BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Het nieuwe KB arbeidsplaatsen: wat moeten we hiervan onthouden?

Dag van de veiligheid

Steven Verpaele, MSc
Bestuurslid BSOH
Preventieadviseur arbeidshygiëne Mensura
Voorzitter RVB BeCOH VZW

Presentatie gebaseerd op gegevens van onderstaande auteurs

dr. ir. Tom Geens
Voorzitter BSOH
Wetenschappelijk Medewerker Provikmo

dr. Maurits De Ridder
Secretaris BSOH
Wetenschappelijk Medewerker UGent

BSOH BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Mensura
externe dienst voor Preventie en Bescherming op het werk

www.mensura.be

Gezonde medewerkers

FYSIEK FIT

Gezonder aan het werk

Medisch toezicht

MENTAAL FIT

Agressie op het werk

Burn-out voorkomen

Drugs en alcohol op het werk

Omgaan met trauma

Ongewenst gedrag op het werk

Stress op het werk

Optimale werkomstandigheden

Arbeidsveiligheid: elke dag veilig werken

Ergonomie op het werk

Industriële hygiëne & toxicologie

Milieu

Minimaal verzuim

Breng verzuim in kaart

Medische controle

Return to work

mensura

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

BSOH

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

- meer info en contact: www.bsoh.be

Contact

dr. ir. Tom Geens
voorzitter/président BSOH
tom.geens@bsoh.be
twitter.com/tgeens
linkedin.com/in/tomgeens

BSOH vzw/asbl
Maatschappelijke zetel/Siège social
Kapucijnenvoer 35/5 B-3000 Leuven

info@bsoh.be
www.bsoh.be

- Totaaloplossing voor een brede waaier aan arbeidshygiënische vraagstukken
- Consortium met laboratoria (erkenning FOD WASO)
- Specialisatie analyses en consultancy betreffende:
  - Stof en elementaire analyses
  - Vluchtige stoffen
  - Biologische agentia
  - Geluidsdossiers
  - Arbeidsklimaat
  - Elektromagnetische stralingen (EMS)
  - Mechanische trillingen
  - Werken in of met verontreinigde bodems (WIVB)

Contact

www.becoh.be
info@becoh.be

BSOH BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

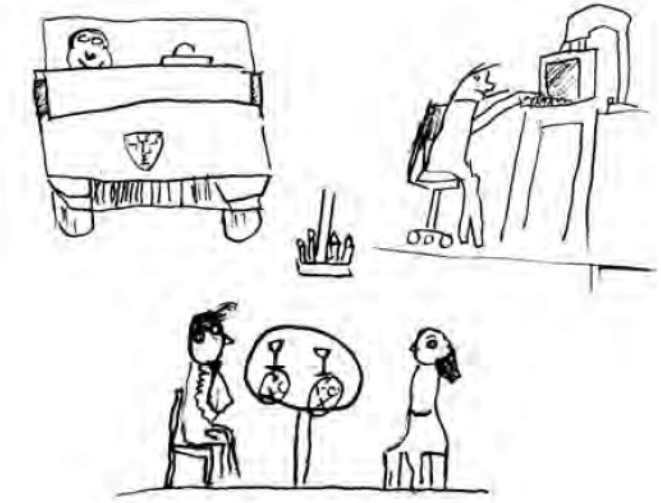
Inhoud

- Intro binnenmilieu
- Literatuuronderzoek
- Wetgeving
- Verlichting
- Verluchting
  - De hamvraag
  - Ventilatie meten
  - CO_2 als tracer
  - Toetsingskader
  - Rekenmodellen
  - Conclusie

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

De mens in zijn binnenmilieu…

- Europeanen spenderen 80-90% van hun tijd in binnenomgevingen (thuis, school, werk, transport,…)
- Ook veel arbeidsplaatsen zijn binnenomgevingen!



Source: drawings by eight-year-old Anthony Meertins

Figure 1.1 *The human being in an indoor environment*

http://europa.eu/rapid/press-release_IP-03-1278_en.htm

The Indoor Environment Handbook (isbn 978-1-84407-787-8)

BSOH BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

…voelt zich al dan niet comfortabel…

- Op basis van prikkelingen van het sensorieel systeem (warmte, koude, geur, lichtsterkte, verblinding, lawaai, evenwicht,…)
- Op basis van de effecten van de prikkelingen en de interactie hiervan met de andere systemen van het menselijk lichaam en het lichaam als geheel
  - externe stressoren (omgevingsfactoren)
  - psychosociale factoren (professionele en persoonlijke relaties, organisatiecultuur,…)
  - persoonlijke eigenschappen (geslacht, leeftijd, roken,…)

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

…en klaagt indien nodig!

Kantoorstudie	Burge	Squinazi	Amstutz	Vanden Avenne en Geens
Wanneer?	1987	1994	2010	2012
Waar?	UK	FR (Paris)	CH	BE
N?	42		540	
n?	4373	4276	1230	450
Symptomen?				
Neus	*47%*	*42%*	*13%*	*28%*
Hoofdpijn	*46%*	*36%*	*14%*	*29%*
Vermoeidheid	*57%*	*24%*	*38%*	*30%*

Er kan iets mis zijn met een kantoorgebouw, waardoor meer of minder mensen die er werken, één of meerdere niet specifieke symptomen gaan vertonen (die ze aan het gebouw toeschrijven)

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Effecten van discomfort (tot ziekte)…

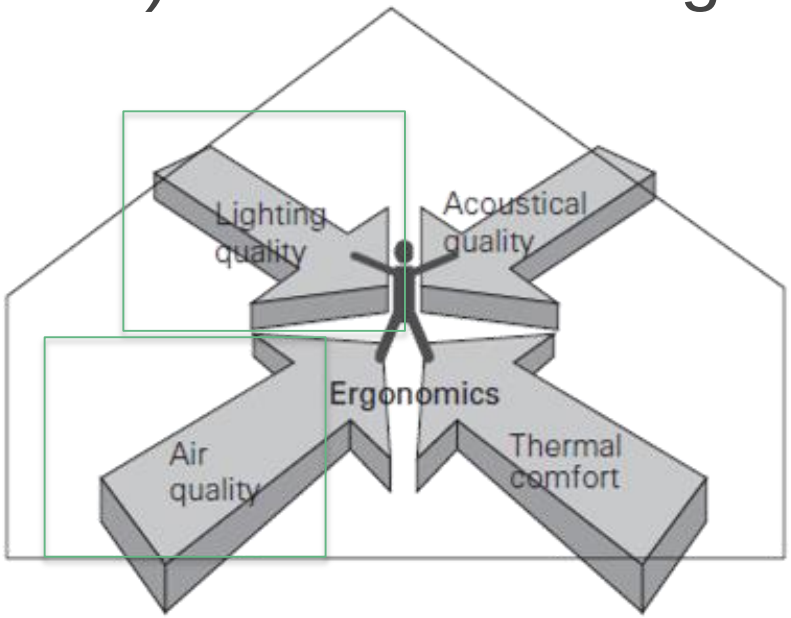
Table 1.1 *Diseases and disorders related to the human body (parts) caused by indoor environmental stress factors*

Level	Skin	Eyes	Ears	Nose	Respiratory tract
Discomfort	Warm, cold, sweat, draught	Too much light, too little light, blinding, glare, reflection	Disturbance, hearing and understanding problems	Smell, irritation	Cough; shortness of breath
Systemic effects		Tiredness	Tiredness		Chest pain; wheezing
Allergic or irritant reaction	Contact dermatitis: dry, itchy, red skin	Redness, itching, dry feeling		Runny nose, sneezing, blocked nose	Asthma and bronchitis; hypersensitivity reactions
Infectious diseases	Infection (bacterial, viral or fungal)	Rare: dry-eyes syndrome	Inflammation of the inner ear	Blocked nose, runny nose and stuffy nose; temporary loss of smell	Infection (bacterial, viral or fungal – e.g. bronchitis)
Toxic chronic effects	Radiation-related disorders (such as sunburn)	Damage to the eye by UV light; cataract forming (as a result of long-term infrared light)	Severe and permanent loss of hearing	Permanent loss of smell	Damage and/or tumours

Bron: The Indoor Environment Handbook (isbn 978-1-84407-787-8)

…vereisen inzicht in samenspel van:

- Individuele gevoeligheid (geslacht, allergieën)
- Individuele regelmogelijkheden
- (Perceptie van) effecten van 4 groepen factoren



Bron: The Indoor Environment Handbook (isbn 978-1-84407-787-8)

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Zodat we kunnen bijsturen!

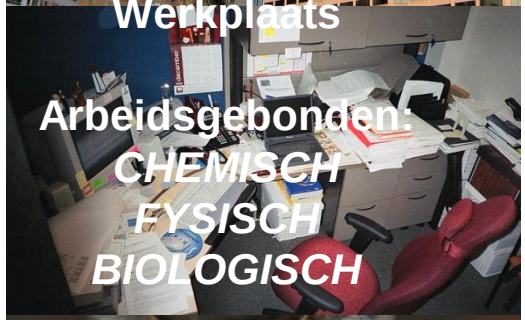
Table 1.2 *Indoor environmental factors, parameters, control and issues of concern*

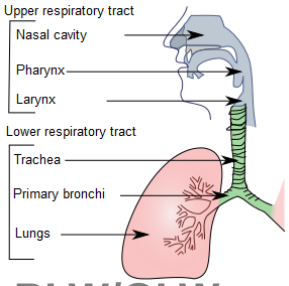
	Thermal comfort	Lighting quality	Acoustical quality	Air quality
Parameters	Temperature (air and radiant) Relative humidity Air velocity Turbulence intensity Activity and clothing	Luminance and illuminance Reflectance(s) Colour temperature and colour index View and daylight Frequencies	Sound level(s) Frequencies Duration Absorption characteristics Sound insulation Reverberation time	Pollution sources and air concentrations Types of pollutants (allergic, irritational, carcinogenic, etc.) Ventilation rate and efficiency
Control	Heating, cooling and air-conditioning systems Design of building (insulation, façade, etc.)	Luminance distribution Integration Artificial and natural lighting Daylight entrance	Acoustical control Passive noise control Active noise control	Source control Ventilation systems Maintenance Air cleaning Activity control
Issues	Dynamic effects Adaptation Integration systems (façade, floor and ceiling) Energy use	Daylight entrance relation to thermal comfort and energy use Health effects and control	Long-term health effects Vibrations and annoyance Degree of annoyance with type of noise	Interpretation and detection Secondary pollution (indoor chemistry and micro-organisms) (Fine) dust Energy use

Bron: The Indoor Environment Handbook (isbn 978-1-84407-787-8)

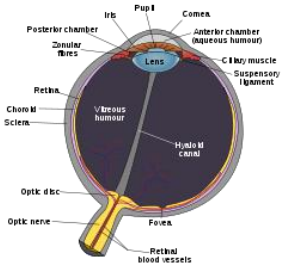
BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Oorzaken ➔ Symptomen ➔ Gevolgen

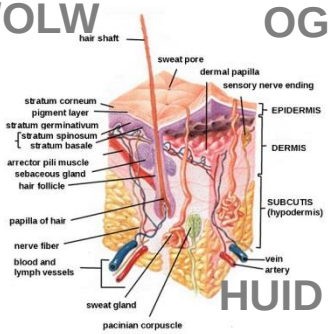




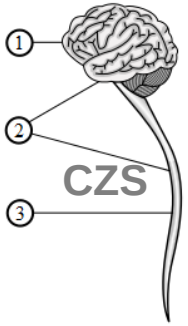
BLW/OLW



OGEN

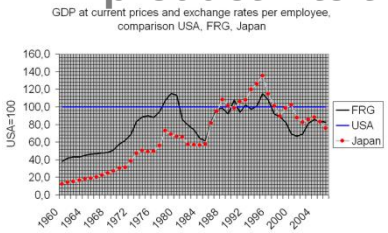


HUID

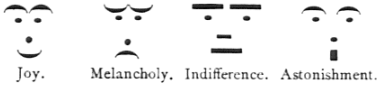


CZS

Verlies aan productiviteit



Afgenomen werktevredenheid



Literatuuronderzoek (1)

- Samengevat in artikelenreeks over comfort op de arbeidsplaatsen (in Prebes Veiligheidsnieuws)
  - Verlichting & Verluchting: aanpassing KB arbeidsplaatsen
  - (Temperatuur: KB Thermische Omgevingsfactoren)

Risicoanalyse van de verlichting

In de huidige en volgende edities van Veiligheidsnieuws zal er een artikelenreeks verschijnen over het KB Arbeidsmiddelen betreffende verlichting, verluchting, temperatuur, sociale voorzieningen en toegankelijkheid voor gehandicapten. Zoals u uit de coverfoto kan opmaken, is 'verlichting' het eerste thema dat aan bod komt in de huidige editie van Veiligheidsnieuws. U krijgt via onderstaande tekst een theoretische benadering. Aansluitend, in een tweede tekst, kan u een meer praktische uitwerking nakijken met allerhande bruikbare websites.

