

liantis

CO₂ als indicator voor ventilatie



Lucie Huyghebaert

Teamleader arbeidshygiene



0472 22 12 43



Lucie.huyghebaert@liantis.be

liantis

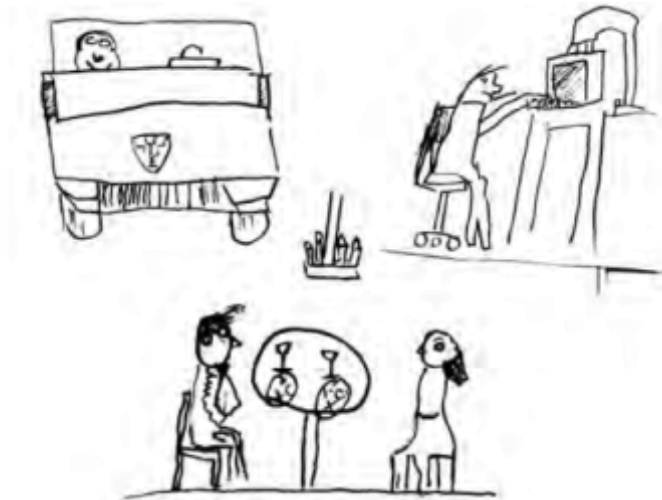
Inhoudstabel

- 1. Binnenmilieu en luchtkwaliteit**
- 2. Meettoestellen en types metingen**
- 3. Rekenmodellen**

Binnenmilieu en luchtkwaliteit

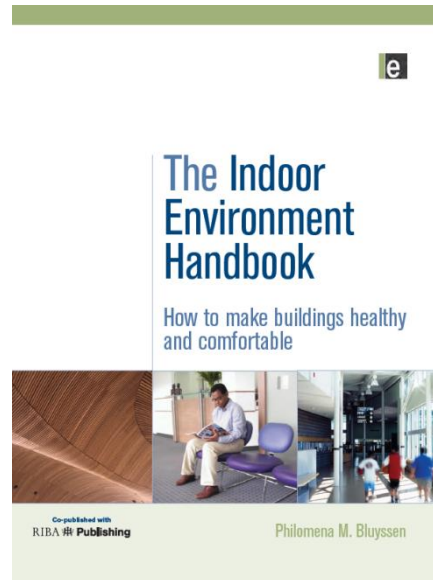
De mens in het binnenmilieu

- de mens staat centraal ... en klaagt indien nodig
- Europeanen spenderen 80-90% van hun tijd in binnenomgevingen (huis, school, werk, transport,...)



Source: drawings by eight-year-old Anthony Meertins

Figure 1.1 *The human being in an indoor environment*



samen werkt.

http://europa.eu/rapid/press-release_IP-03-1278_en.htm
Bron: The Indoor Environment Handbook (isbn 978-1-84407-787-8)

liantis

Stof / deeltjes, vezels

Emissie (printers, meubilair,
verf, tapijt)

Uitgeademde virussen en
bacteriën

Geur, VOC

Schimmelvorming / slecht
onderhouden planten

Indoor air quality

liantis

Hoe binnenluchtkwaliteit beïnvloeden?

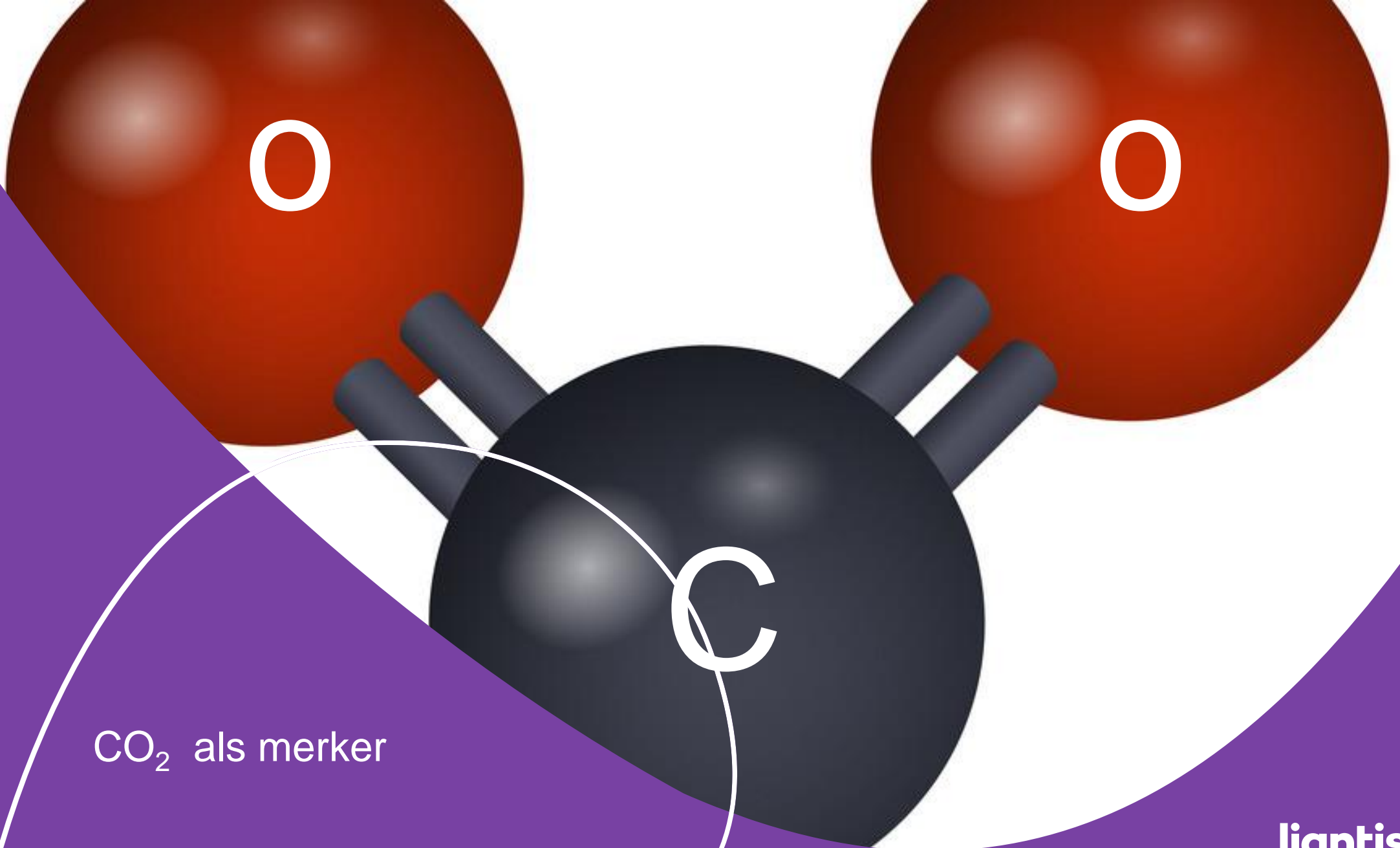
- bronemissies uitschakelen: elimineren
- collectieve bescherming: ventileren
- (passende werkprocessen, maatregelen, uitrusting,...)
- (individuele bescherming)

Bronaanpak: elimineren

- keuze bouw/afwerking/inrichting...
- allergenen via planten, bloemen, tapijten, dieren...
- schimmel en bacteriegroei tgv vochtplekken, slecht onderhouden HVAC systemen,...

Collectieve aanpak: ventileren

- CO₂, zweet, geuren van de mensen,... afvoeren en verse lucht toevoeren
- actief via HVAC en/of
- passief via
 - roosters (inefficiënt zonder extractie), (draai)ki(e)pramen (efficiënter zonder extractie) (beheersbaar, bewust, **continu: ventilatie**)
 - kieren en spleten (onbeheersbaar, onbewust, **continu: in- en exfiltratie**)
 - open ramen en deuren bij ontoereikende ventilatie (beheersbaar, bewust, **discontinu: spuien of luchten**)



CO₂ als merker

CO₂ concentratie als tracer

Menselijke verontreiniging (bio-effluenten)

Mensen zijn een sterke bron van binnenluchtverontreiniging:

- Ze ademen lucht **in** van grofweg 400 ppm CO₂
- Ze ademen lucht **uit** van grofweg 40.000 ppm CO₂

Gassen	Concentratie in lucht voor inademen (%)	Concentratie in lucht bij uitademen (%)
O ₂	20,94	17,04
CO ₂	0,04	3,94
N ₂	78,09	78,09
edelgassen	0,93	0,93

Mens als bron van luchtvervuiling; CO₂ als tracer

randvoorwaarden:

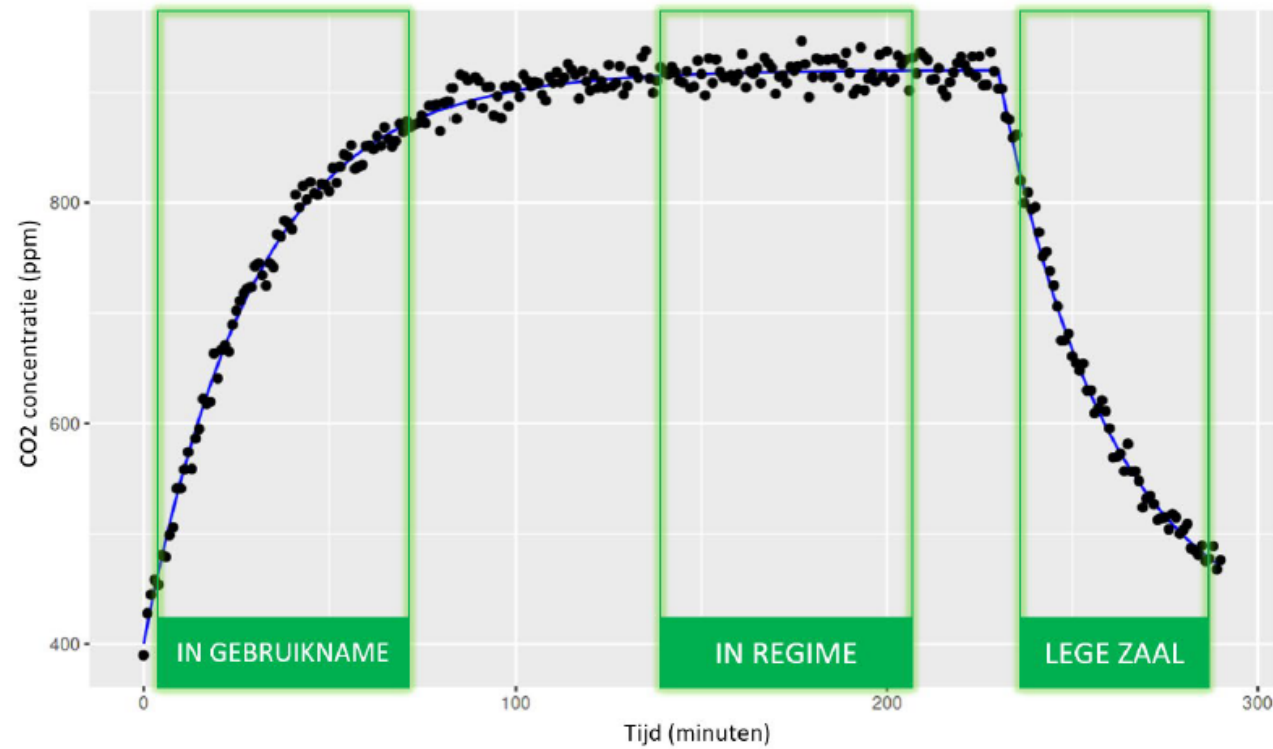
- **Aanwezigheid van mensen**
- **Geen verstorende bronnen van CO₂**
- Verbranding
- procestechnische toevoeging (vb dranken)
- verdoving

=> Ventilatieniveau ~ CO₂ concentratie

samen werkt.



