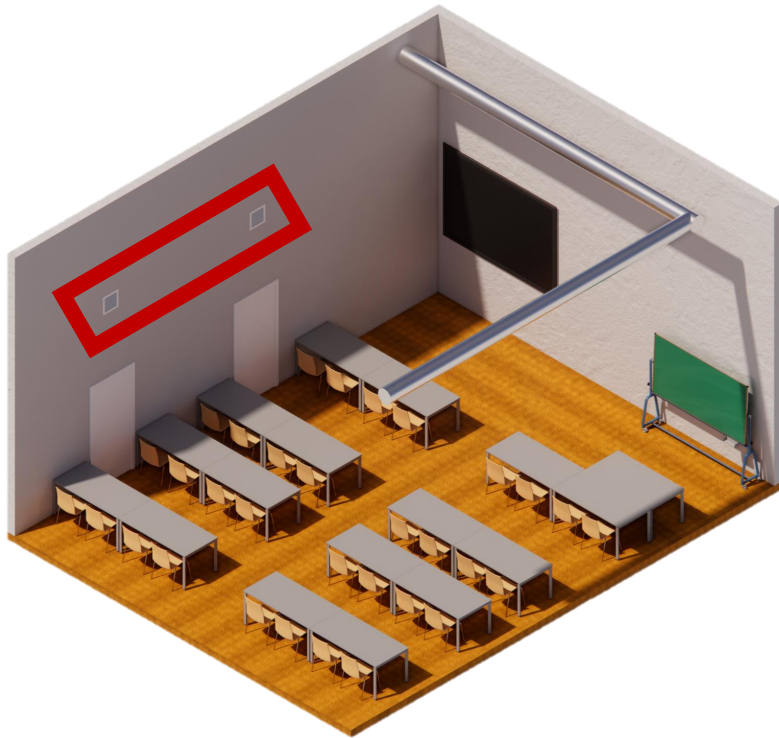


Simulation results



Parameters	Value	unit
CO2 (32 p)	1058 (1121)	PPM
Temperature	21,8	°C
PMV	-1,00	-
PPD	25	%