Maurits De Ridder
Arbeidsgezondheidkunde, Universiteit Gent
AD Humanisering van de arbeid, FOD WASO

Catherine Lootens
Adviseur Laboratorium voor Lichttechnologie
KU Leuven - Campus KAHO Sint-Lieven Gent

http://wikiprebia.prebes.be/images/f/f3/VN180_Risicoanalyse.pdf

Luchtverversing en gezondheid

Zoals in de vorige editie van Veiligheidsnieuws vermeld werd, verschijnt er een artikelenreeks over het KB Arbeidsplaatsen betreffende verlichting, verluchting, temperatuur, sociale voorzieningen en toegankelijkheid voor gehandicapten. In het vorige nummer kwam verlichting aan bod. Nu is het de beurt aan verluchting. In de hieropvolgende edities kan u het vervolg van de artikelenreeks nalezen.

Maurits De Ridder
Arbeidsgezondheidkunde Universiteit Gent
AD Humanisering van de arbeid, FOD WASO
Secretaris Belgian Society for Occupational Hygiene

Tom Geens
Wetenschappelijk medewerker Provikmo
Voorzitter Belgian Society for Occupational Hygiene

http://wikiprebia.prebes.be/images/8/88/VN181_Luchtverversing.pdf

De temperatuur op de arbeidsplaatsen

Zoals in de vorige edities van Veiligheidsnieuws vermeld werd, verschijnt er een artikelenreeks over het KB Arbeidsplaatsen betreffende verlichting, verluchting, temperatuur, sociale voorzieningen en toegankelijkheid voor gehandicapten. In het vorige nummer kwam verluchting aan bod. Nu is het de beurt aan temperatuur. In de hieropvolgende editie kan u het laatste deel van de artikelenreeks nalezen.

Maurits De Ridder
Arbeidsgezondheidkunde, Universiteit Gent
AD Humanisering van de arbeid, FOD WASO
Secretaris BSOH

Chris Linders
Departementshoofd Industriële hygiëne en toxicologie, Mensura
Lid raad van bestuur BSOH

http://wikiprebia.prebes.be/images/6/6d/VN182_De_temperatuur.pdf

BSOH BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Literatuuronderzoek (2)

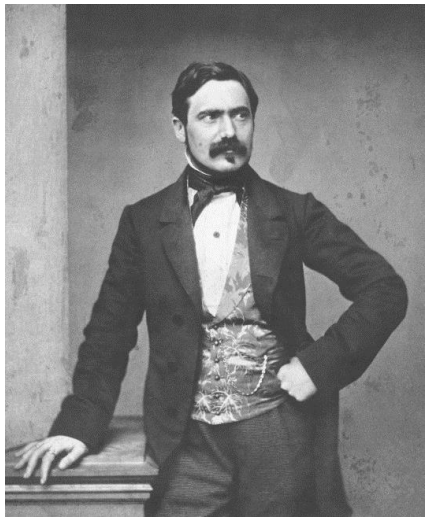
- Relatieve vochtigheid > 40 %
  - Irritatie ogen, luchtwegen
  - Versterkt door irriterende stoffen, beeldschermwerk
  - Statische elektriciteit
  - Infecties door virussen met een lipidenomhulsel (influenza, para-influenza, corona, RSV)
- Relatieve vochtigheid < 60 %
  - Infecties door virussen zonder een lipidenomhulsel (adeno, rhino)
  - Stofmijt
  - Schimmels

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Literatuuronderzoek (3)

- CO_2 < 1000 ppm
- Max Joseph von Pettenkofer, 140 jaar geleden

"A series of examinations have resulted in the conviction that one volume of carbonic acid in 1000 volumes of room air indicates the limits which divide good from bad air, always provided that man is the only source of carbonic acid in the space in question."



https://en.wikisource.org/wiki/Popular_Science_Monthly/Volume_11/June_1877/Relation_of_the_Air_to_the_House_We_Live_in

https://en.wikipedia.org/wiki/Max_Joseph_von_Pettenkofer

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Literatuuronderzoek (4)

- Binnenluchtkwaliteit: resultaten epidemiologisch en experimenteel onderzoek

Blootstelling

afhankelijk van:

- Outdoor air quality
- Indoor emissies
  - Mens (bio-effluenten)
  - Uitrusting
- Mate van ventilatie

Effect

breed:

- Klachten, symptomen
- Cognitieve performantie
- Productiviteit
- Absenteïsme
- Lange termijn (luchtweg)aandoeningen

Belangrijke invloed van psychosociale factoren!

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Literatuuronderzoek (5)

- CO_2 < 800 ppm
  - Directe versus indirecte effecten
  - Indicator van indoor air quality (proxy, surrogaat)
  - Doel:
    - Verminderen klachten
    - Verminderen absenteïsme, luchtweginfecties
    - Positief effect op cognitieve performantie
    - Verbeterde concentratie, leerprestaties

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Literatuuronderzoek (6)

- Relatieve luchtvochtigheid tussen 40 en 60 %
- Ventilatiedebiet >15 liter/s/p of < 800 ppm CO_2
- Criteria van de bouwnormen zoals EN 15251 (2007)
  - houden enkel rekening met klachten, niet met de andere effecten zoals infecties, absenteïsme en performantie
  - IDA 3: > 800 ppm boven achtergrond = 30 % ontevredenen
  - Officair 2013: “revisie van de criteria EN 15251 is nodig”
  - Men moet het breder zien dan ventilatiedebiet en CO_2: kijken naar de globale indoor air quality (ozon, VOC’s, formaldehyde, PM2.5,…), en de indoor en outdoor bronnen van verontreiniging (brongerichte aanpak) cf Vlaams binnenmilieubesluit van 11 juni 2004

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Wetgeving (1)

- FOD WASO Arbeidsplaatsen – Regelgeving
- KB Basiseisen Arbeidsplaatsen
  - 10 oktober 2012: vrij letterlijke overname uit ARAB, weinig vernieuwende zaken
  - 25 maart 2016: introductie bijlage II met minimumvoorwaarden verlichting als samenvatting van de normen NBN EN 12464-1 (binnenverlichting) en 12464-2 (buitenverlichting)
  - introductie CO_2 als parameter verluchting
  - indien een luchtverversingsinstallatie wordt gebruikt: criteria gemiddelde relatieve luchtvochtigheid

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Wetgeving (2)

- Overzicht wijzigingen: BSOH nieuwsbrief 2016/3

Update KB arbeidsplaatsen

Het Koninklijk Besluit arbeidsplaatsen van 10 oktober 2012 werd recent op een aantal punten gewijzigd, met name de criteria rond verluchting en verlichting van de werkplek werden aangepast. Zowel voor verluchting als verlichting werd een beperkt aantal wijzigingen doorgevoerd, die evenwel belangrijke implicaties met zich meebrengen.

Onze leden Jan Van Bouwel en Anne Devolder (IBEVE-IDEWE) maakten een samenvatting.

Verluchting

Voor **verluchting** bestaat de voornaamste wijziging in de vervanging van de vereiste minimum debieten voor luchtverversing (30 m3 per uur aanvoer van verse lucht en afvoer bevuilde lucht) door kwaliteitseisen voor binnenlucht. De concentratie CO_2 in de binnenlucht dient onder 800 ppm te liggen tenzij de werkgever met objectieve en gegronde redenen kan aantonen dat dit niet mogelijk is. De CO_2 concentratie mag in elk geval nooit hoger zijn dan 1200 ppm. Een belangrijk detail hierbij is dat de term "besloten werkruimten" vervangen wordt door de term "werklokalen", zodat er geen verwarring meer is met het begrip "besloten ruimten" uit andere wetgeving.

http://www.bsoh.be/sites/default/files/files/UpdateKBarbeidsplaatsen%281%29.pdf

Update AR lieux de travail

L'arrêté royal du 10 octobre 2012 fixant les exigences de base générales auxquelles les lieux de travail doivent répondre, a été récemment modifié, et plus spécifiquement les critères concernant l'aération et l'éclairage des lieux de travail. Aussi bien pour l'aération que pour l'éclairage, un nombre limité de modifications a été apporté, ce qui pourrait engendrer de nombreuses implications.

Nos membres Jan Van Bouwel et Anne Devolder (IBEVE-IDEWE) ont rédigé un résumé utile.

Aération

La principale modification concernant l'**aération** est le remplacement des débits minimum exigés(introduction d'air neuf ainsi que l'évacuation de l'air pollué sont assurées à raison de 30 m^3 par heure et par travailleur) par des exigences de qualité pour l'air intérieur. La concentration de CO_2 dans les locaux de travail doit être inférieure à 800 ppm à moins que l'employeur peut invoquer des raisons fondées et objectives que cette exigence n'est pas réalisable. La concentration de CO_2 ne peut en aucun cas dépasser les 1200 ppm. Un détail important est que dans la version néerlandaise le terme « besloten werkruimte » (lieux de travail fermés) a été remplacé par « werklokalen » (locaux de travail) afin de supprimer la confusion avec les espaces confinés « besloten ruimten » reprises dans d'autres lois.

http://www.bsoh.be/sites/default/files/files/UpdateARlieuxdetravail%281%29.pdf

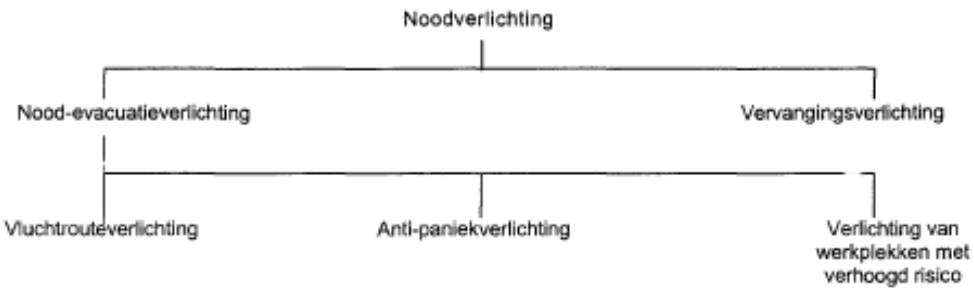
BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Verlichting (1)

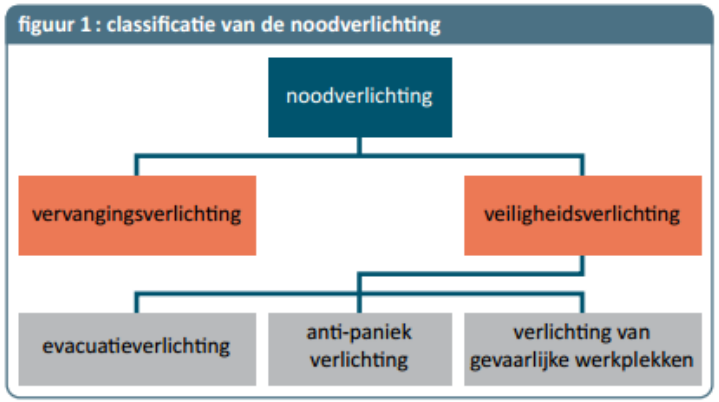
- Art 34
  - Voldoen aan de vereisten van
    - NBN EN 12464-1 binnenverlichting
    - NBN EN 12464-2 buitenverlichting
  - Ten minste bijlage 2 toepassen (samenvatting van deze 2 normen)
- Art 35
  - Noodverlichting voor arbeidsplaatsen waar werknemers bij het uitvallen van de kunstverlichting aan een verhoogd risico zijn blootgesteld (een mogelijk gevaarlijke activiteit of gevaarlijke situatie): 10 % van de normale vereiste verlichtingssterkte om een gepaste afsluitprocedure toe te passen.