CO₂ verloop (bij ongewijzigd ventilatiepatroon)



Afb. 4: evolutie van de CO₂-concentratie van een lokaal met wisselende bezetting

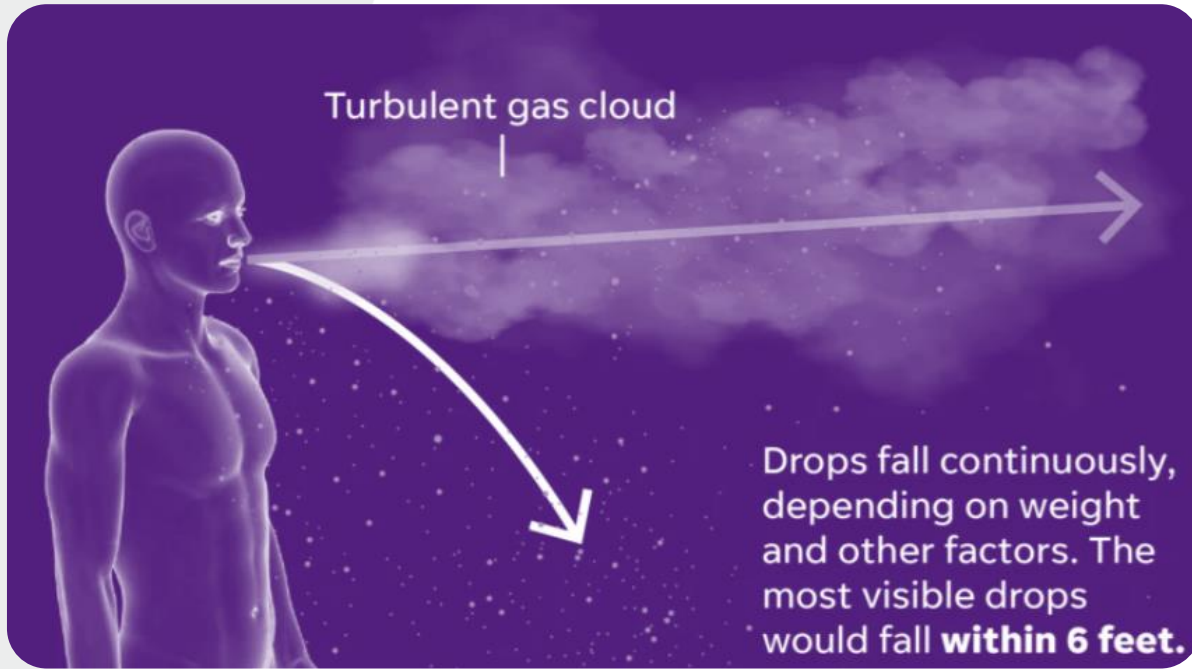
samen werkt.

Bron : Aanbevelingen voor de praktische implementatie en bewaking van ventilatie en binnenluchtkwaliteit in het kader van COVID-19 – versie 2.0 – 12/07/2021

Nog nooit zo weinig mensen met griep door coronamaatregelen, ook amper kinderen met RSV in het ziekenhuis

Het aantal mensen met griep is nog nooit zo laag geweest in ons land. Dat blijkt uit de rapporten van Sciensano, dat de griepcijfers bijhoudt. Normaal gezien zitten we elk jaar rond begin februari op de piek van een griepepidemie. Maar door de coronamaatregelen is dat dit jaar dus niet het geval. Er zijn ook opvallend minder besmettingen met andere virussen die luchtweginfecties veroorzaken, zoals RSV, dat gevaarlijk kan zijn voor jonge kinderen.

Elk jaar worden gemiddeld zo'n half miljoen mensen getroffen door het griepvirus, met een piek rond deze tijd van het jaar. Maar deze winter zijn er amper gevallen, zegt epidemioloog Nathalie Bossuyt van Sciensano.



Aerosolen kunnen lang in de lucht blijven,
→ zelfs na vertrek zieke persoon



Vermijden dat lucht (te vaak) opnieuw ingeademd wordt.



Beste oplossing = ventileren

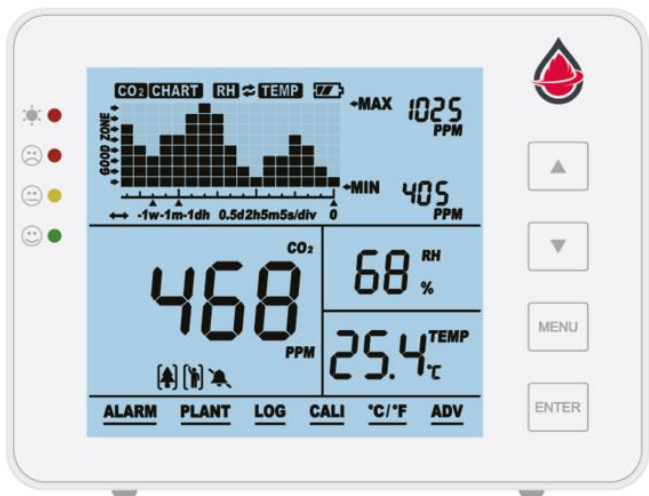
CO₂ geeft aan hoeveel keer lucht al eerder ingeademd is.

Overwegende dat via het meten van de luchtkwaliteit en de maximale CO₂-concentratie die niet mag worden overschreden, kan worden vastgesteld of het nodig is om een ruimte natuurlijk of mechanisch te ventileren;

Tevens overwegende dat het ventilatiedebiet en de noodzaak aan verse lucht varieert in functie van de luchtkwaliteit die kan worden gemeten met een CO₂-meter;

Meettoestellen en types metingen

meettoestellen



02
02-DL



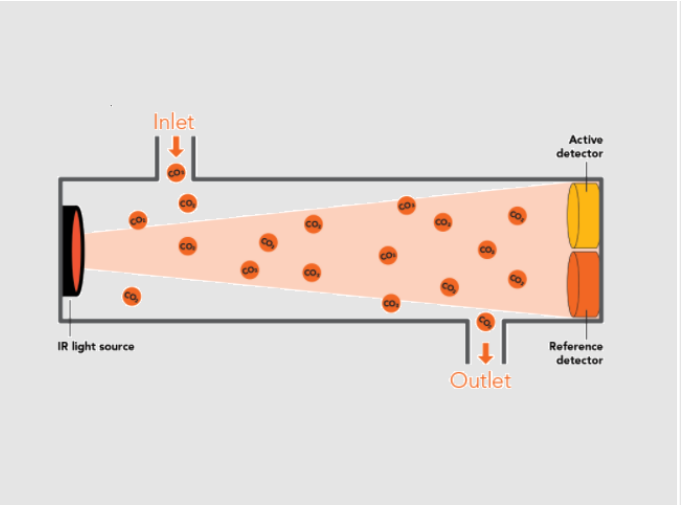

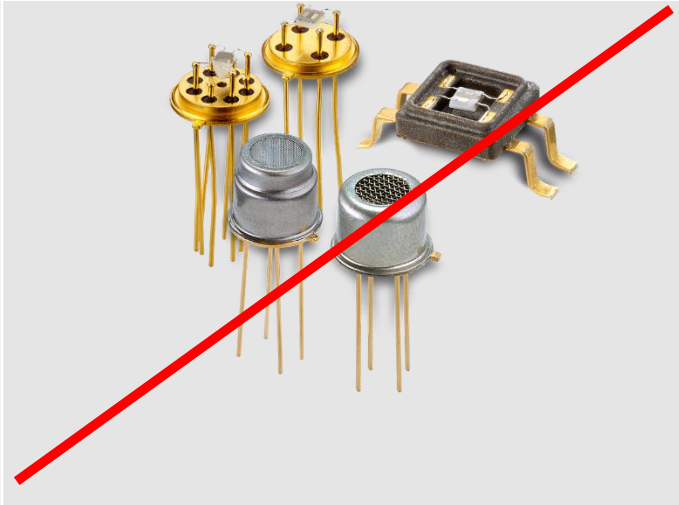
Voorwaarden van een CO₂ meter

Minimale vereisten

- **NDIR sensor (niet dispersieve infrarood)**
 - Voorkeur Dual Beam / ABC Logic (automatische ijkings)
 - Handmatige ijking op basis van buitenlucht
- **Meetbereik: 0-2000 ppm (bij voorkeur 5000 ppm)**
- **Meetfout: maximaal 10 %**
 - geadviseerd 5%



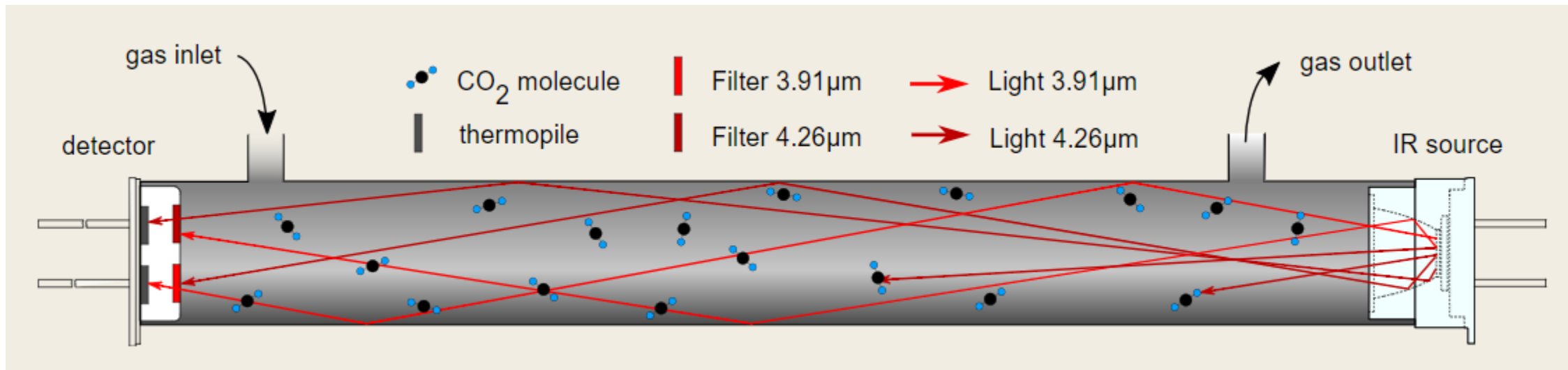
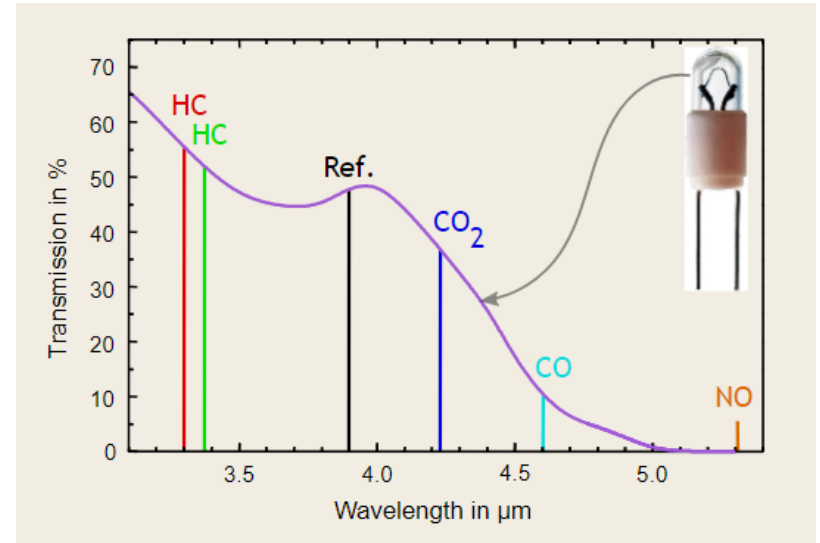
Types sensoren

TYPE		
NDIR (nondispersive infrared)	Elektrochemisch	Indirect (metal oxide semiconductor)n vb H ₂ of VOC
		

prijs 120 à 200 euro basis toestel

samen werkt.