The current SMART system

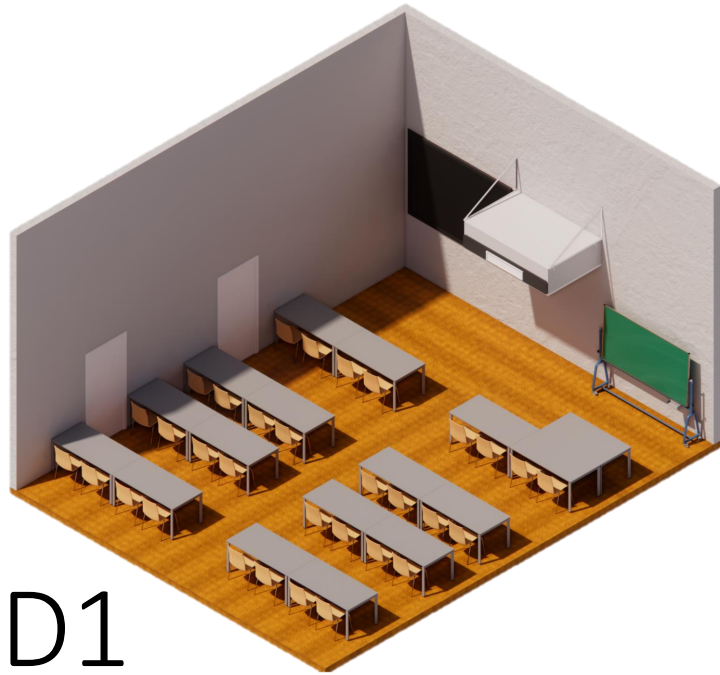


Risk of infection

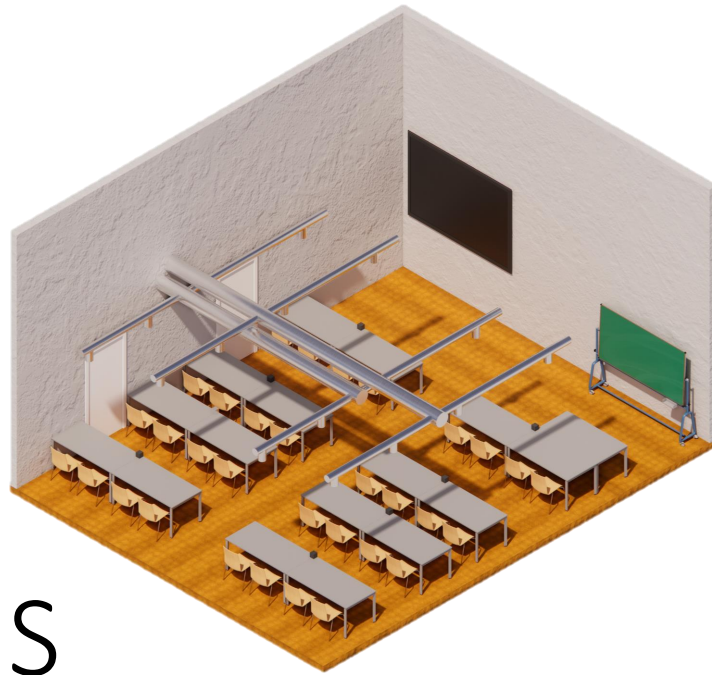
Rudnick en Milton - Infection risk - SMART simulation		
	Average	Peak
	1058 PPM	1121 PPM
	Quanta	Quanta range
	Alfa	89 - 165
	Delta	312 - 935
	Omicron	725 - 2345
	Fraction of inhaled breath	Fraction of inhaled breath
C	0,001058	0,001121
CO	0,00046	0,00046
Ca	0,05	0,05
f	0,012	0,0132
ALFA VARIANT		
l	1	1
f	0,012	0,0132
q	89 and 165	89 and 165
t	4	4
n	32	32
P	12% 22%	14% 24%
DELTA VARIANT		
q	312 and 935	312 and 935
P	37% 75%	40% 79%
OMICRON VARIANT		
q	725 and 2345	725 and 2345
P	66% 97%	70% 98%

Progression of results

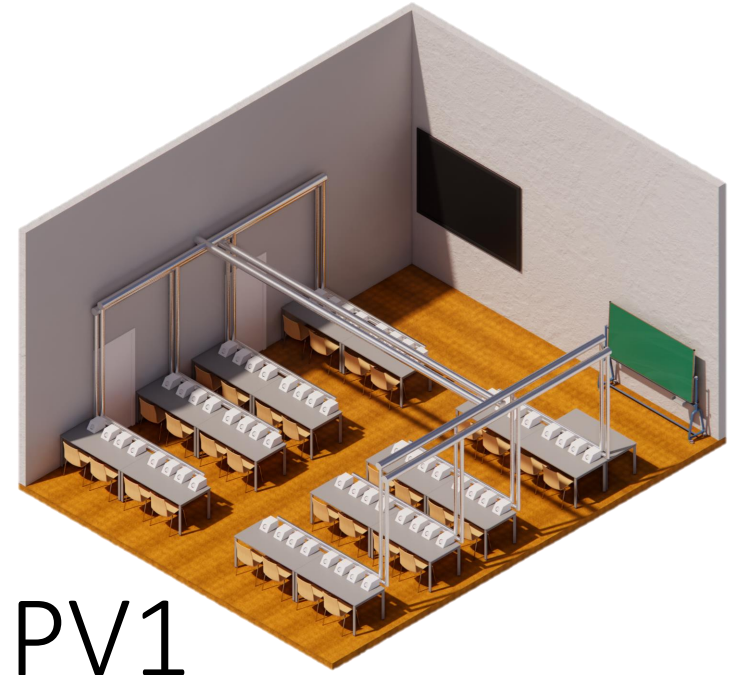
	Covid -19	Comfort	Costs
Baseline	14 – 25 %	PPD; 29,8% PMV; -1,07	No additional costs
Decentral	12 – 21 %	PPD; 32% PMV; -1,13	€13000
SMART	12 – 22 %	PPD; 25% PMV; -1,00	€4380 - 7740
Personal ventilation			