Verlichting (2)

- Belgische wetgeving: verschillende benamingen en definities voor noodverlichting (volgende slide)
- Beter: gebruik NBN EN 1838:2013 over Noodverlichting



Figuur 1 – Specifieke vormen van noodverlichting



nood-evacuatieverlichting = veiligheidsverlichting
vluchtrouteverlichting = evacuatieverlichting

http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/reg/Energiezuinige_verlichting_voor_kmo.pdf

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Verlichting (3)

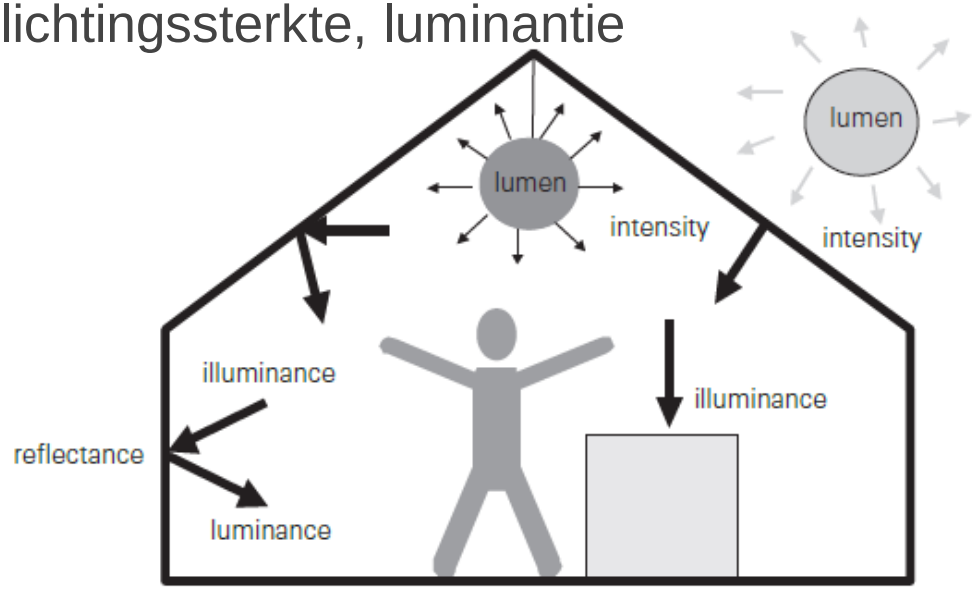
- KB Basisnormen preventie
  - Noodverlichting: kunstmatige verlichting die, bij het uitvallen van de normale kunstmatige verlichting, toelaat bepaalde activiteiten op sommige plaatsen van het gebouw verder te zetten.
  - Veiligheidsverlichting: kunstmatige verlichting die, bij het uitvallen van de normale kunstmatige verlichting, de personen toelaat een veilige plaats en de uitgangen van het gebouw te bereiken. Zij volstaat om hindernissen zichtbaar te stellen en de bij brand nodige acties uit te voeren,
- KB Tijdelijke of Mobiele bouwplaatsen, bijlage III, deel A, 3.f
  - Vluchtroutes en nooduitgangen waar verlichting noodzakelijk is, dienen te worden voorzien van een veiligheidsverlichting die bij het uitvallen van de elektrische stroom voldoende lichtsterkte bezit.
- KB Brand en Paniek Ziekenhuizen
- Besluit Vlaamse Regering Ouderenvoorzieningen

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Verlichting (4)

Belangrijke aspecten:

- Lichtstroom, –sterkte, verlichtingssterkte, luminantie
- Kleurtemperatuur
- Daglicht/kunstlicht
- Flikkeringen
- Variatiepatronen



Source: Bluyssen

Figure 3.12 *Light parameters in an indoor space*

Estetische en
Functionele verlichting
kiezen in functie van uit
te voeren werk op de
arbeidsplaats
(cave "flexibiliteit")

Risicoanalyse van de verlichting (De Ridder en Lootens, 2013)

www.bsoh.be, tools, fysische agentia (Binnenklimaat, niet-ioniserende straling)

http://www.ibe-biv.be/media/pdf/IBE-BIV_Code_van_goede_praktijk_12464_1__NL__2007.pdf

Bron: The Indoor Environment Handbook (isbn 978-1-84407-787-8)

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Verlichting (5)

- BSOH Fysische agentia: Verlichting

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Login voor leden

Nederlands

Home | BSOH | Lid worden | Tools | Consortium Welzijn | Vacatures | Nieuws RSS | Contact | Opleiding

Home » Tools » Fysische agentia » 7. Verlichting

7. Verlichting

Achtergrond

Natuurlijke en kunstmatige lichtbronnen die zichtbaar licht uitzenden (licht met golflengtes tussen 400 - 780 nm) kunnen personen en objecten verlichten die zich in hun omgeving bevinden, zodat deze objecten door het menselijk oog kunnen worden waargenomen. De kwaliteit van de verlichting in een bepaalde ruimte bepaalt niet allen de kwaliteit van het werk dat we in die ruimte kunnen verrichten, maar draagt ook bij tot de subjectieve beleving van die ruimte (visueel comfort), en dus ook tot het welzijn van de werknemer. De lichtsterkte I wordt gemeten in Candela (Cd) in één richting loodrecht op een oppervlak. Van de lichtsterkte afgeleide grootheden zijn de Lichtstroom (lichtsterkte in alle richtingen in lumen, lm of cd.sr), Specifieke lichtstroom of lichtrendement (in lm/W), Luminantie (helderheid, in cd/m²) en verlichtingssterkte (in lux, lx = lm/m²). Zeer hoge lichtniveau's (luminantie >10000 cd/m²) kunnen acuut schadelijk zijn voor het oog (bv. minutenlang in de zon kijken, onafgeschermde halogeenlamp, vlamboog bij lassen,...) en het is ook niet uitgesloten dat levenslange blootstelling aan hoge lichtniveau's (−= 3000 cd/m²) ook schade veroorzaakt. Bij binnenverlichting zal er zelden sprake zijn van directe gezondheidsschade, maar kunnen er natuurlijk wel klachten optreden (oogvermoeidheid, hoofdpijn, meer fouten, andere gevaarlijke toestanden) wanneer verlichtingssterkte (het lichtniveau in de werkruimte is te laag, er valt te weinig licht op het werk, er valt teveel licht op een document(houder)), lichtinvalsrichting (er hinder is van spiegelingen in het beeldscherm, er hinder is van glans, er hinder is van schaduwen,...), kleureigenschappen suboptimaal zijn of wanneer er verblinding optreedt.

Tweets van BSOH

bsoh
@bsoh

studiedag verlichting en verluchting / journée d'étude aération et éclairage: thank you @bsoh, besweb.be & @FODWerk

15s

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Verluchting (1)

- Art 36
  - “de werknemers moeten in de werklokalen over voldoende verse lucht beschikken”
  - verse lucht = lucht van buiten die naar binnen gebracht wordt om de verontreiniging te verdunnen
  - < 800 ppm CO_2 (plafondwaarde, geen middelingsduur, absolute waarde)
  - < 1200 ppm CO_2: indien de werkgever kan aantonen dat < 800 om objectieve en gegronde redenen niet mogelijk is
  - de wetgeving verplicht een doel, niet het toepassen van bepaalde technieken, de werkgever bepaalt zelf hoe hij het doel haalt

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Verluchting (2)

- Objectieve en gegronde redenen
  - de werkgever moet:
    - een gedocumenteerd onderzoek uitvoeren naar alle technische en organisatorische mogelijkheden om de CO_2 concentratie te beperken tot 800 ppm;
    - een motivatie geven waarom deze oplossingen niet mogelijk zijn;
    - hierover het advies vragen van de bevoegde preventieadviseur en van het comité PBW;
    - bij discussie het probleem voorleggen aan de bevoegde sociaal inspecteur van TWW;
  - geval per geval benadering!

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Verluchting (3)

- Art 38
  Indien een luchtverversingsinstallatie wordt gebruikt, voldoen aan volgende voorwaarden:
  - Verse lucht gelijkmatig verdelen over de werklokalen
  - Geen hinder door temperatuurschommelingen, tocht, lawaai of trillingen
  - Over de werkdag gemiddelde relatieve vochtigheid
    - tussen 40 en 60 % tenzij dit om technische redenen niet mogelijk is
    - tussen 35 en 70 % indien de lucht geen chemische of biologische agentia bevat die een risico kunnen vormen
  - Goed onderhouden en gereinigd worden (geen bron van verontreiniging of besmetting)
  - Voorzien van een controlesysteem om storingen te melden
  - Regelmatig gecontroleerd door een bevoegd persoon

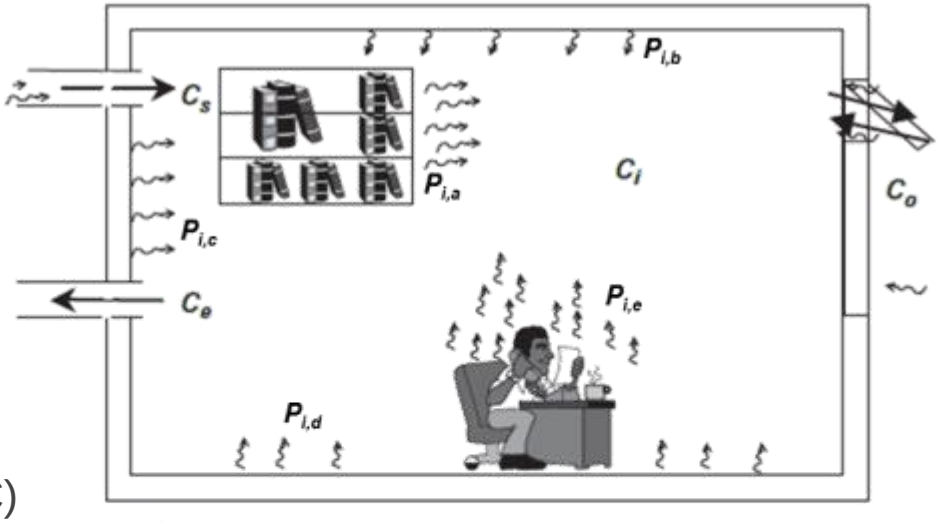
BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Verluchting (4)

Biologisch (pollen, micro-organismen, sporen,…)

Chemisch

- PM
  - Stof
  - Mist
  - Rook
- Gas/Damp
  - Anorg
  - Org (VOC)
- Radioactief



VdC/dt = mass change in time

= supply + production (emission) – exhaust – removal

C_i C_s $P_{i,a} + P_{i,b} + P_{i,c} + \ldots$ C_e

Source: Bluyssen

Figure 3.19 *Factors determining the indoor concentration of an air pollutant: C = concentration of pollutant in supply air (s), exhaust air (e), indoor air (i) and outdoor air (o)*

Bron: The Indoor Environment Handbook (isbn 978-1-84407-787-8)

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Verluchting (5)

- BSOH Fysische agentia: Binnenklimaat

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Login voor leden

Nederlands

Home | BSOH | Lid worden | Tools | Consortium Welzijn | Vacatures | Nieuws RSS | Contact | Opleiding

Home » Tools » Fysische agentia » 1. Binnenklimaat

1. Binnenklimaat

Achtergrond

We maken het onderscheid tussen warmte- en koudebelasting (extreme situaties) en de problematiek rond het binnenklimaat (gematigde omstandigheden). Binnenklimaat op zich is dan weer een samenspel van algemeen en lokaal thermisch discomfort (koude, warmte, tocht,...) en binnenluchtkwaliteit (ventilatieproblematiek, verontreinigende stoffen,...). Bovendien is het voor discussie vatbaar of we binnenklimaatproblematiek tot de arbeidshygiëne of de ergonomie rekenen.