Infrarood (NDIR)

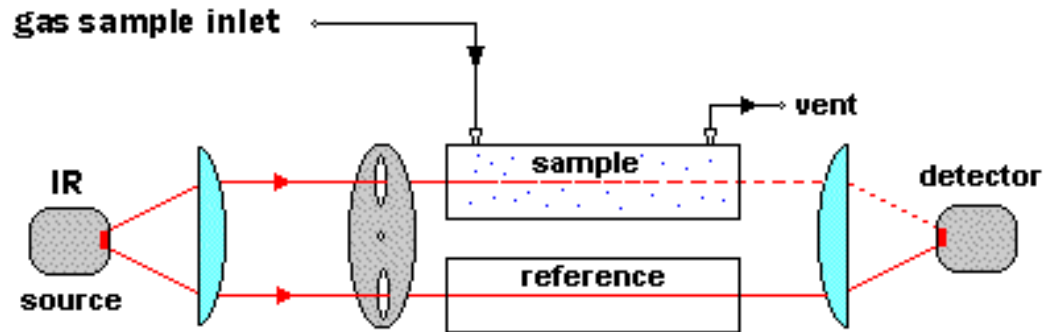


Infrarood (NDIR)

autokalibratie

Afwijking / drift => bijstellen van de meter

- Dual beam



- ABC Logic

- Achtergrondkalibratie => automatische ijking: 400 ppm = laagste waarde lange tijd
- Niet geschikt indien permanente besetting
- Regelmatig buiten leggen

samen werkt.

Bereik

Meetbereik 0 – minimal 2000 ppm (voorkeur 5000 ppm)

EINECS-nr. (1)	CAS-nr. (2)	Naam van de agentia	Grenswaarde ppm (3) (5)	Grenswaarde mg/m ³ (3) (6)	Korte- tijdswaarde ppm (4) (5)	Korte- tijdswaarde mg/m ³ (4) (6)	Bijkomende indeling (7)
231-158-0	07440-48-4	Kobaltmetaal (stof en rook) als Co	*	0,02	*	*	
204-696-9	00124-38-9	Koolstofdioxide	5000	9131	30000	54784	A
211-128-3	00630-08-0	Koolstofmonoxide	20	23	100	117	

Voorwaarden van een CO₂ meter

opties

- **Directe weergeve / display**
 - Sensibilisatie werknemers
- **Kleur indicator / alarm**
 - Instelbaar (800 – 900 – 1000 ppm?) of uitschakelen
- **Gegevensregistratie**
 - Eenvoudig uit te lezen? Usb, software, verwerking
- **Vast / draagbaar / Geïntegreerd**
 - Stopcontact, batterij, CO₂ (of VOC??) sonde in sturingssysteem, online uitlezing, rondlopen mee?
- **Bijkomende parameters**
 - Temperatuur, vochtigheid , ...



CO₂ meters geschikt tijdens pandemie

Ministerieel besluit 25/03/2022

Vermelding op de doos: "CO₂-meter bruikbaar in het kader van de strijd tegen SARS-CoV-2."

Die vermelding moet op de verpakking, op de CO₂-meter of in de technische handleiding van de CO₂-meter staan.

1. De CO₂-meters meten rechtstreeks de CO₂ concentratie of voldoen aan de norm NBN EN 50543:2011.
2. Indirecte meting CO₂ is niet toegelaten (vb via vochtigheid)
3. De CO₂-meters hebben een CO₂-meetbereik van 0 tot minimum 2.000 ppm; (Liantis adviseert 5000 ppm)
4. De CO₂-meters hebben de mogelijkheid om opnieuw gekalibreerd te worden (hetzij via manuele kalibratie, hetzij via autokalibratie.)
5. Nauwkeurigheid conform NBN EN 50543:2011;
6. Geleverd met een technische handleiding.
7. Gelijkwaardige vermeldingen, op toestellen die niet voldoen, zijn verboden.

Dit besluit is 6 maanden geldig, en geldt enkel voor toestellen die nu nog op de markt gebracht worden, bestaande toestellen mogen dus verder gebruikt worden. Best wordt wel nagegaan in hoeverre deze aan de boven gestelde eisen voldoen.

Meetmethode



Waar moet je meten?

- **Per ruimte**
- **Normaal homogeen verdeeld**
 - Ruimte >50m² verschillende plaatsen
- **Plaats op hoogte van werknemers**
 - Tafel, lege bureau, kast,...
- **NIET naast werknemer**
 - Niet in uitademzone, 1,5m afstand
- **NIET in luchtstroom**
 - Niet naast open deur / raam, bij afzuig / inblaas ventilatie



overschatting



onderschatting

Hoe moet je meten?

- **Na kalibratie in buitenlucht**
 - ABC Logic + zelfkalibratie
- **Stabilisatie meettoestel**
- **Meestal digitaal (uitlezing, display, online volgen, ...)**

Wanneer moet je meten?

Permanente metingen

- **Continu**
 - voorkeur
 - Iedere ruimte gedurende iedere bezetting
 - Met individuele meter per lokaal met alarm / kleurcode, via geïntegreerde sensor ventilatiesysteem, als sturing van het ventilatiesysteem (let op, CO₂ in ventilatieschacht mogelijks afwijkend van ruimte)
 - => 900 pmm gedurende 95% van de tijd

Wanneer moet je meten?

Steekproef

- **Logging**

- 8u/24u/ week logging
- Herhalen: Winter / zomer /...
- => 900 pmm gedurende 95% van de tijd

- **Spotmeting**

- Korte meting
- Frequent te herhalen
- Juiste tijdstip! (einde werkdag, einde vm, na drukke bezetting, einde vergadering, einde turnles,...)
 - Einde: NIET na (dan is de decay curve al ingezet)
- Representatieve besetting
- Bij waarden rond 800-900 ppm => grote kans op overschrijding, logging / permanent aangeraden

Rekenmodellen

Voorstelling BSOH



- **Belgian Society for Occupational Hygiene - Belgische gemeenschap van arbeidshygiënisten vzw**
 - Raad van bestuur
 - Interne diensten PBW
 - Externe diensten PBW
 - Overheid
 - vzw gesticht in 1991
 - Organiseert verschillende studiedagen
- Oktober 2021: PDC Ventilatie
- Bij lidmaatschap: ontvangen van nieuwsbrieven
 - Interessante tools en artikels op de website
www.bsoh.be

Voorstelling BSOH - doelstellingen



Belgian Society for Occupational Hygiene

- bevorderen kennis, competentie en beroepseer
- bevorderen en handhaven vakbekwaamheid
- stimuleren wetenschappelijke en professionele ontwikkeling niveau
- verspreiding en uitwisseling kennis
- naambekendheid vergroten
- nationale en internationale samenwerkingen

- Meer info en contact: www.bsoh.be

Rekenmodellen

concentratie CO₂ simuleren obv design ventilatie

=> berekenen van de nominale bezetting

ventilatie analyseren obv gemeten concentratie

=> berekenen van de effectieve ventilatie

Nominale bezetting berekenen

Bepaling van de nominale bezetting

Nominale bezetting = N900

Q_{mech} = het (gekende) ventilatiedebiet van de ruimte

V900 = vereiste ventilatie per pers per uur

$$N_{900} = \frac{Q_{mech}}{V_{900}}$$

Vb.: ruimte met 500 m³/h (Q) en vereiste ventilatie 40 m³/h (V900)*

$$N_{900} = 500/40 = 12,5 \text{ pers}$$

* vereiste ventilatie wijzigt in kader van activiteiten en richtlijnen (40 m³/h = codex, ook 25 m³/h, 44 m³/h taskforce ventilatie, ...)

Bepaling van de nominale bezetting

concentratie CO₂ simuleren obv design ventilatie

Mogelijkheid tot uitvoeren simulatie: CO2sim

[Home](#) » [Tools](#) » [Webapps](#) » [BSOH CO2 simulator](#) » BSOH CO2 simulator

BSOH CO2 simulator

Carbon Dioxide Simulator v1.1 Emission Room **Simulation** Download



BELGIAN
SOCIETY FOR
OCCUPATIONAL
HYGIENE

Click to add text

Number of adults:

5

Number of children:

0

Outdoor CO2 in ppm:

400

Indoor initial CO2 in ppm:

400

Error (stdev) CO2 in ppm:

10

Number of adults:

5

Number of children:

0

Outdoor CO2 in ppm:

400

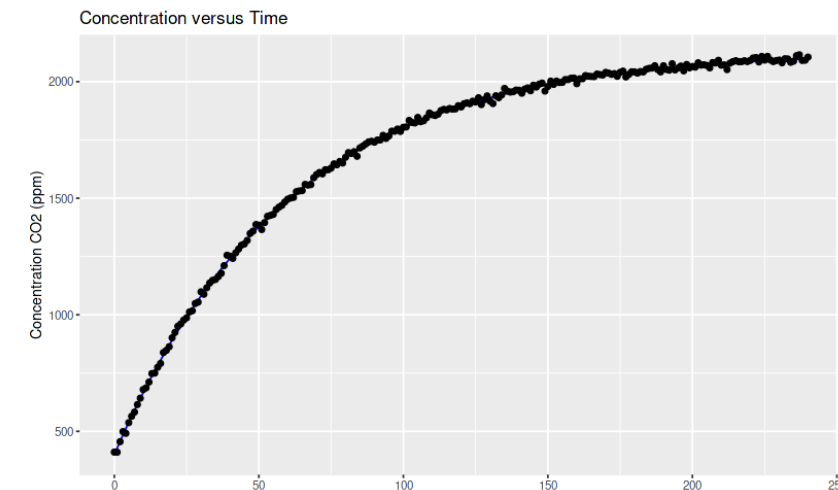
Indoor initial CO2 in ppm:

400

Add to combined plot

Reset combined plot

Current plot



samen werkt.

liantis

Empirical

Choose activity rate

- Sitting still (18 l/h/p)
- Standard (20 l/h/p)
- Light (22 l/h/p)
- Medium (37 l/h/p)
- Heavy (50 l/h/p)
- Very heavy (64 l/h/p)
- Intense (90 l/h/p)

Emission

Temperature in deg C:

21

Pressure in Pa:

101325

Room volume in m3:

60

Room ventilation in m3/h:

60

Room

Number of adults:

5

Number of children:

0

Outdoor CO2 in ppm:

400

Indoor initial CO2 in ppm:

400

Error (stdev) CO2 in ppm:

10

Simulation start date & time:

2022-03-23

Simulation start point:

0

Simulation interval in min:

1

Simulation length in min:

240

Simulation

Scientific

TABLE 3 Values of physical activity levels (M) from compendium ⁴¹

Activity	M (met)	Range
Calisthenics—light effort	2.8	
Calisthenics—moderate effort	3.8	
Calisthenics—vigorous effort	8.0	
Child care		2.0 to 3.0
Cleaning, sweeping—moderate effort	3.8	
Custodial work—light	2.3	
Dancing—aerobic, general	7.3	
Dancing—general	7.8	
Health club exercise classes—general	5.0	
Kitchen activity—moderate effort	3.3	
Lying or sitting quietly		1.0 to 1.3
Sitting reading, writing, typing	1.3	
Sitting at sporting event as spectator	1.5	
Sitting tasks, light effort (e.g. office work)	1.5	
Sitting quietly in religious service	1.3	
Sleeping	0.95	
Standing quietly	1.3	
Standing tasks, light effort (e.g. store clerk, filing)	3.0	
Walking, less than 2 mph, level surface, very slow	2.0	
Walking, 2.8 mph to 3.2 mph, level surface, moderate pace	3.5	

Mean length of adults in m:

Mean weight of adults in kg:

Mean respiratory quotient of adults:

Mean metabolism of adults in MET:

Mean length of children in m:

Mean weight of children in kg:

Mean respiratory quotient of children:

Mean metabolism of children in MET:

Emission

Temperature in deg C:

Pressure in Pa:

Room volume in m3:

Room ventilation in m3/h:

Room

Number of adults:

Number of children:

Outdoor CO2 in ppm:

Indoor initial CO2 in ppm:

Error (stdev) CO2 in ppm:

Simulation start date & time:

Simulation start point:

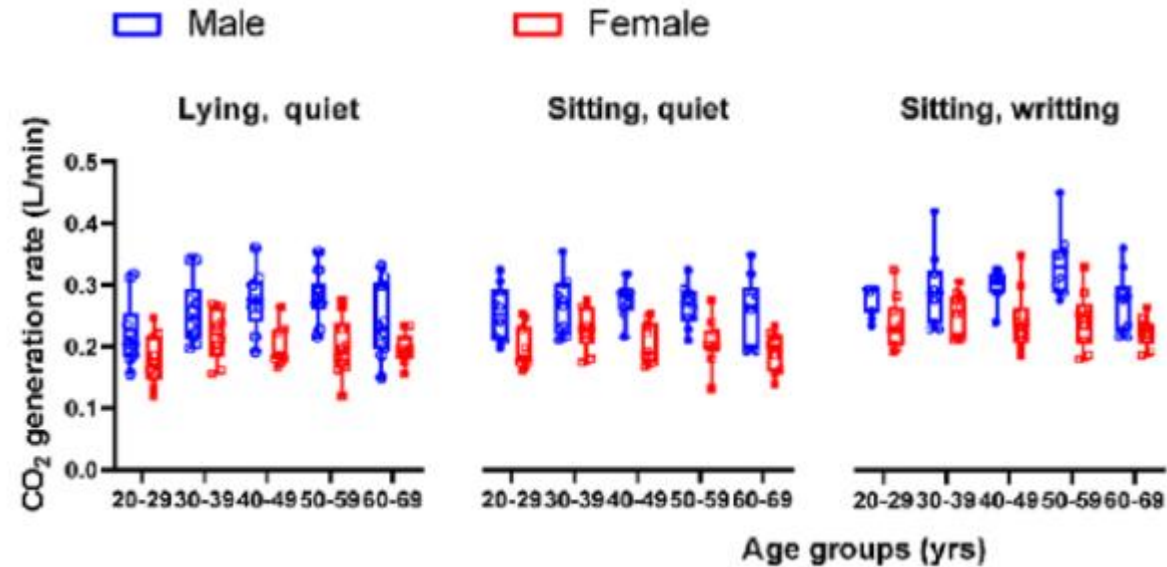
Simulation interval in min:

Simulation length in min:

Simulation

En dan houden we nog geen rekening met

- **Leeftijd**
- **Geslacht**
- **BMI / gewicht**
- ...



Bron : [\(PDF\) Carbon dioxide generation rates of different age and gender under various activity levels \(researchgate.net\)](#)

Resultaat

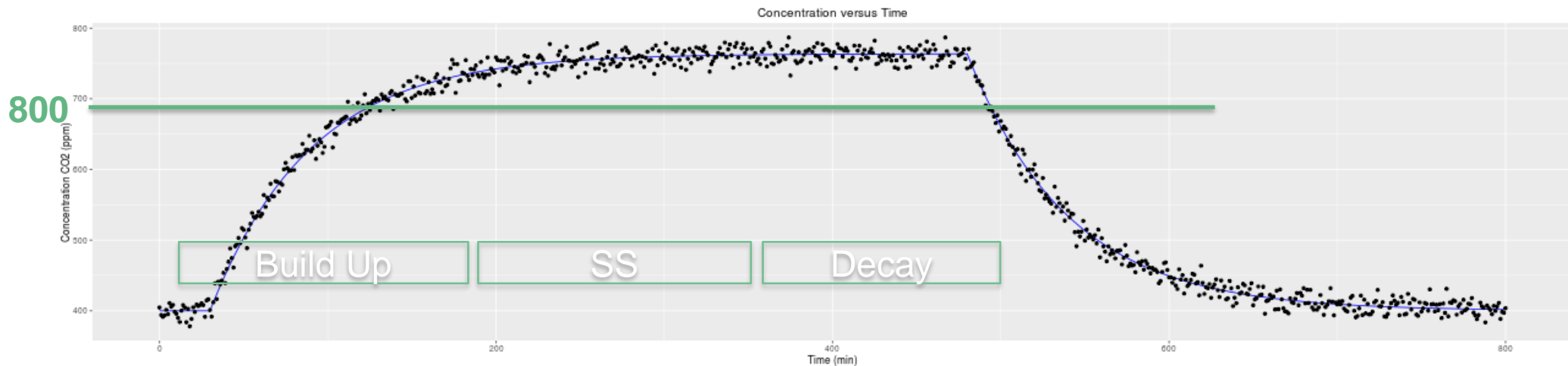
Current simulation input

	Adults n	Adults length m	Adults weight kg	Adults RQ	Adults MET	Children n	Children length m	Children weight kg	Children RQ	Children MET	Ambient temp deg C	Ambient pres Pa	Room volume m3	Room ventilation m3/min	Outdoor CO2 ppm	Indoor initial CO2 ppm	Sim start min	Sim stop min	Sim int min	Sim len n
1	0.0000	1.8000	80.0000	0.8300	1.2000	0.0000	1.0000	35.0000	0.8300	1.2000	21.0000	101325.0000	60.0000	1.0000	400.0000	402.0000	800.0000	1120.0000	1.0000	320.0000

Current simulation output

	Adults AD m2	Adults CO2 prod l/s	Adults CO2 prod mg/min	Children AD m2	Children CO2 prod l/s	Children CO2 prod mg/min	Total CO2 prod l/s	Total CO2 prod mg/min	CO2 eq mg/m3	CO2 eq ppm	CO2 eq req delta mg/m3 /h	CO2 eq req delta ppm /h	Qeq m3/min	Qeq l/sec
1	2.0016	0.0062	674.4863	0.9199	0.0028	309.9676	0.0000	0.0000	745.2438	402.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

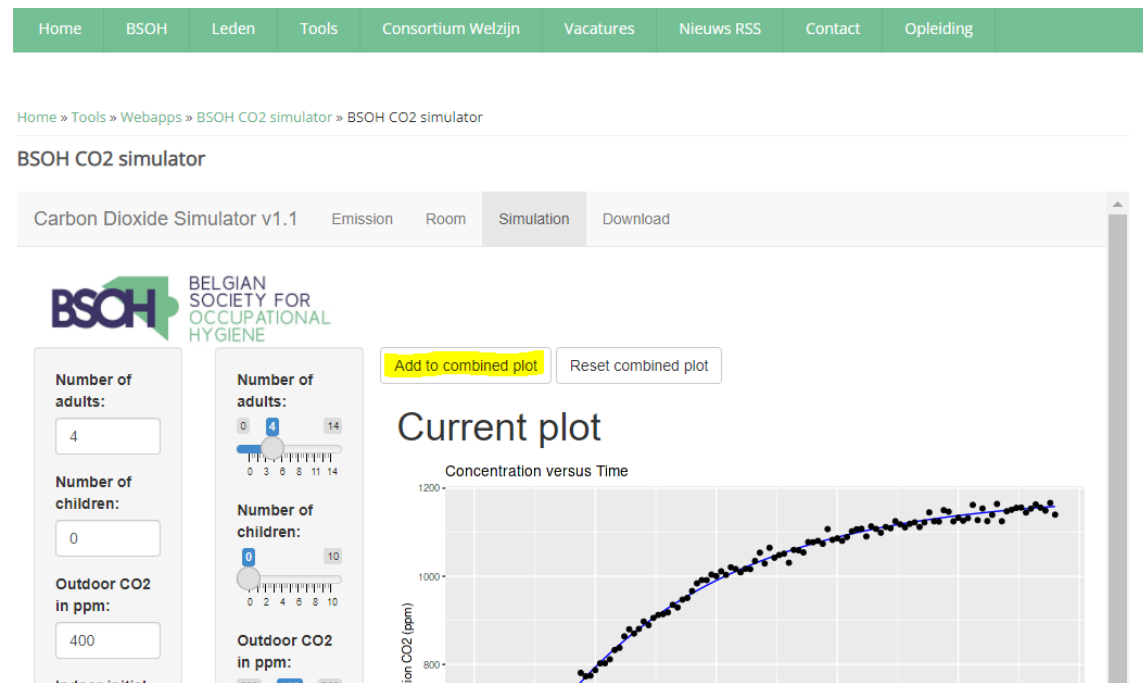
Combined plot



Combined plot

Meer dan allen berekening van de bezetting

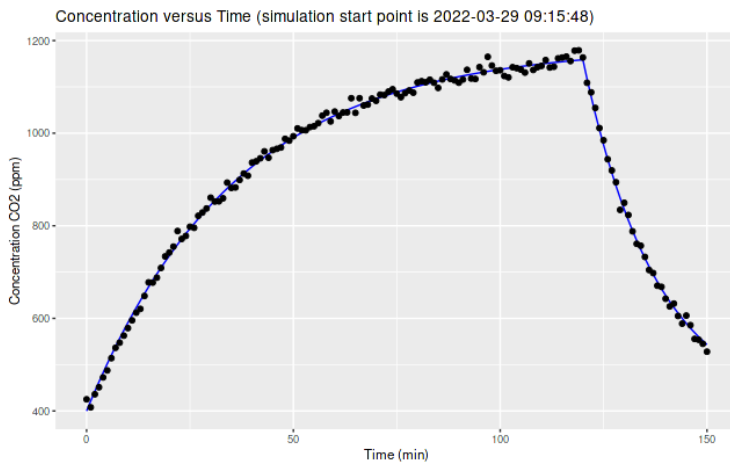
- **Tijd nodig voor verluchting (vb Vergaderzaal)**
 - Vb. Ruimte van 50 m², ventilatie 100m³/h, 4 pers, 2 uur vergadering
 - Daarna: ventilatie 180 m³/h, 0 pers, 30 minuten verluchten



Het verloop

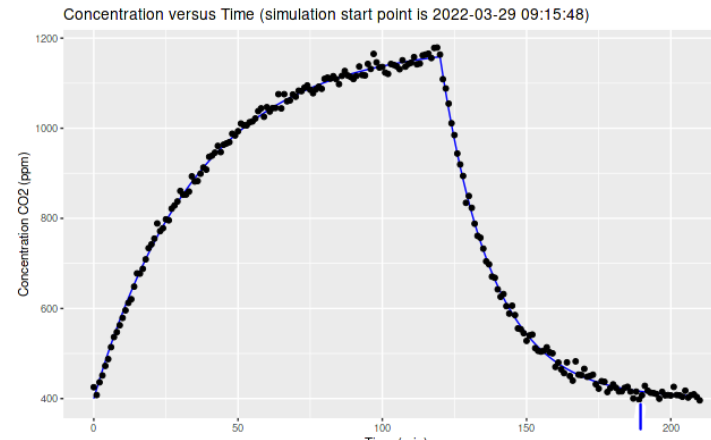
- Na 30 min verluchten (aan 200 m³) nog steeds op 500 ppm
- Om opnieuw achtergrond te hebben => circa 70 (190– 120 min) verluchten