D1



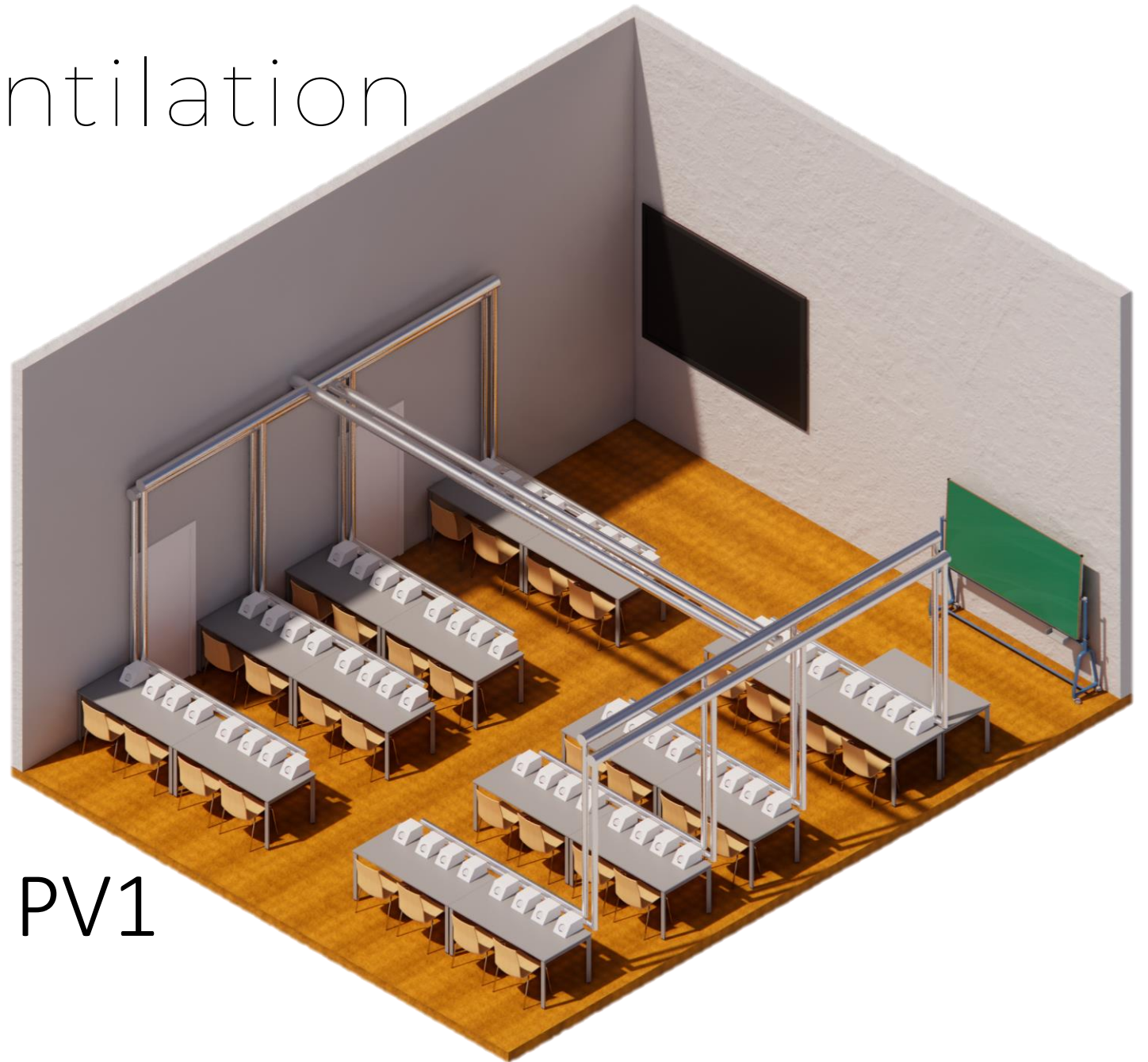
S



PV1

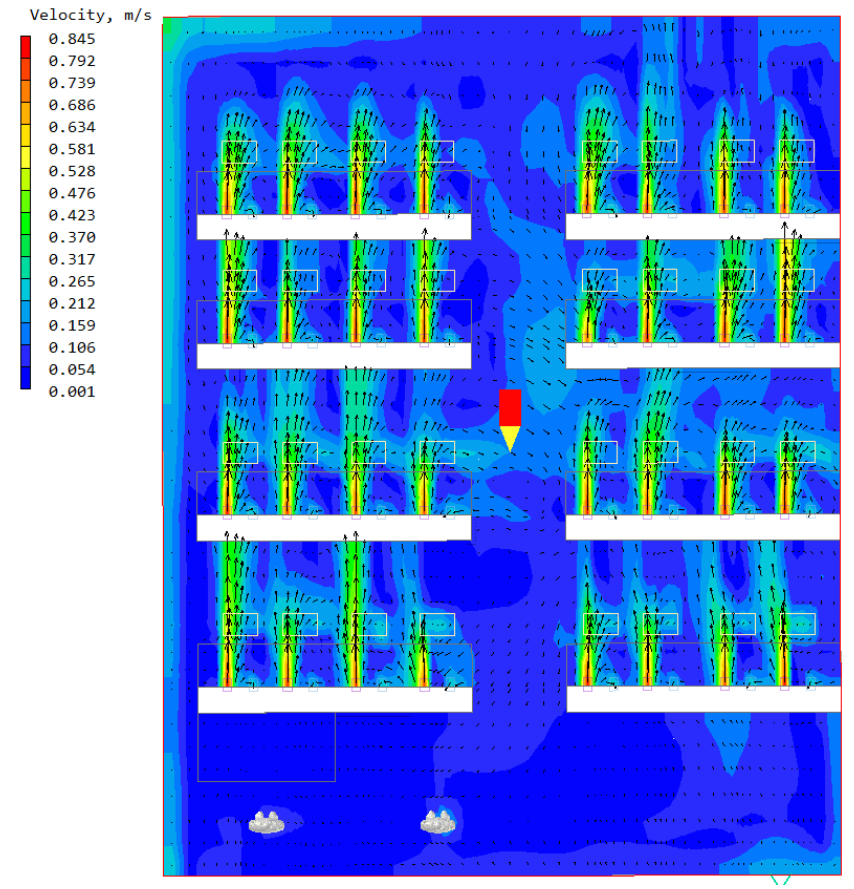