Wetgeving

- KB Algemene basiseisen arbeidsplaatsen (10/10/2012)
- (ARAB Hoofdstuk II, Afdeling I, Art. 55 tot 58)
- Binnenmilieubesluit (11/06/2004)
- KB Thermische omgevingsfactoren (04/06/2012)

Normering

- NBN EN ISO 7726:2001 Ergonomie van de thermische omgeving - Instrumenten voor het meten van fysische grootheden (ISO 7726:1998)
- NBN EN ISO 7730:2006 Ergonomie van de thermische omgeving - Analytische bepaling en interpretatie van thermische behaaglijkheid door berekening van de PMV- en PPD-waarden en door criteria voor de plaatselijke thermische behaaglijkheid (ISO 7730:2005)
- NBN EN 13779 NL:2010 Ventilatie voor niet-residentiële gebouwen - Prestatie-eisen voor ventilatie- en luchtbehandelingssystemen

Tweets van BSOH

bsoh
@bsoh

studiedag verlichting en verluchting / journée d'étude aération et éclairage: thank you @bsoh, besweb.be & @FODWerk

4h

bsoh Retweeted

EU-OSHA
@EU_OSHA

Control the risks of handling hazardous substances in the workplace: read about

BSOH BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Binnenluchtkwaliteit (1)

- in en rond gebouwen en structuren
- behartigt gezondheid en comfort van <u>mensen</u>
- te *objectiveren* via samenspel van factoren
  - chemische (CO, CO_2, Radon, Ozon, VOCs,…)
  - biologische (bacteriën, schimmels,…)
  - fysische (Temp, RV, luchtsnelheid,…)
- … en het *subjectieve* oordeel van de <u>mensen</u>?
- eerder *comfortbenadering* dan toxicologische

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Binnenluchtkwaliteit (2)

- neemt af naarmate
  - emissies toenemen (VOCs uit vaste stoffen of vloeistoffen, CO_2 uit verbranding, ademhaling mensen/dieren) …
  - verdunning vervuilde lucht met niet-vervuilde lucht afneemt
- neemt toe naarmate
  - emissies afnemen
  - verdunning vervuilde lucht met niet-vervuilde lucht toeneemt
- relaties tussen emissie en dilutie

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Binnenluchtkwaliteit (3)

- 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,…

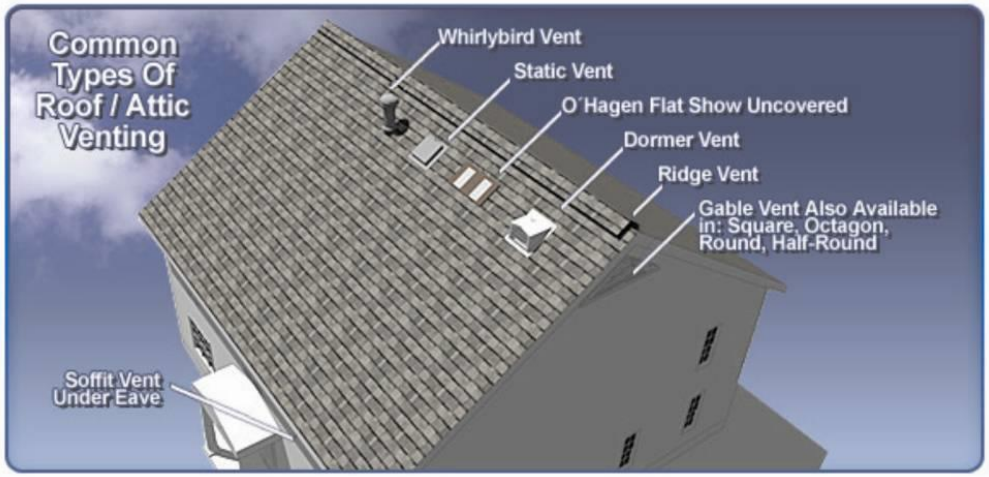
BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

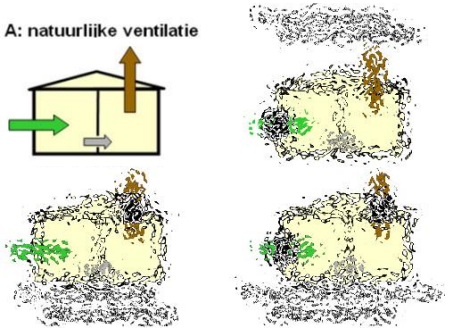
Binnenluchtkwaliteit (4)

- Collectieve aanpak: <u>ventileren</u>
  - CO_2, 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**)

Ventilatie beoordelen (1)

- Kwalitatief
  - Natuurlijk (zonder mechanisch systeem, passief)
    - temperatuur-, druk- en vochtigheidsverschillen (o.a. stack effect) leidend tot **in- en exfiltratie (onbewust)**
    - ventilatie **systeem A (bewust)**, wind driven ventilation



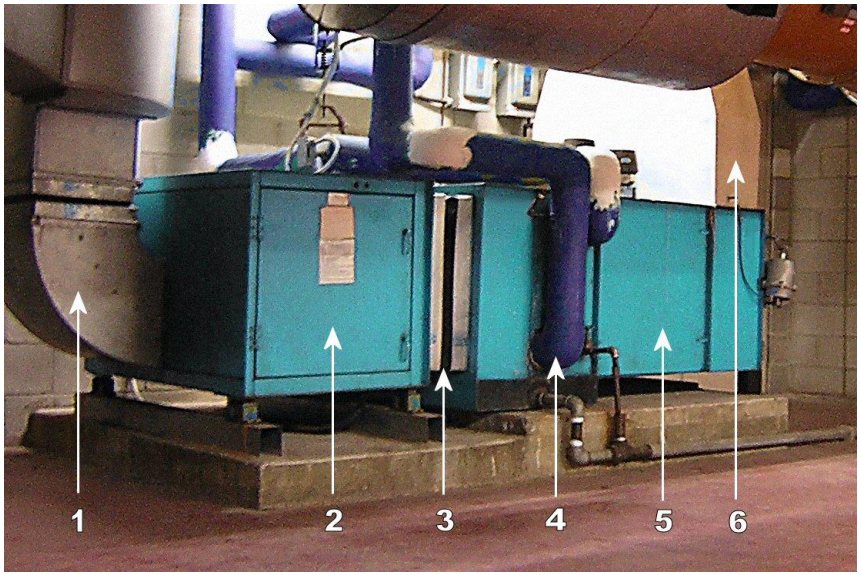


http://y-tech.be/VentilatieSystemen.htm

Jason Lien and Noor Ahmed (2011). Wind Driven Ventilation for Enhanced Indoor Air Quality, Chemistry, Emission Control, Radioactive Pollution and Indoor Air Quality, Dr. Nicolas Mazzeo (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/17059. Available from: http://www.intechopen.com/books/chemistry-emission-control-radioactive-pollution-and-indoor-air-quality/wind-driven-ventilation-for-enhanced-indoor-air-quality

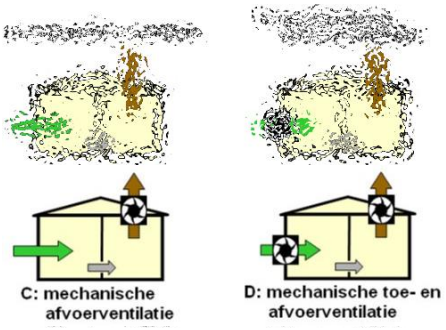
Ventilatie beoordelen (2)

- Kwalitatief
  - Geforceerd (met mechanisch systeem, actief)
    - vooral ventilatie **systeem C** (**roosters** gecombineerd met **extractie**) en **systeem D** (**balanssysteem**)



1 - Toevoerkanaal
2 - Ventilatorcompartiment
3 - Trillingsmanchet
4 - Verwarming en/of koelelement
5 - Filtercompartiment
6 - Buitenluchtaanzuig-/recirculatiekanaal

https://nl.wikipedia.org/wiki/HVAC



http://y-tech.be/VentilatieSystemen.htm

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Ventilatie beoordelen (3)

- Kwantitatief: luchtdebiet (**Q**)
  - aanvoer volume verse (en afvoer vervuilde) lucht in de ruimte per tijdseenheid (m^3/h, m^3/min, m^3/s, l/s,…)
  - relatie van Q met binnenluchtkwaliteit bepaald door
    - **vloeroppervlak** (O_r in m^2) en (standaard?) hoogte (**Q/O_r**)
    - **volume van de ruimte** (V_r in m^3) (**Q/V_r** is beter bekend als **λ** en geeft waarden per tijdseenheid zoals VV/KVH/ACH/ACR/AER (/h) en **V_r/Q** als **1/λ** of waarden in tijden zoals nL (h))

Airflow rate conversion table

volume m3	flow m3/h	flow m3/min	flow l/sec	aer /h	aer /min	aer /sec	nL h	nL min	nL sec
60.0000	60.0000	1.0000	16.6667	1.0000	0.0167	0.0003	1.0000	60.0000	3600.0000

    - **personen** (p in aantal) in de ruimte (**Q/p**) en de mate waarin ze de lucht vervuilen (emissie van bio-effluenten)

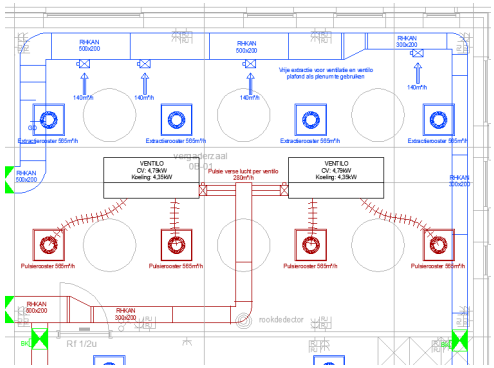
BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

De hamvraag

- Krijgen de mensen “voldoende” verse lucht?
- Wordt de “werkelijk” geleverde hoeveelheid verse lucht ($Q_{\text{“werkelijk”}}$) per persoon (p) gehaald zoals geconcipieerd bij “ontwerp”?
  - $Q_{\text{“werkelijk”}} >= Q_{\text{“ontwerp”}}$
  - $p_{\text{“werkelijk”}} <= p_{\text{“ontwerp”}}$ en dus $Q_{\text{“werkelijk”}}/p >= Q_{\text{“ontwerp”}}/p$
  - geen hercompartimenteringen van ruimtes?
  - wel degelijk onderhoud van ventilatiesystemen?
- Hoe beide waarden kwantificeren?

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

De hamvraag

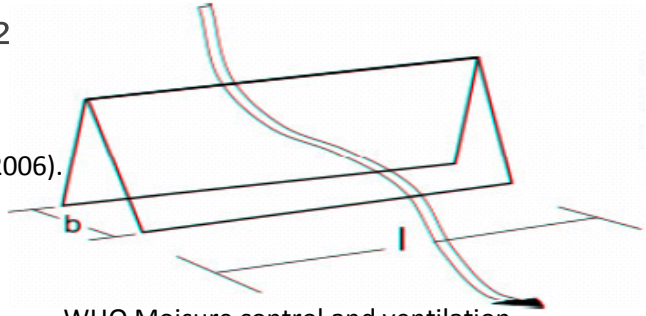


- Hoe moeten we $Q_{\text{“ontwerp”}}$ inschatten?
  - plannen van het ventilatiesystem (m³/h)
  - documentatie van de fabrikant
    - bv. roostertypes in combinatie met drukverschillen: (m³/h/m)
  - natuurlijke ventilatie vuistregel geopend oppervlak
    - in tegenovergelegen gevels 1 m³/s/m²
    - in zelfde gevel 0,2 m³/s/m²

      GGD-RICHTLIJN BEOORDELEN VAN VENTILATIE SCHOLEN. Habets T *et al* (2006).
      https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/GGD-richtlijn%20beoordelen%20van%20ventilatie%20scholen.pdf
  - natuurlijke ventilatie stack effect
    https://en.wikipedia.org/wiki/Stack_effect
- Hoe moeten we $Q_{\text{“werkelijk”}}$ meten?

technische waarden < Inl

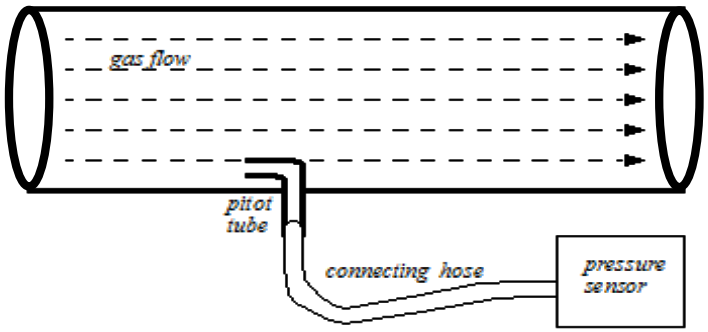
Pagina	Debiet q1 bij 2 Pa (m³/h/m)	Debiet q1 bij 10 Pa (m³/h/m)	L0 2Pa	L0 10Pa	Debiet Q bij 2 Pa (m³/h/m)	Debiet Q bij 10 Pa (m³/h/m)
8	53,0	53,0	0,10	0,11	51,3	47,1
10	67,0	60,0	0,08	0,09	66,6	59,2
12	58,0	56,0	0,04	0,01	57,2	64,4
14	44,0	43,0	0,06	0,03	41,7	50,4



WHO Moisure control and ventilation
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK143947/

Ventilatie meten (1)