Combined plot



=>

Combined plot



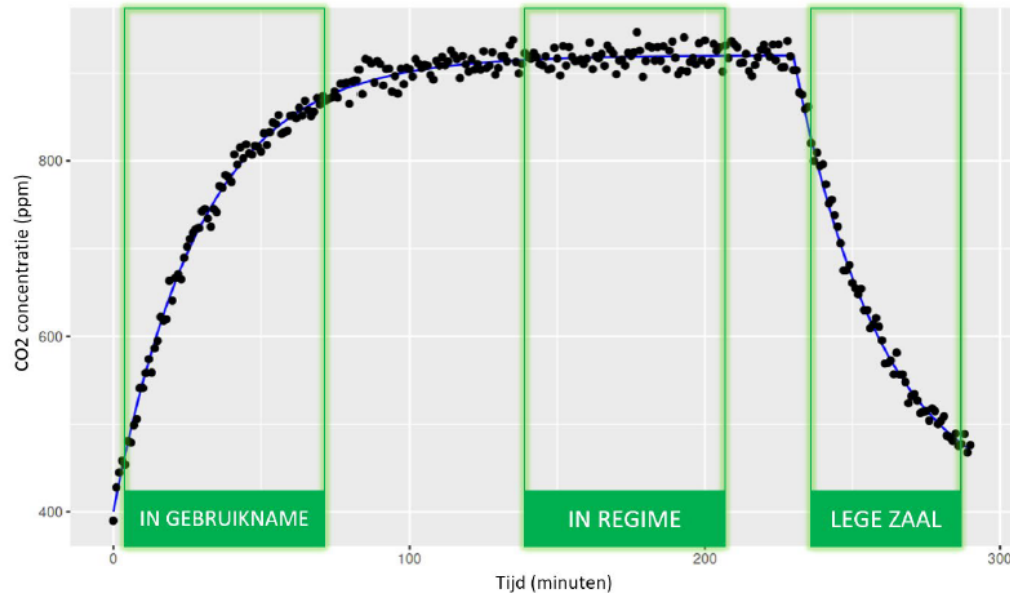
De tool

Laten we het samen even testen!

BSOH CO2 simulator | BSOH

<https://www.bsoh.be/?q=nl/co2sim>

Build up en afbraak curve



Afb. 4: evolutie van de CO₂-concentratie van een lokaal met wisselende bezetting

Bron : [Aanbevelingen voor de praktische implementatie en bewaking van ventilatie en binnenluchtkwaliteit in het kader van COVID-19 – versie 2.0 – 12/07/2021](#)

Goeie simulatie / analyse

Vaste en gekende bezetting

(<-> loketten, korte afspraken, ...)
(= vergaderzalen, open spaces, ...)

Vast en gekend ventilatiedebiet

(<->CO₂ gestuurd systeem / bijgestuurd ventilatiesysteem, defecten / pannes, ...)
(= vast gekend debiet)

Vast en gekende parameters

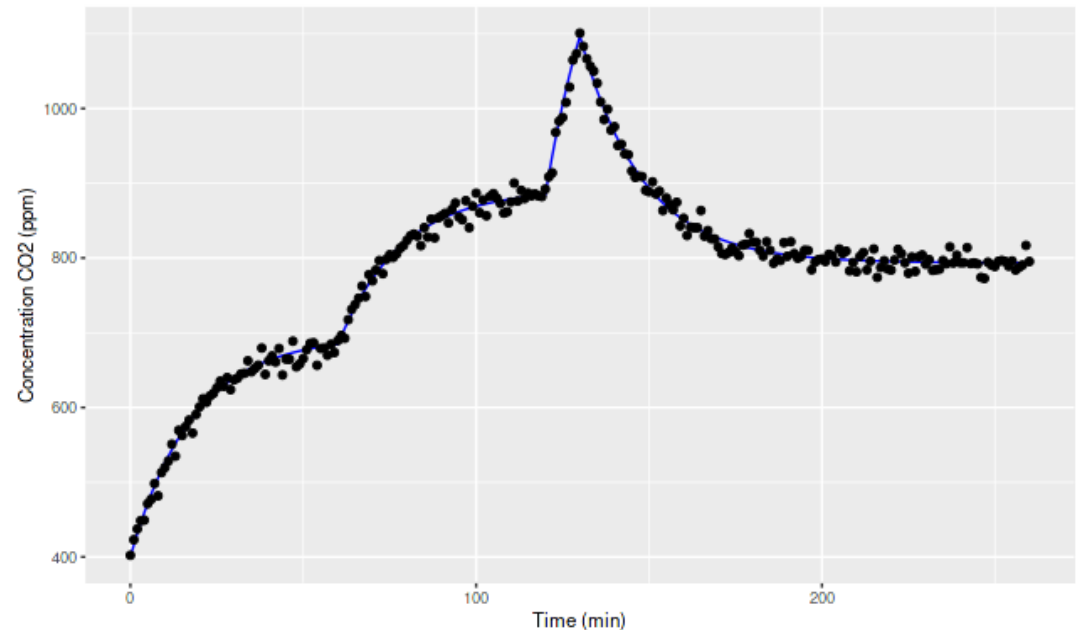
Gedurende de ingegeven simulatie

Wel mogelijk vb zelfde ruimte en ventilatiedebiet:

- 1u, 4 pers
- 1u, 7 pers
- 10 min, 10 pers
- 2u10 min 4 pers

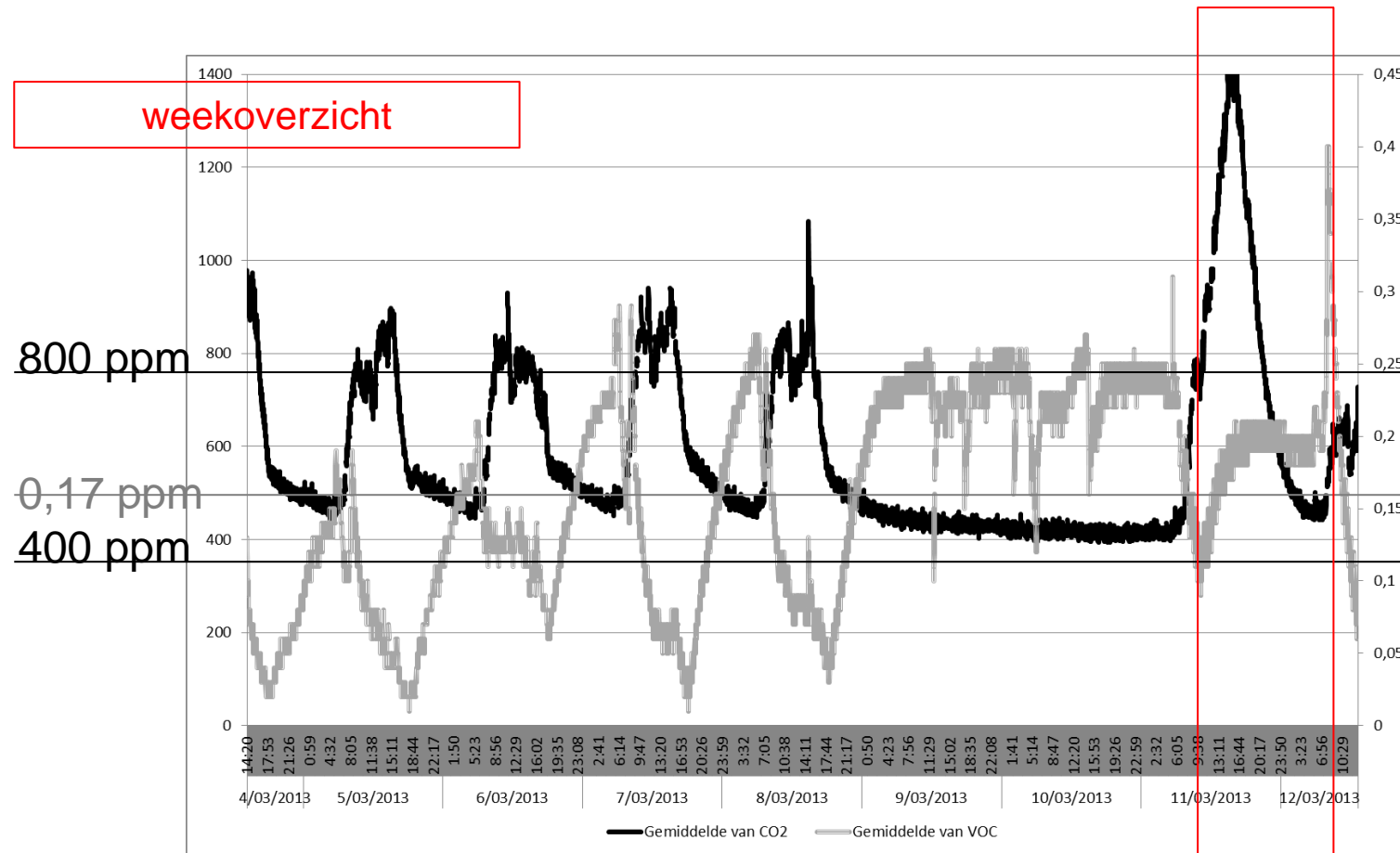
Combined plot

Concentration versus Time (simulation start point is 2022-03-29 09:15:48)



CO2 verlopen uit de praktijk

Sporadisch klachten (geur, hoofdpijn, klachten)



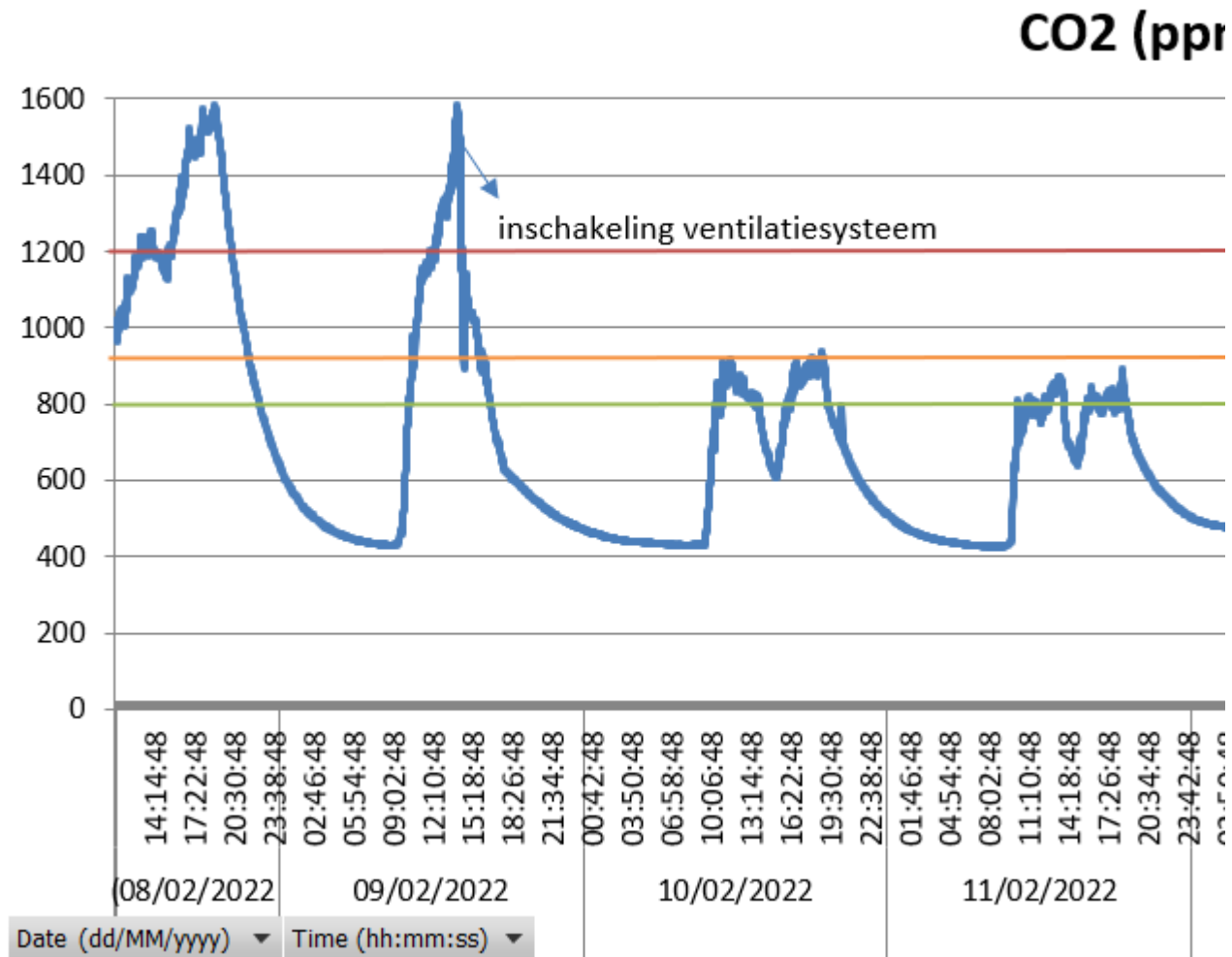
samen werkt.