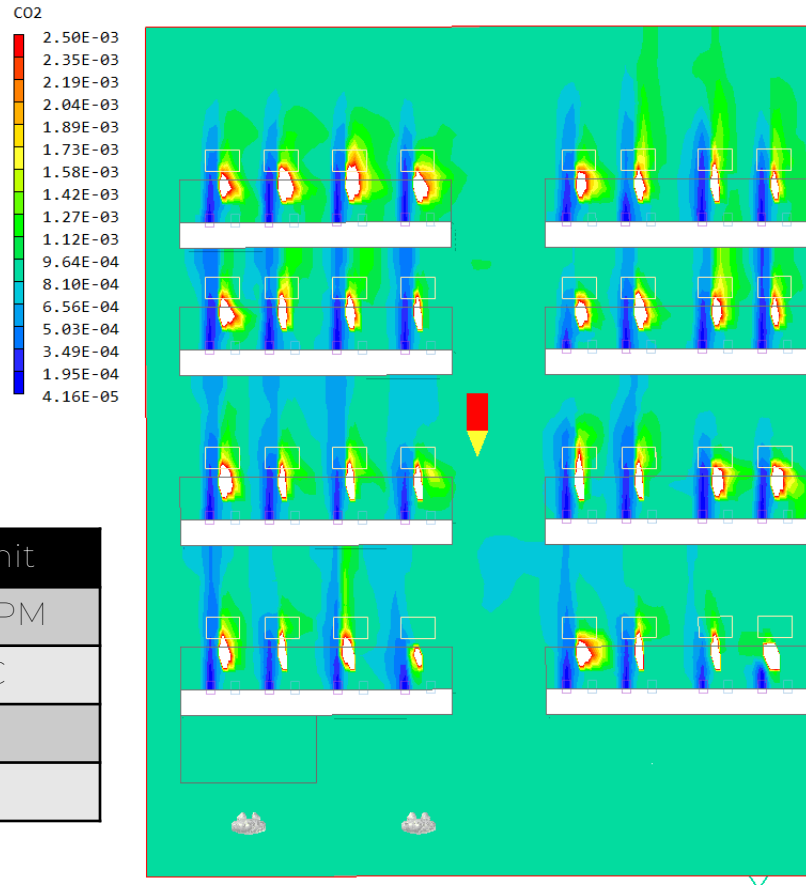
Personalised ventilation design