- eenvoudig in een buis (luchtsnelheid) … (€)
  - debiet = snelheid * oppervlak of Q = v * a
  - bv. luchtsnelheid v = 1 m/s of 100 cm/s en a = 100 cm²
  - Q = v * a of 10000 cm³/s of 10 l/s



https://www.researchgate.net/publication/227622496_Airflow_Measurement_Techniques

https://nl.wikipedia.org/wiki/Pitotbuis

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Ventilatie meten (2)

- iets moeilijker buiten de buis (debiet) … (€€)
  - directe aflezing van debieten

https://www.researchgate.net/publication/227622496_Airflow_Measurement_Techniques

https://www.bsria.co.uk/instrument/sales/airflow/air-capture-hood-sets/

http://www.ivytools.com/Air-Flow-Capture-Hoods-s/1976.htm

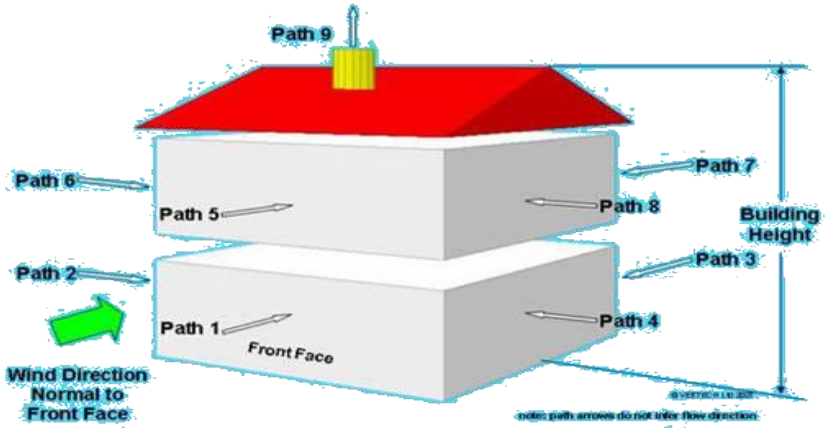
http://acin.nl/product/flowfinder-mk-2/

Ventilatie meten (3)

- complex voor een (deel van) een gebouw…
  - locatie (stad/platteland)
  - klimatologische omstandigheden (temperatuurverschillen binnen/buiten, drukverschillen (windrichting en -snelheid), vochtigheidsverschillen)
  - ventilatiepaden (tussen ruimte onderling en naar buiten)

luchtsnelheidsmetingen in venster- en deuropeningen onbruikbaar!

Hoe Q afleiden???



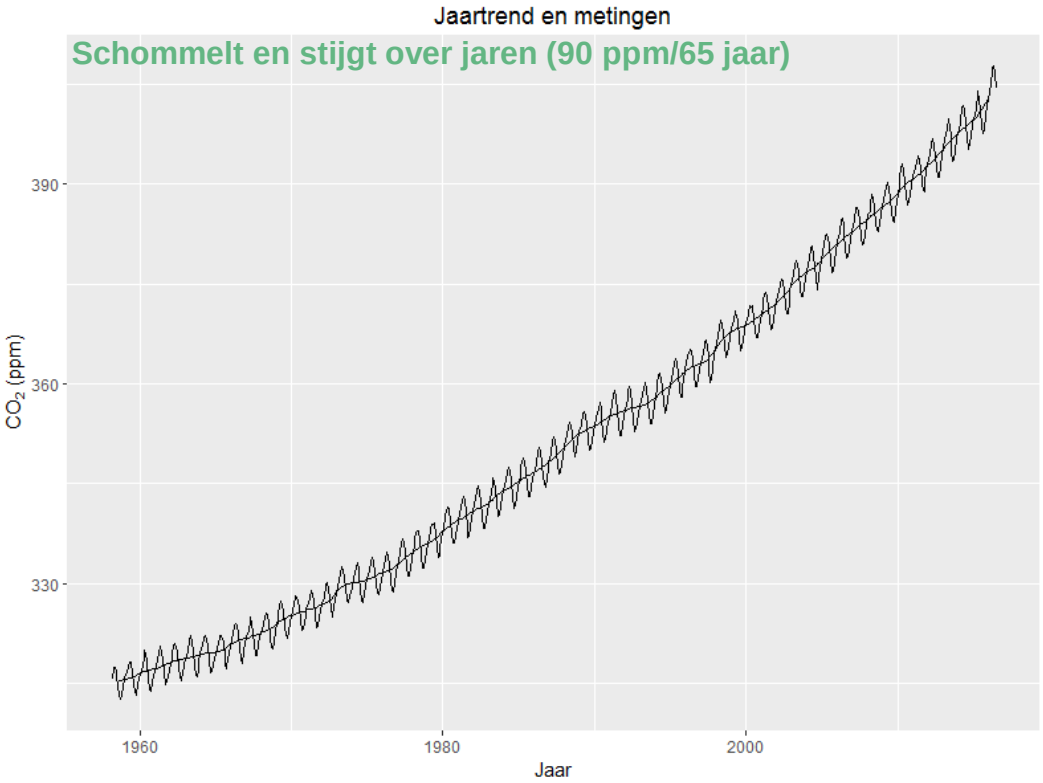
CO_2 als tracer

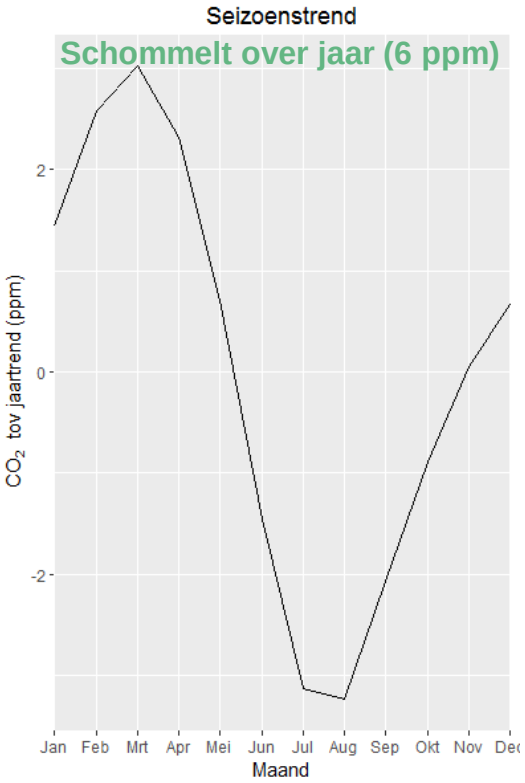
- Mensen zijn een sterke (maar zeker niet de enige) bron van binnenluchtverontreiniging:
  - Ze ademen lucht in van grofweg 400 ppm CO_2
  - Ze ademen lucht uit van grofweg 40000 ppm CO_2