liantis

CO₂ verlopen uit de praktijk

Wijziging ventilatiedebiet

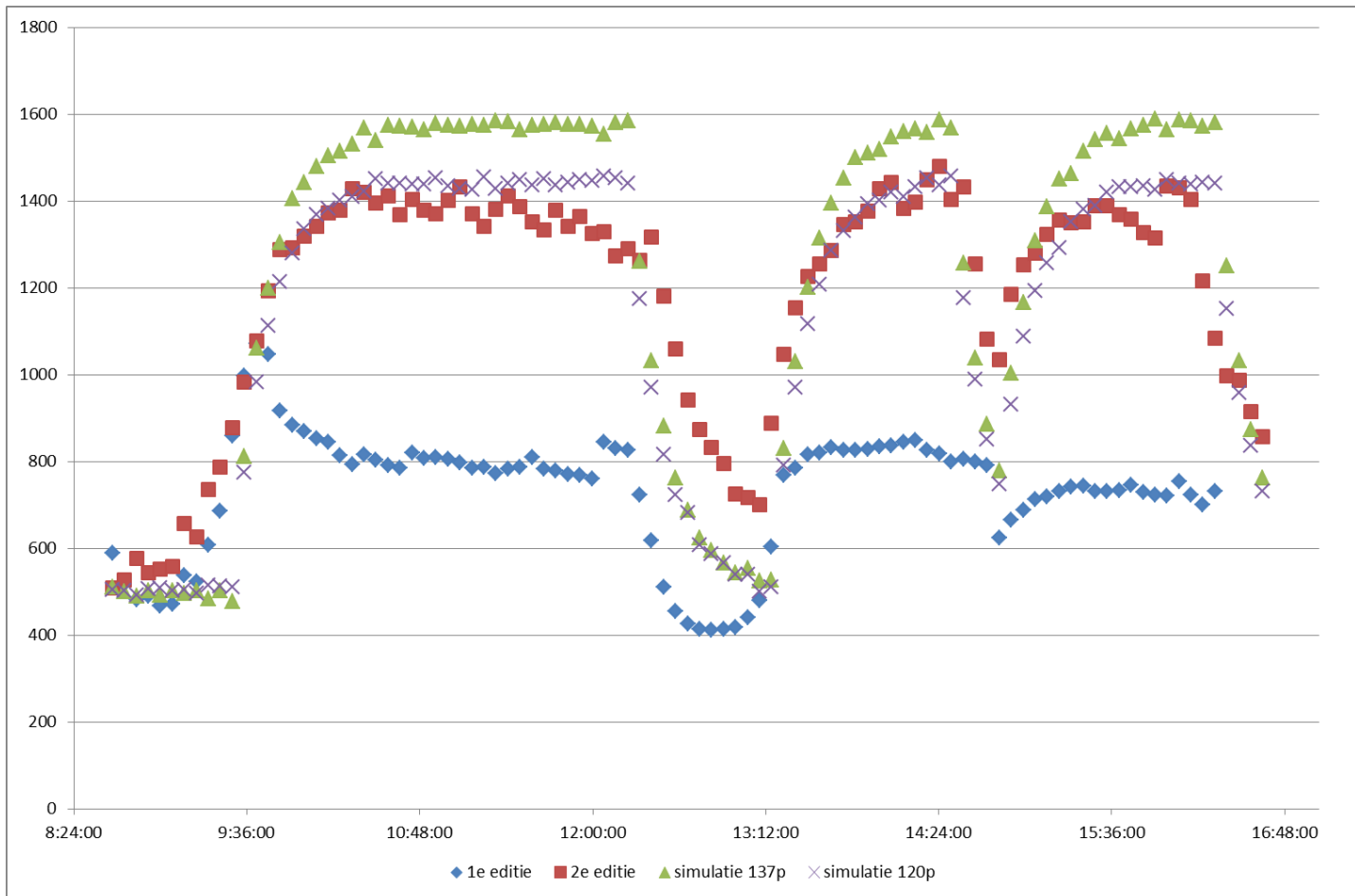
Gemiddelde van CO₂ (gecorrigeerd - ppm)



samen werkt.

Theorie vs praktijk

Ventilatie (als de mens ingrijpt...)



samen werkt.

BSOH CO₂
simulator



Effectieve ventilatie berekenen

Geïnstalleerde ventilatie ≠ effectieve ventilatie

- **Mechanische ventilatie**

- Installatie (bochten, typefilters, overgangen,...)
- Sturing (vast debiet, gestuurd op temp/VOC/CO₂/...)
- Recirculatie/lucht recuperatie
- Onderhoud (stof vorming, verzadiging filters,...)

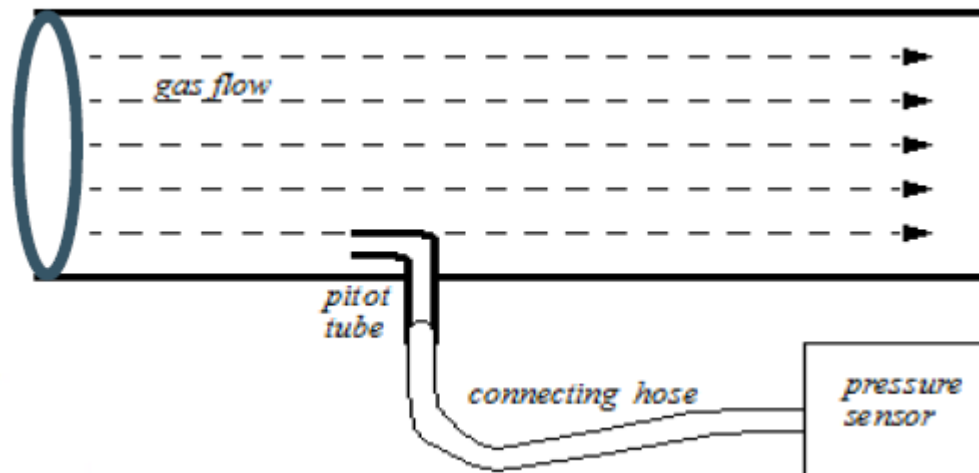
- **Natuurlijke ventilatie**

- Deur, raam, kier, ventilatierooster,...
- Temp (binnen en buiten), tocht, ligging, oppervlak,...



Hoeveel is mijn mechanische ventilatie?

- leverancier?
- $Q = v * A$ (Debiet = lichtsnelheid * oppervlak)



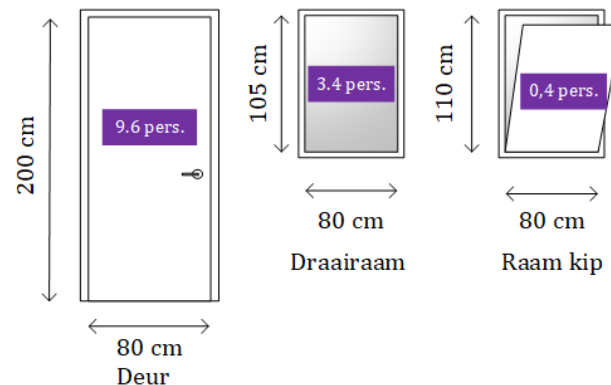
Hoeveel is mijn natuurlijke ventilatie?

- ???
- **EN 15242 (vervallen)**
 - Onbetrouwbaar
 - Bij voorkeur meet CO₂

Tabel 3 Toegelaten nominale bezetting voor elk permanent geopend raam of iedere permanent geopende buitendeur.

Hoogte opening H _{open}	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
N _{900,vulstregel} per m ² netto-raamopening	3,3	4,6	5,6	6,5	7,3	8,0

Voorbeelden



samen werkt.

6.5.1 Airing

6.5.1.1 Airflow calculation

For single side impact, the airflow is calculated by

$$Q_{\text{airing}} = 3.6 * 500 A_{\text{ow}} V^{0.5}$$

$$V = C_t + C_w * V_{\text{met}}^2 + C_{\text{st}} * H_{\text{window}} * \text{abs}(\theta_i - \theta_e)$$

with

Q_v (m³/h) : air flow

A_{ow}(m²) window opening area

C_t = 0.01 takes into account wind turbulence

C_w = 0.001 takes into account wind speed

C_{st} = 0.0035 takes into account stack effect

H_{window} (m) is the free area height of the window

V_{met} (m/s) : meteorological wind speed at 10 m height

T_i : room air temperature

T_e : outdoor air temperature.