- Supply and exhaust close to the source of contaminants
- Large amount of ductwork is needed



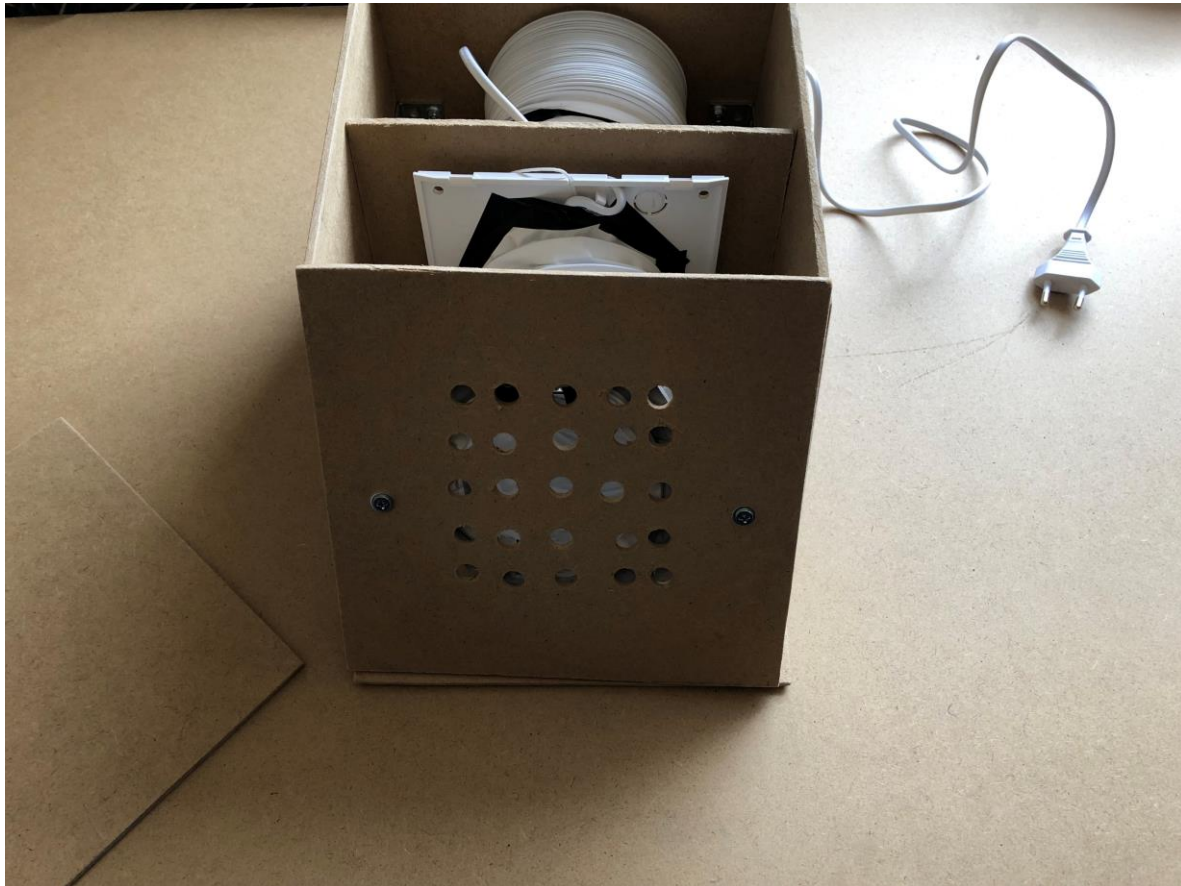
PV1

Simulation results

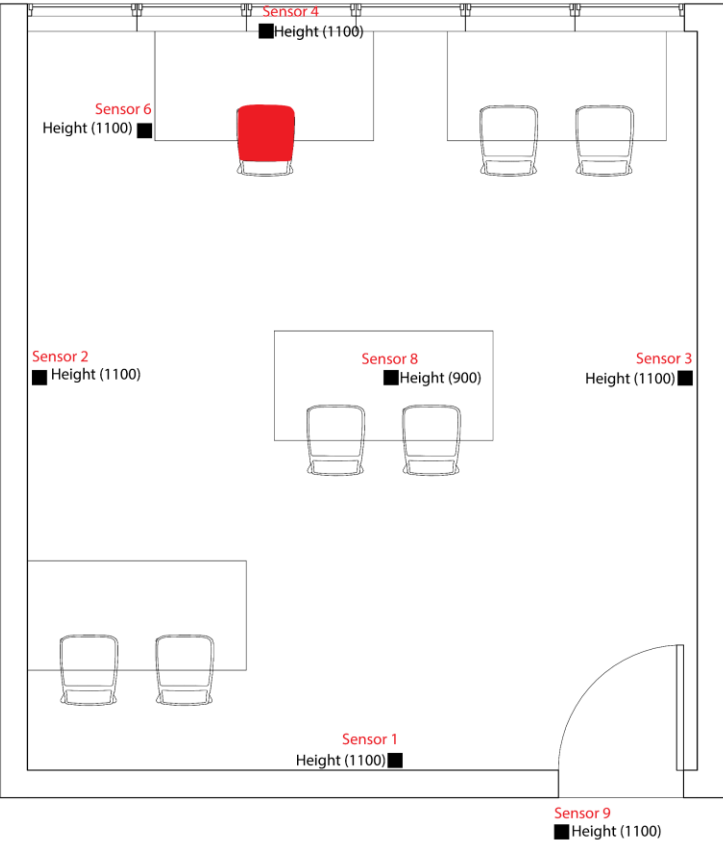


Parameters	Value	unit
CO2 (32p)	1032 (715)	PPM
Temperature	22,0	°C
PMV	-2,29	-
PPD	80	%