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

CO_2 als tracer

- Ademen lucht in van grofweg 400 ppm CO_2

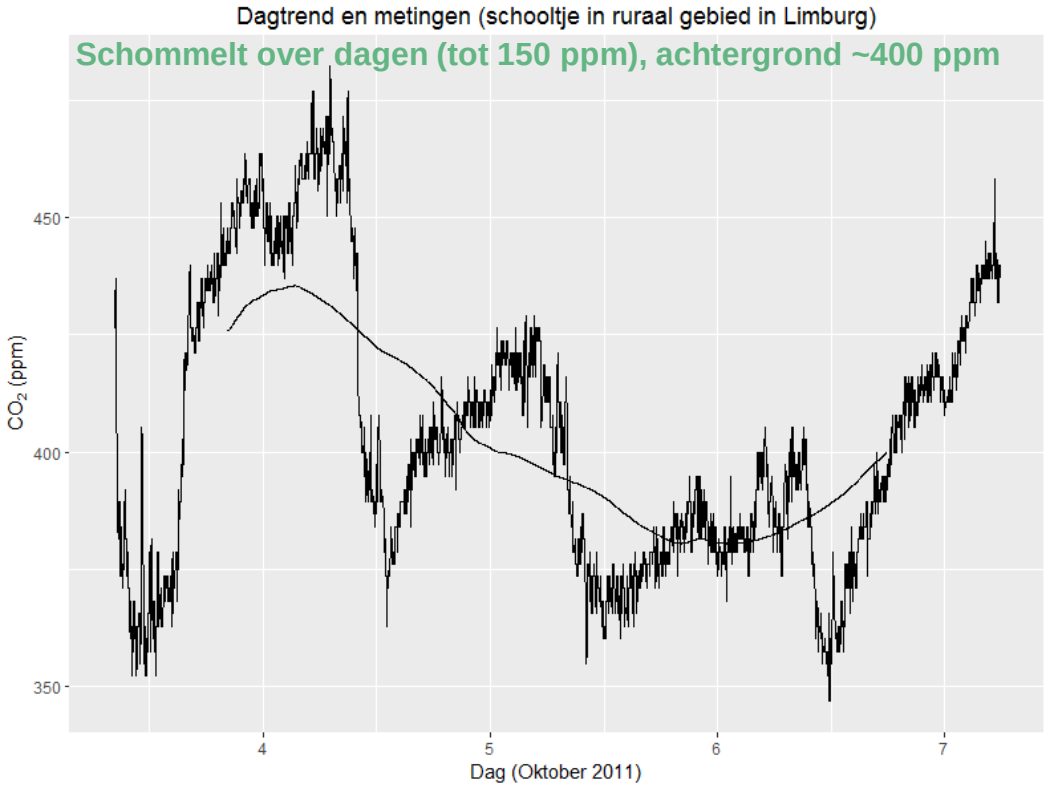


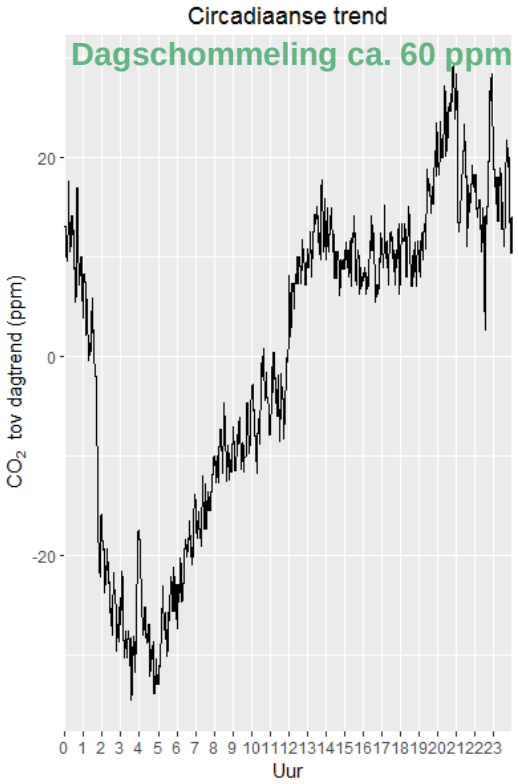


http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html

CO_2 als tracer

- Ademen lucht in van grofweg 400 ppm CO_2

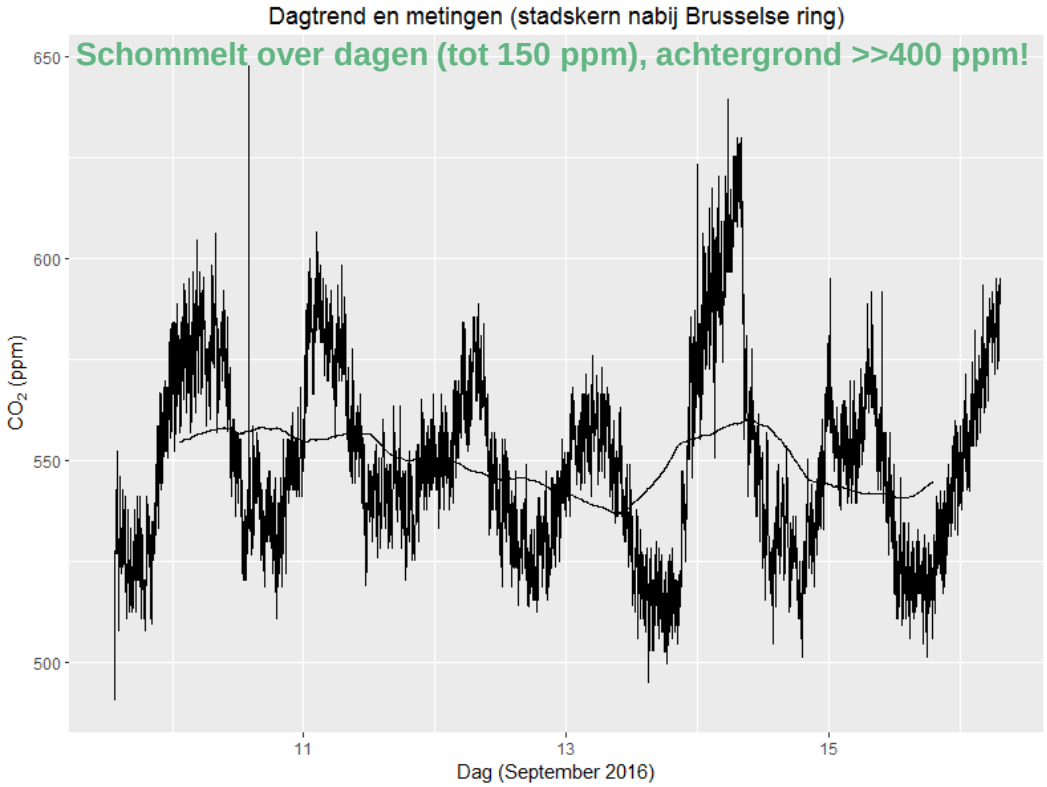


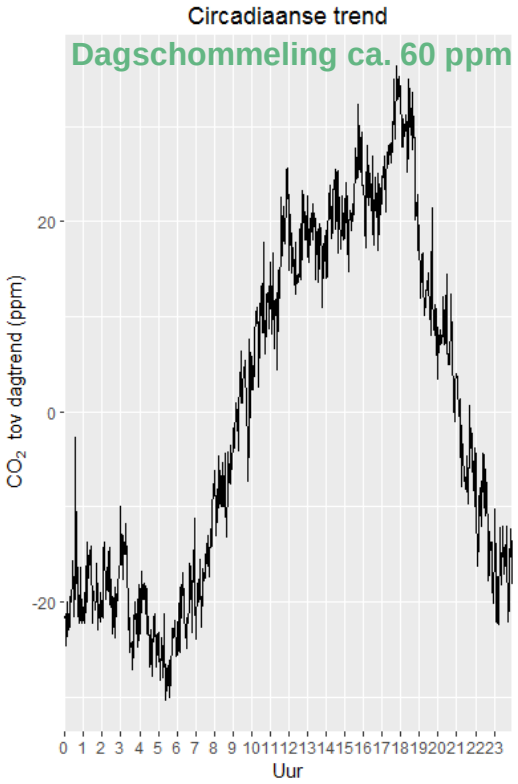


Data ter beschikking gesteld door dr. M. Stranger (VITO)

CO_2 als tracer

- Ademen lucht in van grofweg 400 ppm CO_2

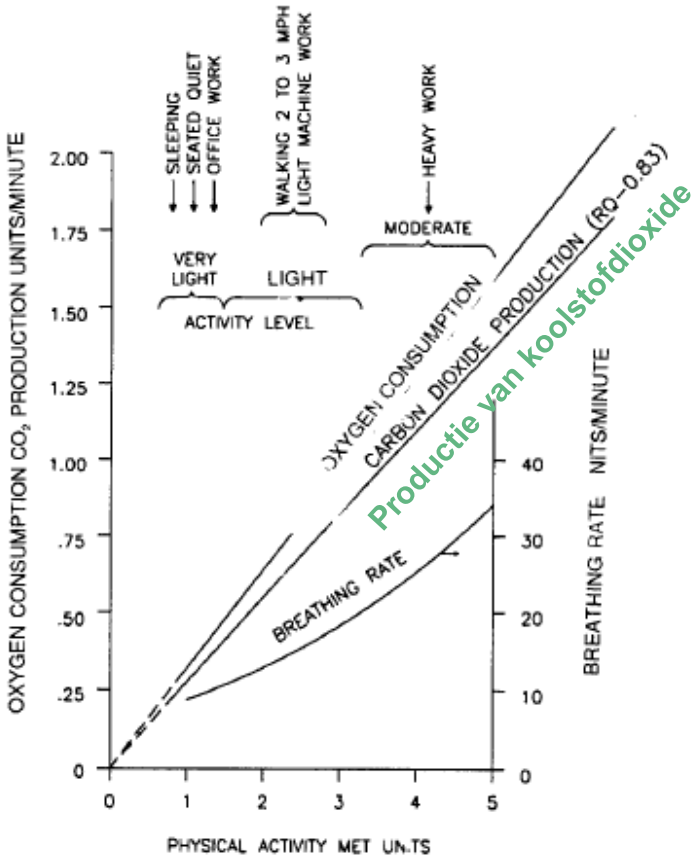




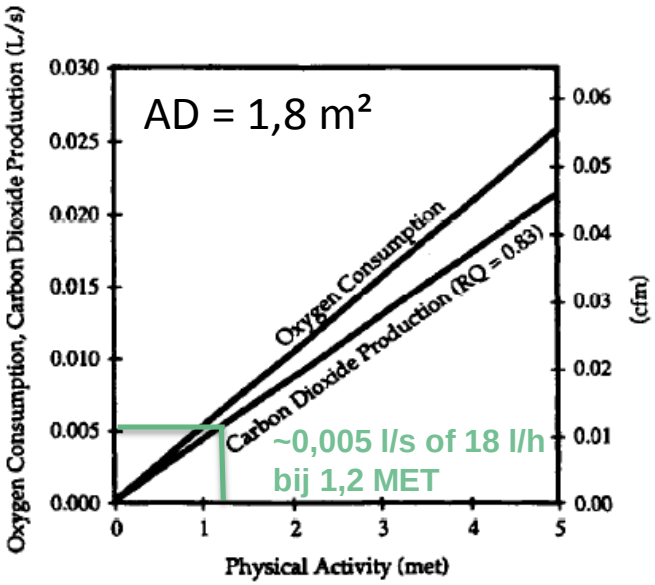
Data ter beschikking gesteld door prof. F. Descamps (VUB, Daidalos Peutz)

CO_2 als tracer

- Ademen lucht uit van grofweg 40000 ppm CO_2



Chamberlin et al. (1995) http://www.dtic.mil/get-tr-doc/pdf?AD=ADA299145



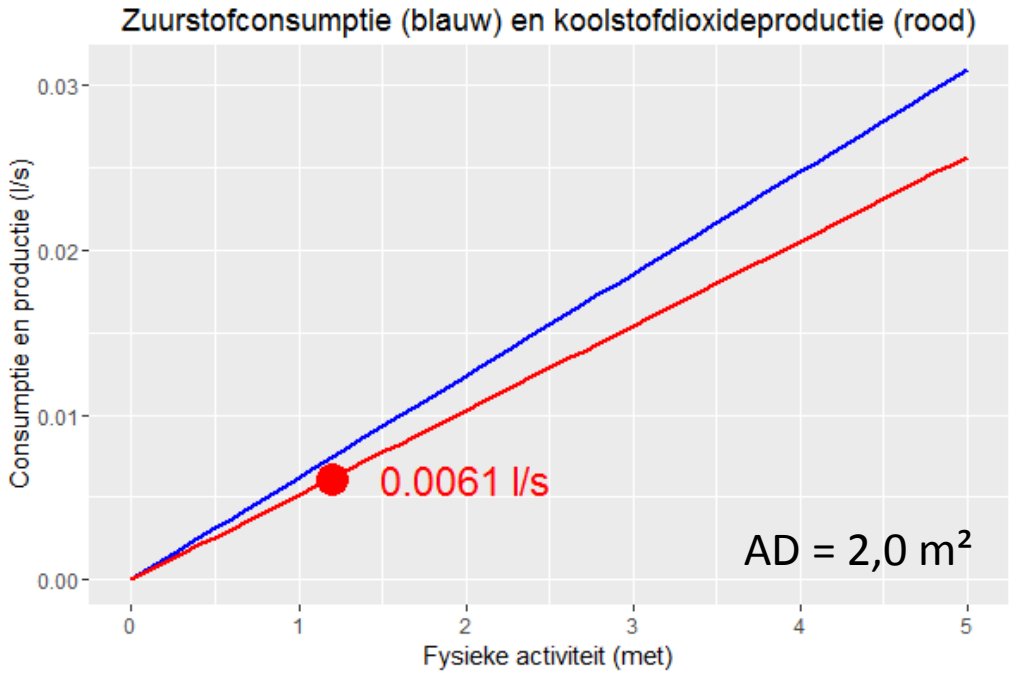
Persily (1994) http://fire.nist.gov/bfrlpubs/build97/art044.html

$$P_{CO_2} = 1.589 \times 10^{-4}\left(94.4A_D + 83.9Met + 21.0C_g - 149.7\right)$$

Tajima (2014) http://www.aivc.org/sites/default/files/79.pdf

CO_2 als tracer

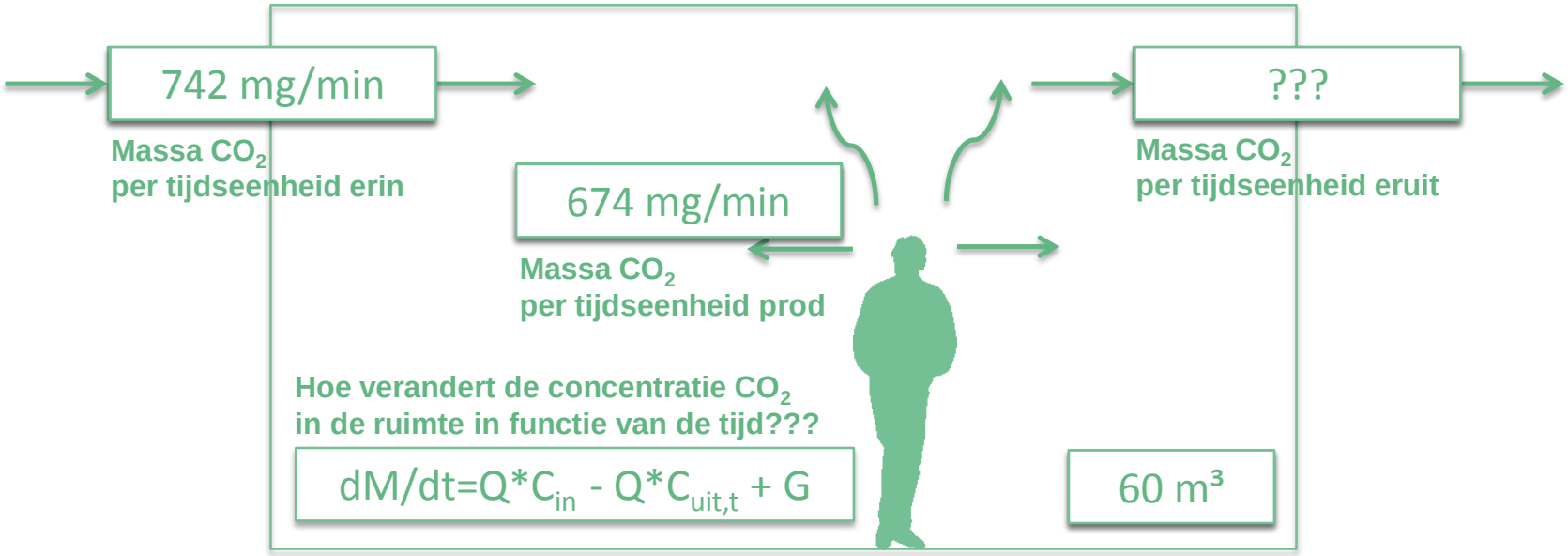
- Ademen lucht uit van grofweg 40000 ppm CO_2
  - Standaard (AD=1,8 m², 0 °C en 1013 hPa): 0,005 l/s
  - Belg van 1,8 m en 80 kg (AD=2,0 m², 21 °C en 1013 hPa): 0,006 l/s of als massaflow 674 mg/min



parameter	waarde	eenheid	grootheid
H	1,8	m	lengte
W	80	kg	gewicht
AD	2,001621	m²	dubois lichaamsoppervlak
RQ	0,83	/	respiratoir quotient
fac	0,005749	/	factor
M	1,2	MET	metabolisme per eenheid lichaamsoppervlak
VO2st	0,006899	l/s	zuurstofverbruik
VCO2st	0,005726	l/s	koolzuurproductie
p	101325	Pa	luchtdruk
t	21	°C	temperatuur
VO2am	0,00743	l/s	zuurstofverbruik
VCO2am	0,006167	l/s	koolzuurproductie
nCO2	0,000255	mol/s	deeltjesproductie (PV=nRT)
gCO2	0,011241	g/s	koolzuurproductie
gCO2	674,4863	mg/min	koolzuurproductie