For bottom hung window, the ratio of the flow through a and the totally opened window is assumed to be only depending on the opening angle α and independent on the ratio of the height to the width of the window

$$A_{\text{ow}} = C_k(\alpha) A_w$$

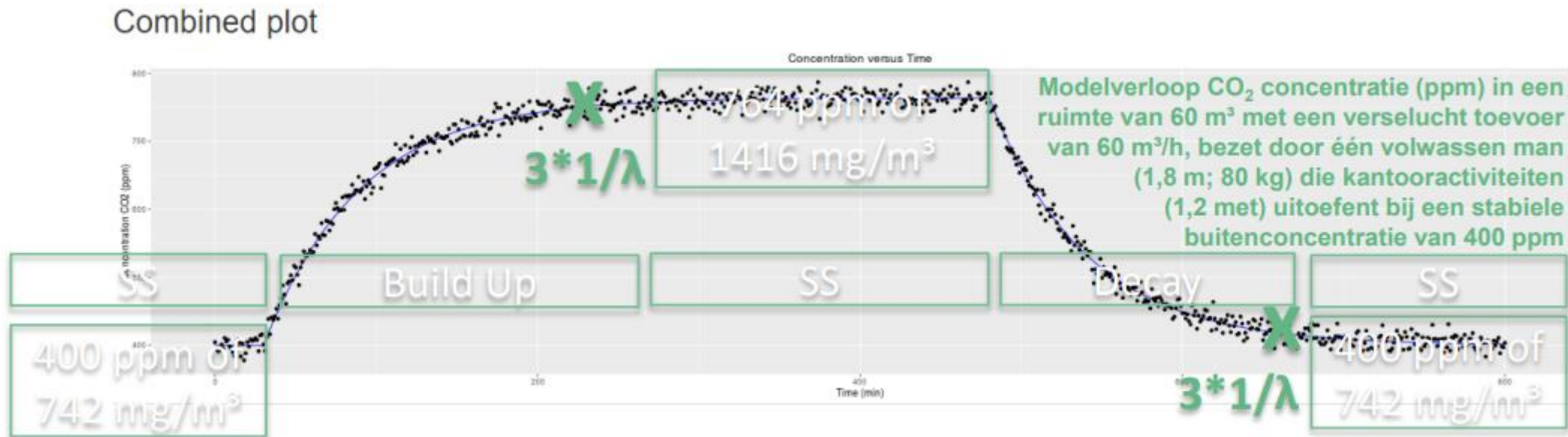
Where A_w is the window area is totally opened

Berekenen van de effectieve ventilatie

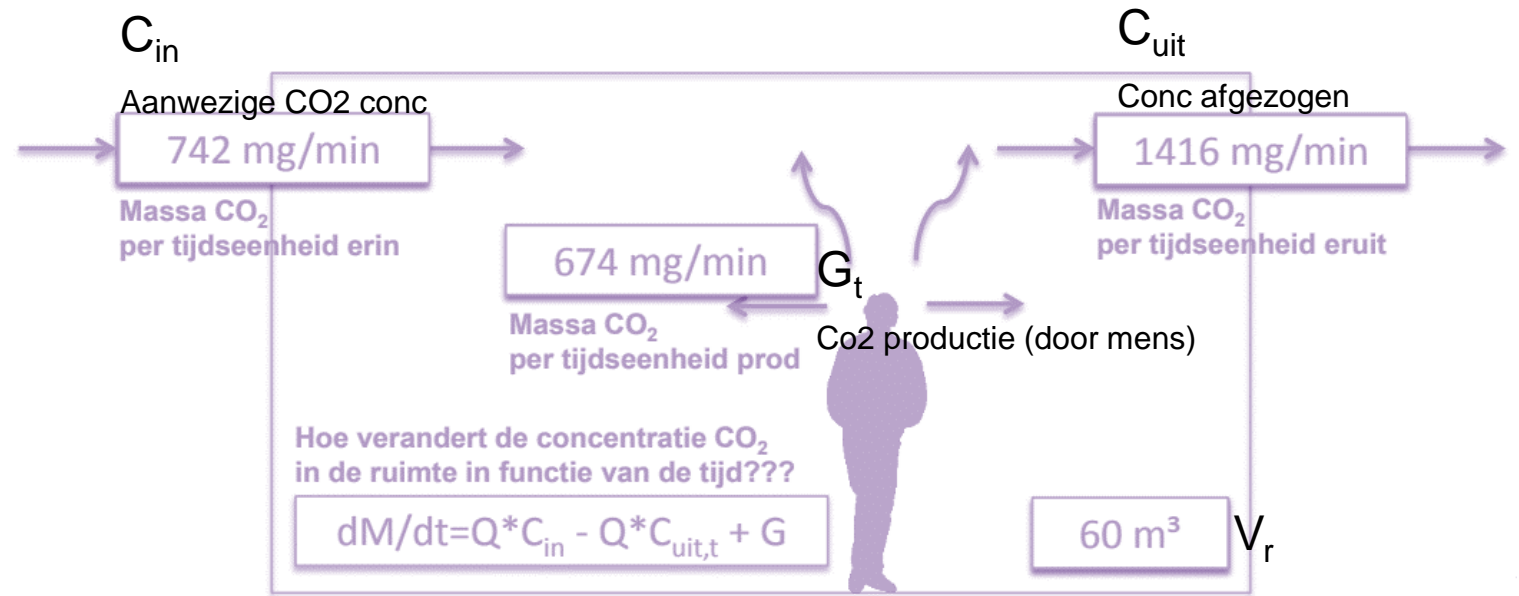
ventilatie analyseren obv gemeten concentratie

Mogelijkheid tot uitvoeren analyse ventilatiepatroon: CO2analyse

Vertrekpunt: gekende massabalans + gekend verloop



berekeningsprincipe



- $dM/dt = V_r \cdot dC_{uit,t}/dt = Q \cdot C_{in} - Q \cdot C_{uit,t} + G$
- $V_r = 60 \text{ m}^3$, $Q_{in,t} = Q_{uit,t} = Q = 60 \text{ m}^3/\text{h}$ of $1 \text{ m}^3/\text{min}$
- $C_{in(t)} \sim 400 \text{ ppm}$ of 742 mg/m^3 , $C_{uit,t} = ???$
- $G_{(t)} \sim 0,006 \text{ l/s}$ of 674 mg/min
- in **steady state** (systeem is in evenwicht) is $dM/dt = 0$
- $0 = Q \cdot C_{in} - Q \cdot C_{uit=steady state} + G$
- $Q = G / (C_{uit, steady state} - C_{in})$ of $674 / (1416 - 742) = 1 \text{ m}^3/\text{min}$

CO₂ analyse

Je moet weten wat je analyseert

Mean length of adults in m: <input type="text" value="1,75"/>	Mean length of children in m: <input type="text" value="1"/>
Mean weight of adults in kg: <input type="text" value="75"/>	Mean weight of children in kg: <input type="text" value="35"/>
Mean respiratory quotient of adults: <input type="text" value="0,83"/>	Mean respiratory quotient of children: <input type="text" value="0,83"/>
Mean metabolism of adults in MET: <input type="text" value="1,2"/>	Mean metabolism of children in MET: <input type="text" value="1,2"/>

Subjects

BSOCH BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Temperature in deg C: <input type="text" value="21"/>	Temperature in deg C: <input type="text" value="21"/>
Pressure in Pa: <input type="text" value="101325"/>	Pressure in Pa: <input type="text" value="101,325"/>
Room volume in m3: <input type="text" value="50"/>	Room volume in m3: <input type="text" value="50"/>
Room ventilation in m3/h: <input type="text" value="180"/>	Room ventilation in m3/h: <input type="text" value="180"/>

Room

BSOH CO2 analyser

Choose CSV File

Separate header row

Column separator
 Semicolon
 Comma
 Tab

Decimal mark
 Comma
 Point

Quote
 None
 Double Quote
 Single Quote

Select time variable
(yyyy-mm-dd hh:mm:ss):

Select concentration variable (ppm):

Outdoor CO2 in ppm:

Indoor CO2 equilibrium in ppm:

CO2 generation per adult person in mg/min:

Number of people:

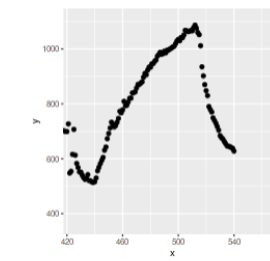
BSOH CO2 analyser

analyser Subjects Room Analyse Download

Analyse background without generation (lm) | Analyse steady state with generation (lm)
Analyse decay without generation (lm) | Analyse buildup or decay with unknown background (nls)

CO2 overview and selection pane

Click and drag to select, doubleclick to zoom in/out



Region on which model fitting will be carried out

Please select a region first!

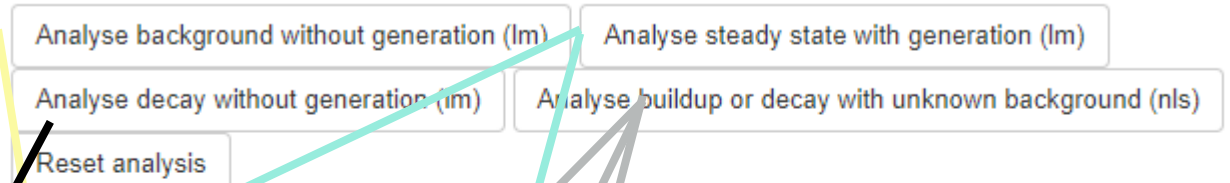
Model output

Current analysis

Please select a buildup or decay region first!

Types analyses

- **Bepaling van de achtergrondconcentratie bij geen bezetting**
 - Gemiddelde background, 400/500
- **Steady State bepaling, maximum bij die bezetting**
 - Background, gemeten SS, besetting
 - Geeft inschatting ventilatie
- **Decay, zonder bezetting, iedereen verlaat de ruimte**
 - Geen productie / bezetting 0; gekende ventilatie
- **Build up of Decay door bezetting maar aantal onbekend**
 - Berekent zelf bezetting, gekende ventilatie samen werkt.

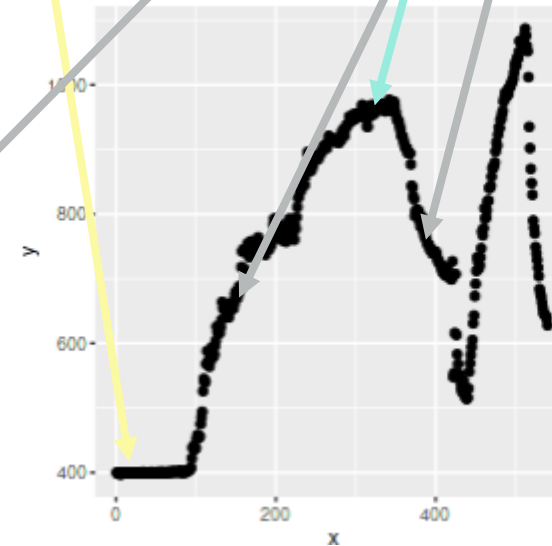


CO2 overview and selection pane

Click and drag to select, doubleclick to zoom in/out

Region on which model fitting will be carried out

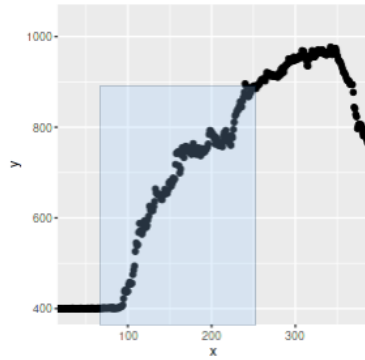
Please select a region first!



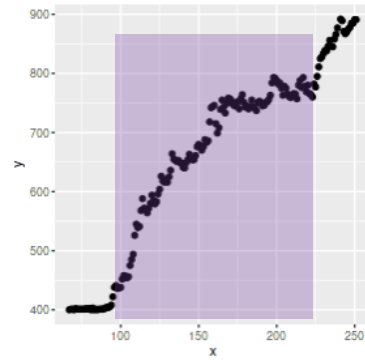
Selectie van de grafiek

GOEDE FIT VOORZIEN!

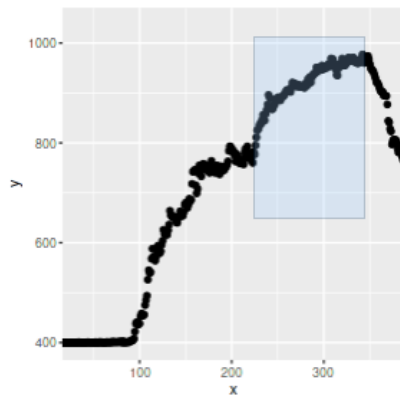
zoom in/out



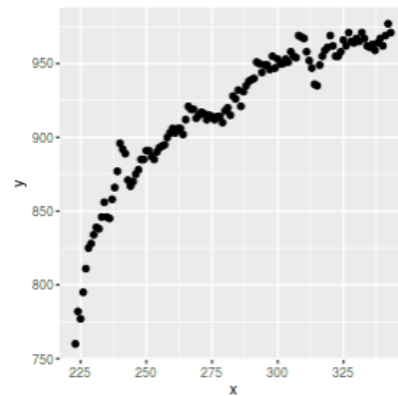
carried out



zoom in/out



carried out



samen werkt.