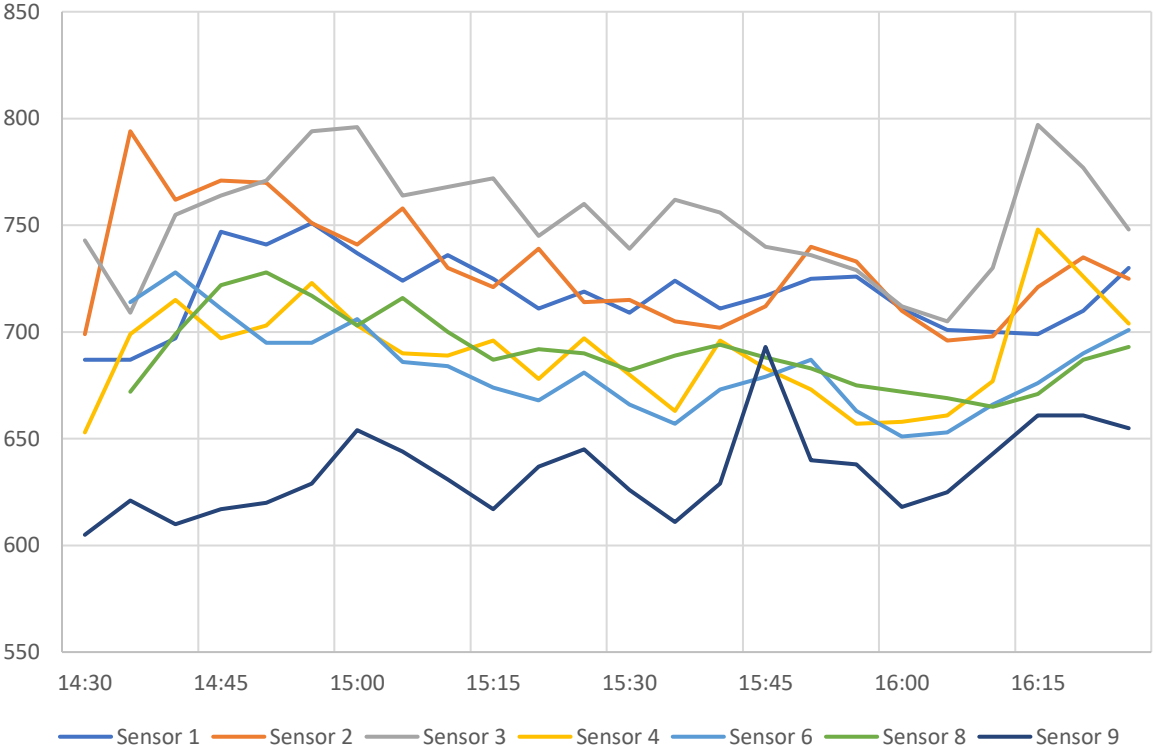
Individual unit



Individual unit – measurement



Combined graph - CO₂



Comfort

Thermal sensation:

- *Cooling effect*
- *Uncomfortable due to airflow*

Indoor air quality:

- *Compared to the room, air quality was noticeable better in close proximity*



Risk of infection

Rudnick en Milton - Infection risk - PV simulation				
	Design 1 - Average		Design 1 - Close range	
	1032 PPM		715 PPM	
	Quanta		Quanta range	
	Alfa		89 - 165	
	Delta		312 - 935	
	Omicron		725 - 2345	
	Fraction of inhaled breath		Fraction of inhaled breath	
C	0,001032		0,000715	
CO	0,00046		0,00046	
Ca	0,05		0,05	
f	0,0114		0,0051	
	ALFA VARIANT			
l	1		1	
f	0,0114		0,0051	
q	89	and	165	89 and 165
t	4		4	
n	32		32	
P	12%		21%	6% 10%
	DELTA VARIANT			
q	312	and	935	312 and 935
P	36%		74%	18% 45%
	OMICRON VARIANT			