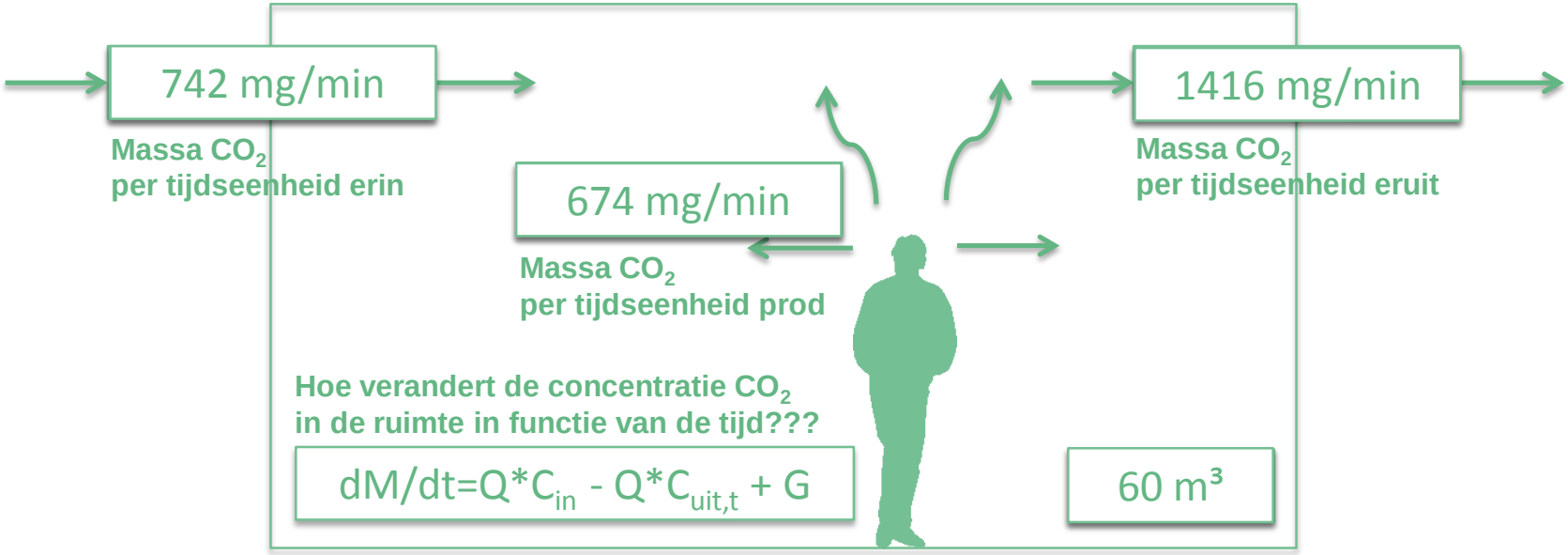
CO_2 als tracer

- Een eenvoudige massabalans voor CO_2
  - $dM/dt = V_r * dC_{uit,t}/dt = Q*C_{in} - Q*C_{uit,t} + G$
  - V_r = 60 m³, $Q_{in,t} = Q_{uit,t} = Q$ bv. 60 m³/h of 1 m³/min
  - $C_{in(,t)}$ ~ 400 ppm of 742 mg/m³, $C_{uit,t}$ = ???
  - $G_{(t)}$ = 0,006 l/s of 674 mg/min



CO_2 als tracer

- Een eenvoudige massabalans voor CO_2
  - in <u>steady state</u> (systeem is in evenwicht) is dM/dt=0
  - $0=Q*C_{in} - Q*C_{uit=steady\ state} + G$
  - $Q=G/(\mathbf{C_{uit,\ steady\ state}} - C_{in})$ of 674/(**1416** - 742) = 1 m³/min

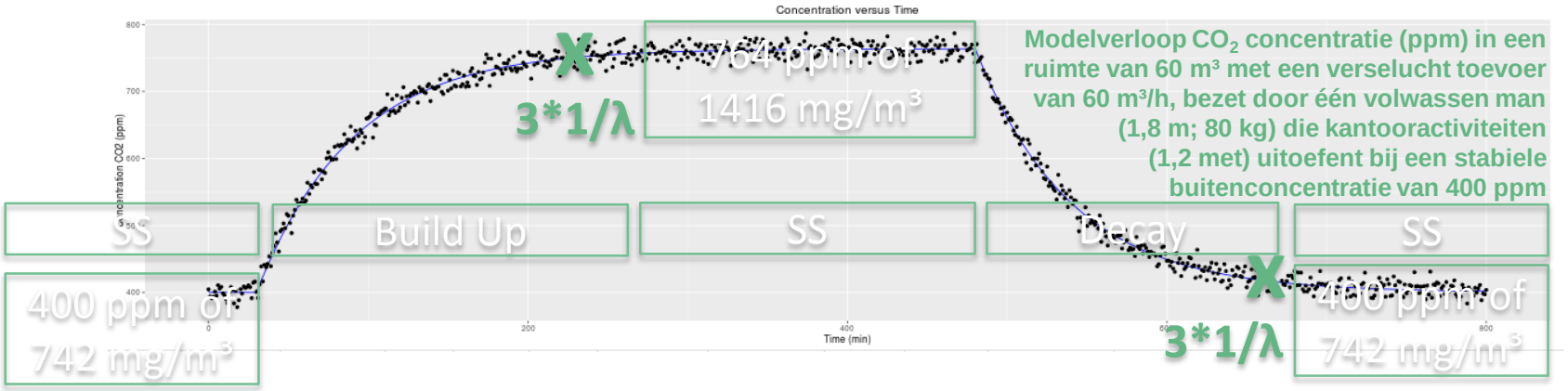


BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

CO_2 als tracer

- Een eenvoudige massabalans voor CO_2
  - in <u>steady state</u> is dM/dt=0 en vinden we Q=1 m³/min
  - vuistregel om steady state te bereiken: **95% na 3*1/λ**
    - voor een AER van 1/h (60 m³/h / 60 m³) is dit 3h
    - voor een AER van 0,5/h (30 m³/h / 60 m³) is dit 6h
    - **Q berekenen met de SS formule vóór SS bereikt is leidt tot (soms grove) overschattingen van het werkelijke debiet!**

Combined plot



BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

CO_2 als tracer

- Een eenvoudige massabalans voor CO_2
  - in <u>steady state</u> is dM/dt=0 en vinden we Q=1 m³/min
  - vuistregel om steady state te bereiken: **95% na 3*1/λ**

	Time span [hours] to reach nearly equilibrium concentration C_{eq}		
Air change rate [hours]	95% C_{eq}	98% C_{eq}	99% C_{eq}
0	-	-	-
0.01	300	400	460
0.05	60	80	92
0.1	30	40	46
0.2	15	20	23
0.3	10	13	15
0.4	7.5	10	11.5
0.5	6	8	9.2
1	3	4	4.6
1.5	2	2.7	3
3	1	1.3	1.5

Detlef Laussmann and Dieter Helm (2011). Air Change Measurements Using Tracer Gases: Methods and Results. Significance of air change for indoor air quality, Chemistry, Emission Control, Radioactive Pollution and Indoor Air Quality, Dr. Nicolas Mazzeo (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/18600. Available from: http://www.intechopen.com/books/chemistry-emission-control-radioactive-pollution-and-indoor-air-quality/air-change-measurements-using-tracer-gases-methods-and-results-significance-of-air-change-for-indoor

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Airflow rate conversion table

volume m3	flow m3/h	flow m3/min	flow l/sec	aer /h	aer /min	aer /sec	nL h	nL min	nL sec
60.0000	60.0000	1.0000	16.6667	1.0000	0.0167	0.0003	1.0000	60.0000	3600.0000

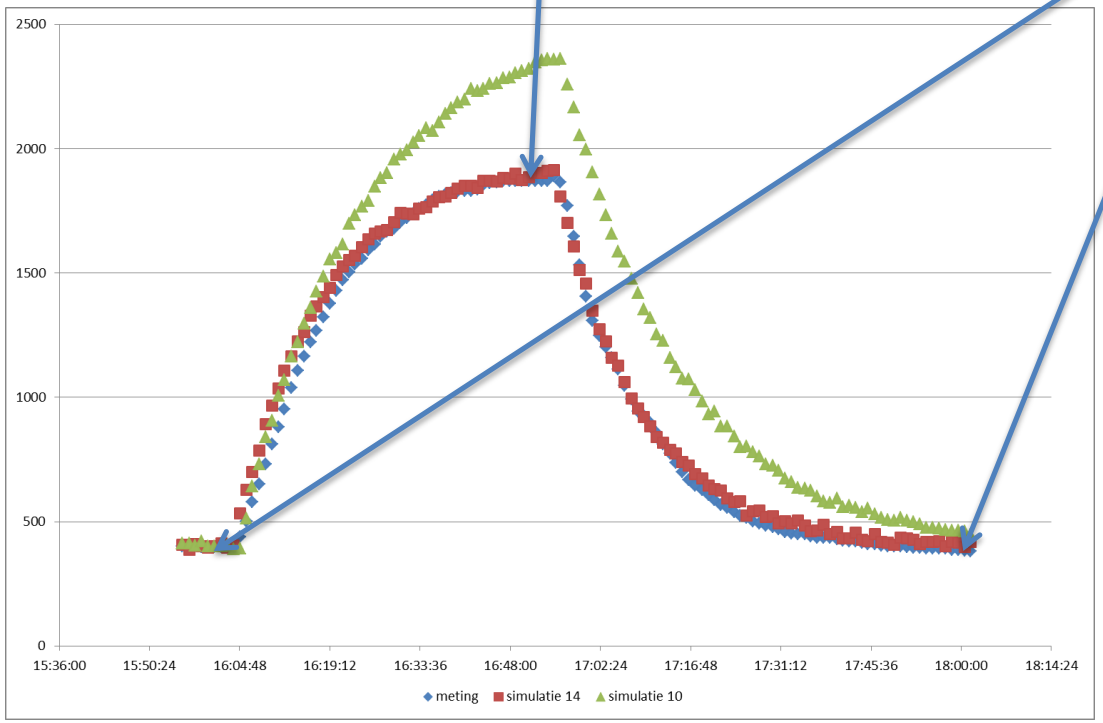
Steady State Analysis
Equilibrum Analysis
Constant Injection Analysis

CO_2 als tracer

- Een eenvoudige massabalans voor CO_2
  - **Q** afleiden uit <u>steady state</u> CO_2 meting (bij bezetting)
    - 674 mg/min / (1416 mg/m³ binnen - 742 mg/m³ buiten)=1 m³/min
    - 0,0061 l/s / (0,000764 binnen - 0,000400 buiten)=16,7 l/s
  - SS CO_2 <u>kan</u> een maat zijn voor verluchting als
    - toevoer/afvoerdebiet (Q), buitenluchtconcentratie CO_2 (C_{in}) en aantal personen (n) niet wijzigen in de tijd
    - de productie CO_2 per persoon (G) niet wijzigt in de tijd en er géén andere CO_2 bronnen dan personen aanwezig zijn
    - er géén gradiënten of kortsluitingen zijn (goede menging)
    - er géén luchtuitwisseling is met ruimtes (anders equivalent Q)
    - de concentratie CO_2 (C_{uit}) niet meer wijzigt: $C_{uit} = C_{SS}$ of C_{eq}
  - SS dus niet evident… DC en BU = specialistenwerk!