Analyse background without generation (lm)

Analyse steady state with generation (lm)

Analyse decay without generation (lm)

Analyse buildup or decay with unknown background (nls)

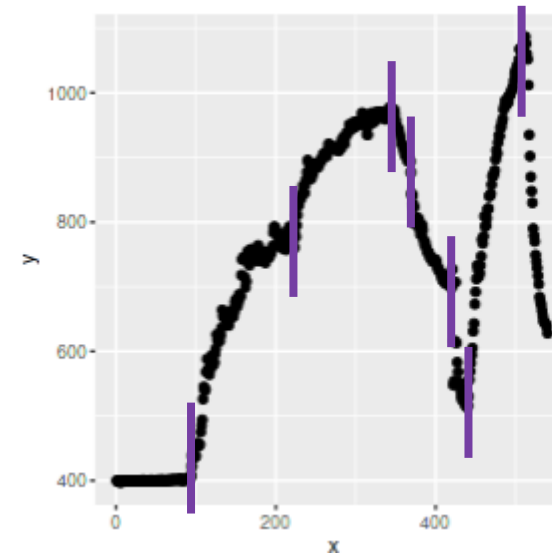
Reset analysis

CO2 overview and selection pane

Click and drag to select, doubleclick to zoom in/out

Region on which model fitting will be carried out

Please select a region first!

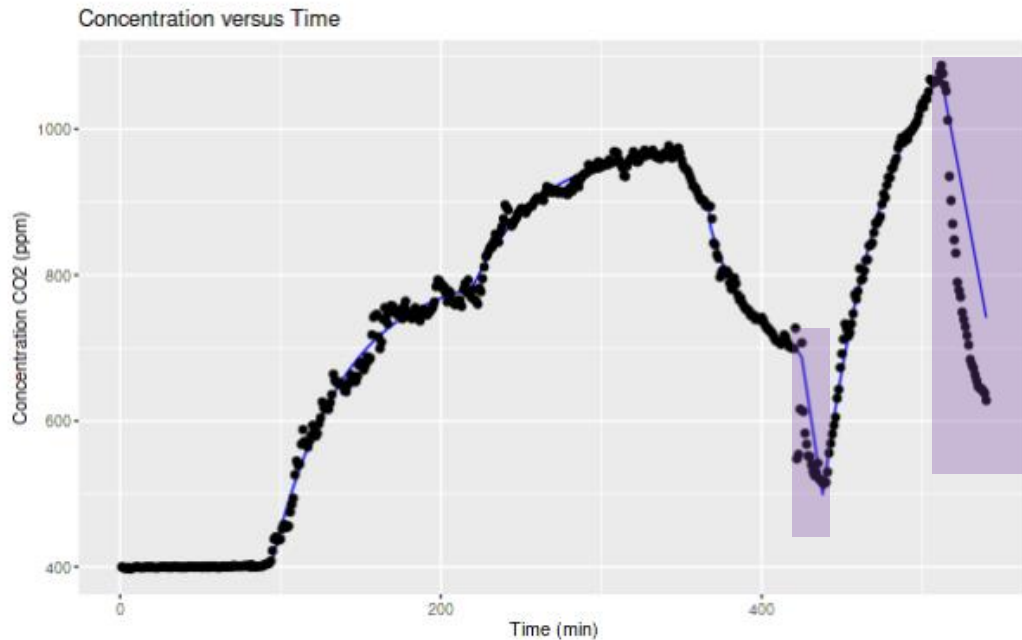


Breekpunt

Ventilatie moet gekend zijn

Merker: Slechte fit, slechte explained variance

Combined analyses



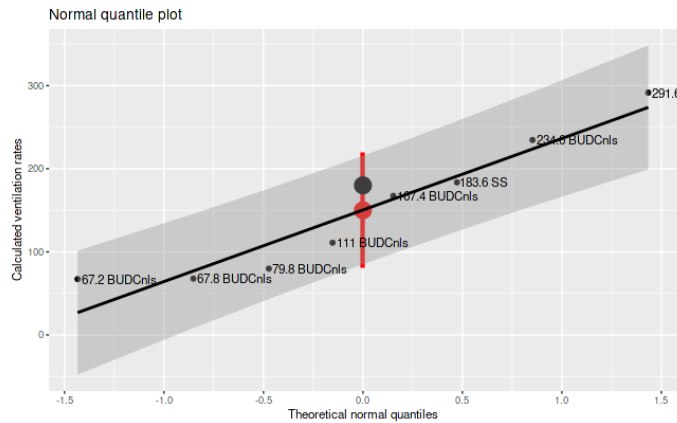
samen werkt.

Room.volume.m3	Number.of.people	CO2.production.per.person.mg.min	Room.AER..min	Room.ventilation.m3.h	Explained.varianc
50	0	642.97			0
50	5	642.97	0.061	184.2	0
50	1	642.97	0.022	67.2	0.977
50	1	642.97	0.025	75	0.953
50	-1	642.97	-0.002	-5.4	0.91
50	-1	642.97	0.043	129.6	0.968
50	-2	642.97	0	-1.2	-0.033
50	2	642.97	0.023	68.4	0.995
50	-2	642.97	-0.002	-6.6	-0.48

SS en background 0

Ventilatie via SS analyse

Conclusion

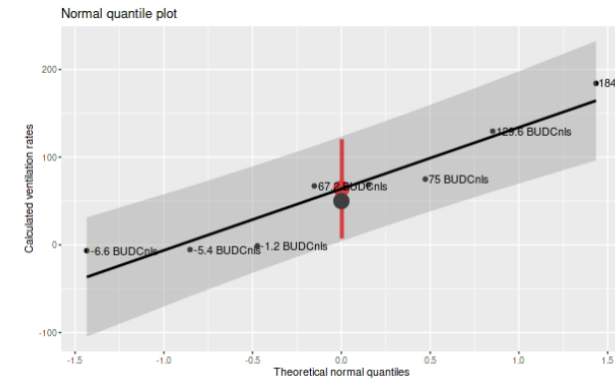


theo	vals	analysis	x1	xn	fit	lwr	upr
-1.43	67.20	BUDCnls	441	512	26.92	-15.00	68.85
-0.85	67.80	BUDCnls	94	222	76.99	46.55	107.44
-0.47	79.80	BUDCnls	222	345	109.68	84.93	134.43
-0.15	111.00	BUDCnls	369	419	137.25	115.17	159.33
0.15	167.40	BUDCnls	349	368	163.50	141.42	185.58
0.47	183.60	SS	336	348	191.07	166.32	215.82
0.85	234.60	BUDCnls	421	439	223.76	193.31	254.20
1.43	291.60	BUDCnls	513	540	273.83	231.90	315.75

[1] "The mean calculated ventilation rate of 150 (95% CI 81 - 220) m3/h is not significantly different from the design ventilation rate of 180 m3/h (t=-1, df=7, p=0.35)."

ventilatie 50 ; zelf geschat (idem kamergrootte)

Conclusion

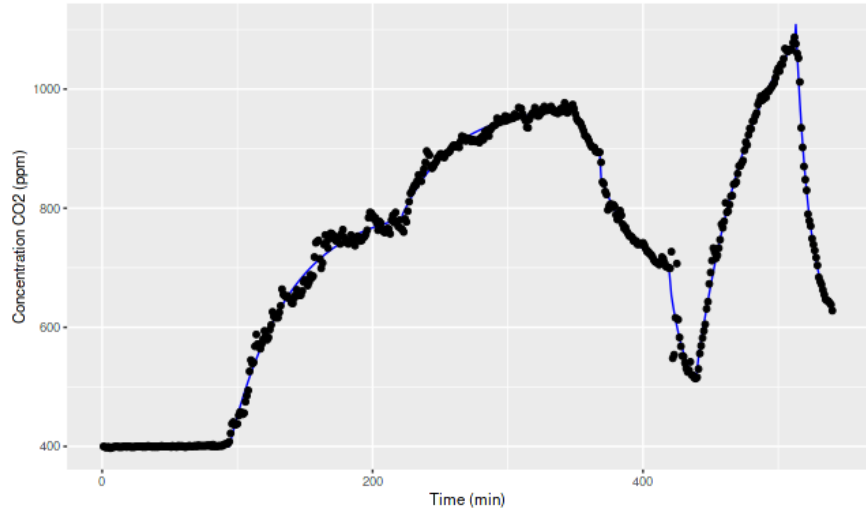


theo	vals	analysis	x1	xn	fit	lwr	upr
-1.43	-6.60	BUDCnls	515	540	-36.65	-74.92	1.61
-0.85	-5.40	BUDCnls	350	367	4.13	-23.66	31.92
-0.47	-1.20	BUDCnls	425	438	30.75	8.16	53.35
-0.15	67.20	BUDCnls	95	219	53.21	33.05	73.36
0.15	68.40	BUDCnls	440	512	74.59	54.44	94.75
0.47	75.00	BUDCnls	223	347	97.05	74.45	119.64
0.85	129.60	BUDCnls	368	420	123.67	95.88	151.46
1.43	184.20	SS	328	346	164.45	126.19	202.72

[1] "The mean calculated ventilation rate of 64 (95% CI 7 - 121) m3/h is not significantly different from the design ventilation rate of 50 m3/h (t=0.57, df=7, p=0.58)."

Combined analyses

Concentration versus Time



Analysis	Ambient.temp.deg.C	Ambient.pres.Pa	x1	xn	y1	yn	y1pred	ynpred	Outdoor.CO2.ppm	Indoor.CO2.ppm
BG	21	101325	1	75	400	401	400	400	400	400
SS	21	101325	336	348	963	974	967	967	400	967
BUDCnls	21	101325	94	222	408	764	400	782	391	804
BUDCnls	21	101325	222	345	764	963	789	964	784	971
BUDCnls	21	101325	349	368	967	894	966	891	972	851
BUDCnls	21	101325	369	419	877	700	851	704	857	676
BUDCnls	21	101325	421	439	727	514	653	509	669	463
BUDCnls	21	101325	441	512	530	1087	549	1075	534	1210
BUDCnls	21	101325	513	540	1076	628	1108	628	1161	591

Number.of.people	CO2.production.per.person.mg.min	Room.AER..min	Room.ventilation.m3.h	Explained.variance
0	642.97			0
5	642.97	0.061	183.6	0
1	642.97	0.023	67.8	0.978
1	642.97	0.027	79.8	0.954
-1	642.97	0.056	167.4	0.99
-1	642.97	0.037	111	0.972
-2	642.97	-0.003	-9	0.089
2	642.97	0.022	67.2	0.995
-8	642.97	0.097	291.6	0.992



Geïnstalleerde ventilatie ≠ effectieve ventilatie

- **Mechanische ventilatie**

- Installatie (bochten, typefilters, overgangen,...)
- Sturing (vast debiet, gestuurd op temp/VOC/CO₂/...)
- Recirculatie/lucht recuperatie
- Onderhoud (stof vorming, verzadiging filters,...)



Nieuwbouwprojecten?

Heb ik de ventilatie die mij beloofd werd?

Is alles goed geïnstalleerd?

Hoeveel ventilatiedebiet wordt er gehaald?

De tool

Laten we het samen even testen!

BSOH CO2 analyser | BSOH

<https://www.bsoh.be/?q=nl/co2ana>

**Vragen of
opmerkingen?**