q	725	and	2345	725 and 2345
P	64%		96%	37% 78%

The conclusion

The advice:

- Each design shows potential
- A more human centric design approach
- Higher ventilation rate in combination with the designs

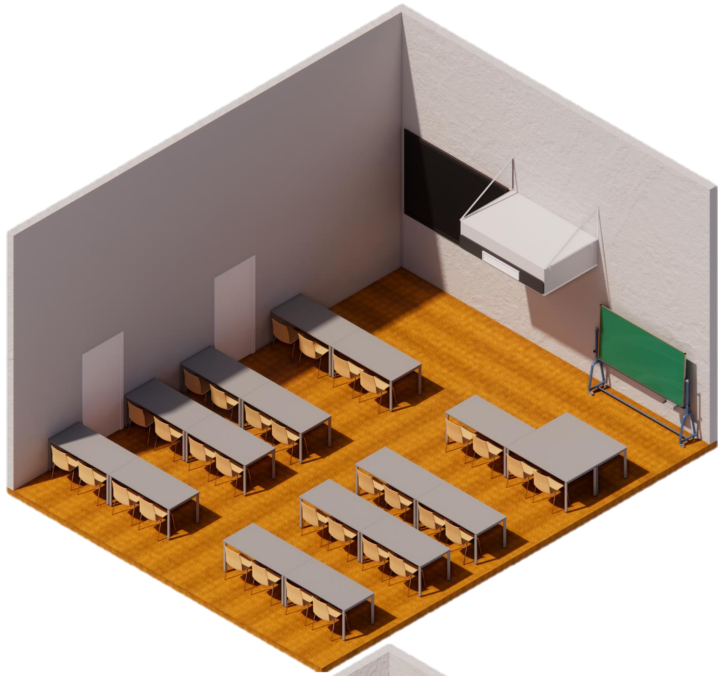
		Covid -19	Comfort	Costs
Baseline	14 – 25 %	PPD; 29,8% PMV; -1,07	No additional costs	
Decentral	14 – 24 %	PPD; 32% PMV; -1,13	~ €13000	
SMART	12 – 22 %	PPD; 25% PMV; -1,00	~ €4380 - 7740	
Personal ventilation	6 – 10 %	PPD; 80% PMV; -2,29	~ €6000	

Limitations

- Depends on the context; what, where and how
- Accuracy of the models is still an issue
- Costs; marginal improvements for large costs
- Practicality; impact on the room

Future research

- Integrating with the other measures
- The exact values recommended for ventilation rates
- Cost reduction research
- Better integrated design choices



Thank you