CO_2 als tracer

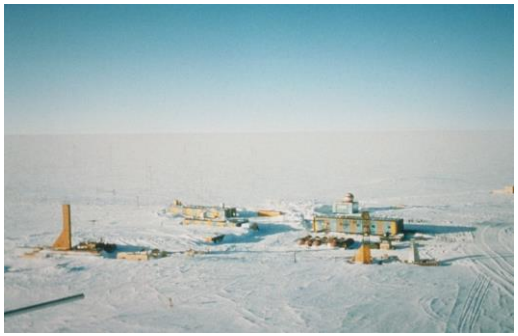
- Voorbeeld geldige steady state analyse voor CO_2
  - 0,0061 l/s / (0,001900 ppm binnen - 0,000400 ppm buiten) = 4 l/s = 14 m³/h



Toetsingskader

- Schade versus hinder

Vostok, Antarctica, 21/07/1983:
-87,9 °C



https://en.wikipedia.org/wiki/Lowest_temperature_recorded_on_Earth

Je (ideale?) (regelbare?) bureau:
20-24 °C 's zomers en 22-26 °C 's winters

JEP! Concept (Van Delft group)

Death Valley, 10/07/1913:
+56,7 °C

https://en.wikipedia.org/wiki/Highest_temperature_recorded_on_Earth

- Toxicologische limieten worden opgesteld om gezondheidsschade te vermijden
- Comfort limieten worden opgesteld om te zorgen dat we ons optimaal voelen (en presteren)

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Toetsingskader

- CO_2 als proxy voor ventilatie of CO_2 op zich?
- Vele bestaande limieten voor CO_2 dienen onrechtstreeks om ventilatie te beoordelen
  - er zijn veel verbanden beschreven tussen ventilatievoud, CO_2, prestaties en klachten
  - ventilatie en CO_2 omgekeerd evenredig: <10 l/s/p en >1000 ppm CO_2 zijn risicofactoren

Klasse	Verschil in CO_2-concentratie tussen de binnen- en buitenlucht
IDA1	< 400 ppm
IDA2	tussen 400 en 600 ppm
IDA3	tussen 600 en 1000 ppm
IDA4	> 1000 ppm

NBN EN 13779 – Tabel 9

ppm binnen	m³/h.pers	l/s.pers	Kwaliteit
< 800	> 54	> 15	hoog
800 / 1000	36 - 54	10 - 15	midden
1000 / 1400	22 - 36	6 - 10	aanvaardbaar
> 1400	< 22	< 6	laag

NL LCM 2006, GGD

<650 streefdoel nieuw
<800 streefdoel bestaand

acceptabel

tijdelijk acceptabel

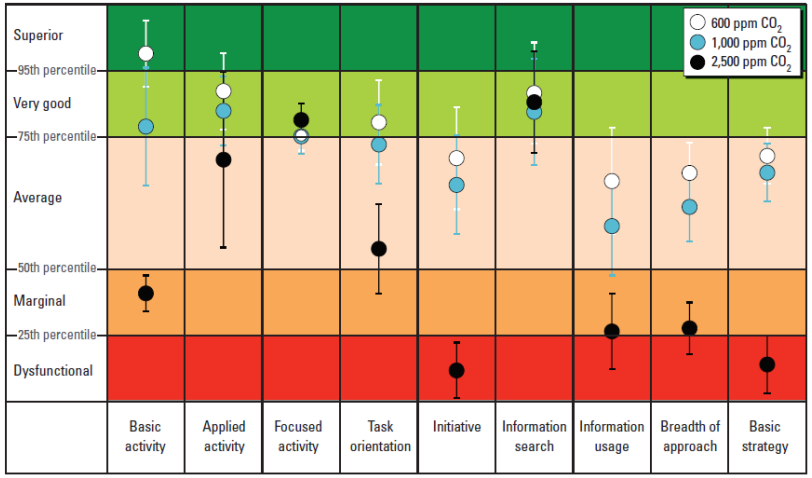
onacceptabel

Een schat aan informatie hierover is te vinden op https://iaqscience.lbl.gov

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

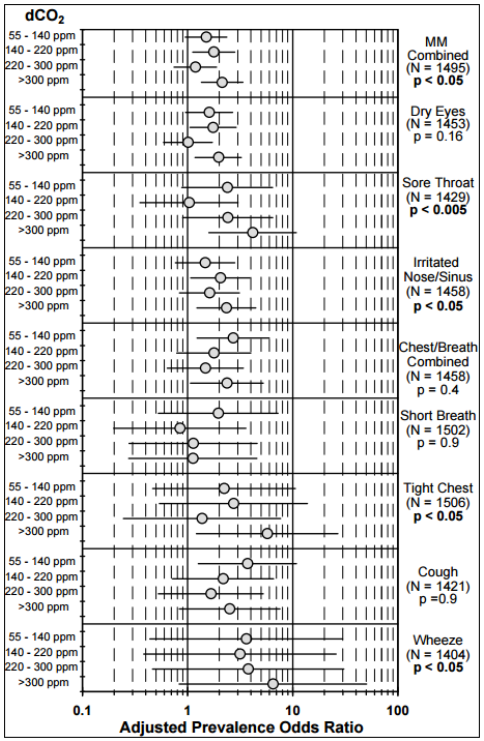
Toetsingskader

- CO_2 als proxy voor ventilatie of CO_2 op zich?
- Sommige onderzoeken wijzen op directe effecten van CO_2
  - 200 - 300 ppm > achtergrond



Direct Effects of Low-to-Moderate CO_2 Concentrations on Human Decision-Making Performance. Satish U *et al* (2012) http://ehp.niehs.nih.gov/wp-content/uploads/120/12/ehp.1104789.pdf

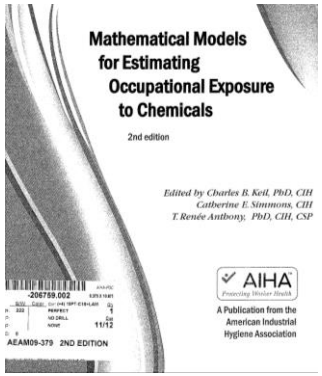
Associations Between Indoor CO_2 Concentrations and Sick Building Syndrome Symptoms in US Office Buildings: An Analysis of the 1994-1996 BASE Study Data. Apte M, 2000. Available from: https://indoor.lbl.gov/sites/all/files/lbnl-44385.pdf



Een schat aan informatie hierover is te vinden op https://iaqscience.lbl.gov

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Toetsingskader



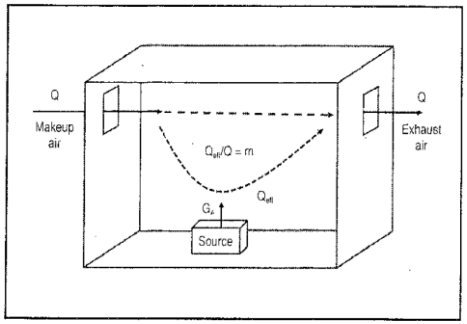


Figure 4.5 — Illustration of inadequate mixing via short-circuiting.

- Issues bij CO_2 metingen
  - drift: check vóór en na de meting (span gas challenge)
  - opwarmperiode sensor: tijdig aanzetten
  - invloed temperatuur en druk op sensor: verifiëren
  - impact buitenomstandigheden: tegelijk meten aan inlaat, corrigeren voor (al dan niet stabiele) achtergrond (fout op verschil?), impact t verschil binnen/buiten op sensor?
  - mengkwaliteit: kortsluitingen (meten afzuigroosters)? mensen te dicht bij (< 2m), blazen in sensor (>40 000 ppm stoot), ongelijk verdeeld (meten in ruimte zelf)?
  - random fout op de uitgelezen waarde

Persily (1994) http://fire.nist.gov/bfrlpubs/build97/art044.html Standaarden ISO 16000-8:2007 en ISO 16000-26:2012 over meting tracer gas en CO_2

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Toetsingskader

Enkele voorbeeld limieten	Minimaal verse lucht debiet / persoon (l/s/p)	Minimaal verse lucht debiet / persoon (m^3/h/p)	Maximale CO_2-concentratie binnen boven achtergrond (ppm)	Maximale CO_2-concentratie binnen inclusief achtergrond 500 [400] (ppm)*
Toxicologische limieten				
VS (ACGIH)	*1,4 (1,3)*	*4,9 (4,8)*	*4500 [4600]*	**5000 (STEL 30000)**
VS (OSHA)	*1,4 (1,3)*	*4,9 (4,8)*	*4500 [4600]*	**5000 (STEL 35000)**
België (KB chemische agentia)	*1,4 (1,3)*	*4,9 (4,8)*	*4500 [4600]*	**5000 (KT 30000)**
Comfort limieten				
België (Binnenmilieubesluit)	-	-	-	**493 (900 mg/m^3)**
België (KB ap, na april 2016)	*20 (14,8)*	*72 (53)* verdubbeling	*300 [400]*	**800**
België (KB ap, voor april 2016)	*8,3*	**30**	*730*	*1230 [1130]*
België (EPB)	*6,1*	*22*	**1000**	*1500 [1400]*
Nederland	*6,9*	**25**	*900*	*1400 [1300]*
Nederland (leerling)	**5,5**	*19,8*	*600***	*1100 [1000]***
Nederland (leraar)	**10**	*36*	*600*	*1100 [1000]*
Duitsland	*10*	**36**	*600*	*1100 [1000]*
VS (ASHRAE 62)	*8,6 (7,5 bij 170 cm, 68 kg)*	*31 (27 bij 170 cm, 68 kg)*	**700**	*1200 [1100]*
EN 13779 IDA1 (inform. annex)	*15*	*54*	**400**	*900 [800]*
EN 13779 IDA2 (inform. annex)	*10 – 15*	*36 – 54*	**400 – 600**	*900 – 1100 [800 – 1000)]*
EN 13779 IDA3 (inform. annex)	*6 – 10*	*22 – 36*	**600 – 1000**	*1100 – 1500 [1000 – 1400]*
EN 13779 IDA4 (inform. annex)	*< 6*	*<22*	**> 1000**	*> 1500 [>1400]*

* Op basis van een achtergrond CO_2 concentratie van 500 (400) ppm

** Op basis van CO_2 generatie door een 10-jarig kind (141 cm, 33 kg) of volwassen man (180 cm, 80 kg)

naar een tabel van prof. F. Descamps (VUB, Daidalos Peutz)

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

De hamvraag

- Krijgen de mensen “voldoende” verse lucht?
- Blijven we onder de limietwaarde?
  - $Q_{\text{“ontwerp”}}$ om altijd <800 ppm te hebben
  - $p_{\text{“ontwerp”}}$ om altijd <800 ppm te hebben
  - CO_2 gemeten is <800, wat is de bijhorende $Q_{\text{“werkelijk”}}$ en wanneer kunnen we wel >800 ppm hebben (Q en p?)
  - CO_2 gemeten is >800, wat is de bijhorende $Q_{\text{“werkelijk”}}$ en wanneer kunnen we wel <800 ppm hebben (Q en p?)
- Rekenmodellen kunnen helpen om verschillende scenario’s uit te testen en te beredeneren

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Rekenmodellen

- concentratie CO_2 <u>simuleren</u> obv design ventilatie
- ventilatie <u>analyseren</u> obv gemeten concentratie

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	Chidren 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

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Rekenmodellen

- "All models are wrong but some are useful“ (George Box)
- Een grove opsplitsing:
  - complexe modellen, bij design:
    - waaier aan algoritmes rekening houdend met luchtdruk- en temperatuurgradiënten rond gebouwen als drijvende krachten
    - “get the whole picture”, voor ingenieurs en architekten
  - eenvoudige modellen, na oplevering:
    - het geupdate KB arbeidsplaatsen reikt enkel een plafondwaarde voor CO_2 als ventilatieparameter aan
    - beredeneren of deze waarde gerespecteerd wordt op basis van metingen en/of berekeningen, o.a. voor preventiewerkers

Bijvoorbeeld EnergyPlus
https://energyplus.net/downloads

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Rekenmodellen

- Te uitgebreid om hier te bespreken
- Meer info:
  - Lezing “Rekenmodellen en metingen voor de evaluatie van de verluchting…en de rol van koolstofdioxide hierin” slides 82 – 135 in bundel studiedag 27/01/2017
  - http://www.evenementen.werk.belgie.be/nl/downloads/verluchting-en-verlichting-van-de-arbeidsplaatsen-ppts
  - arbeidshygiënisten kunnen helpen om dergelijke modellen toe te passen

BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Conclusie

- De aanpassing van het KB streeft een belangrijke verbetering van de binnenluchtkwaliteit na
- Het invoeren van CO_2 als parameter voor verluchting geeft ons een praktisch handvat
- Wie deze parameter gebruikt dient bewust te zijn van de mogelijkheden en beperkingen ervan
- Wie simuleert, meet en analyseert dient zich bewust te zijn van de randvoorwaarden
- Een praktijktoelichting bij het KB inzake verluchting en beoordeling dmv CO_2 is wenselijk

VRAGEN ?

BELGIAN CENTER
FOR OCCUPATIONAL HYGIENE

Dank voor uw aandacht

mensura.be ; becoh.be ; bsoh.be

Mensura; BeCOH; BSOH

Steven.verpaele@ugent.be; steven@becoh.be
steven.verpaele@mensura.be;

+32(0)496 28 96 88

mensura

BSOH BELGIAN SOCIETY FOR OCCUPATIONAL HYGIENE