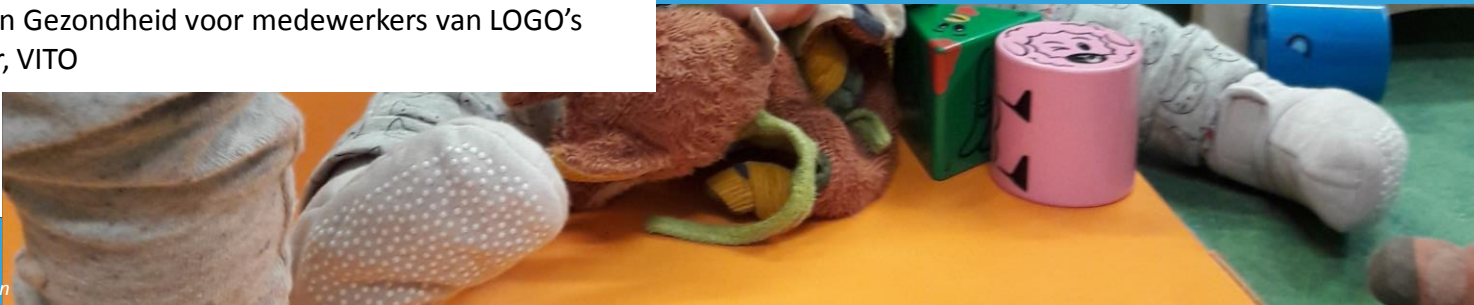




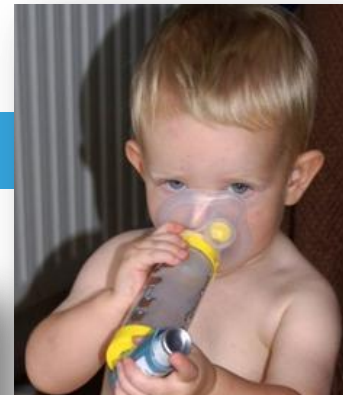
BINNENMILIEU EN LUCHTKWALITEIT

Opleiding Milieu en Gezondheid voor medewerkers van LOGO's
Marianne Stranger, VITO



LUCHTKWALITEIT

- Enkel een probleem van buiten?



LUCHTKWALITEIT

- Hoeveel tijd brengen wij buiten door?
- Waar brengen wij onze tijd binnen door?

LUCHTKWALITEIT

- Hoeveel tijd brengen wij buiten door?
- Waar brengen wij onze tijd binnen door?

LUCHTKWALITEIT



INDOOR AIR @ VITO

Indoor Air Quality TOPICS

- Binnenmilieustudies (**Impact studies**)
 - Organisatie van veldstudies, studieontwerp,
 - Blootstellingsbepaling, risico-evaluatieScholen, woningen, kantoren, kinderdagverblijven, werkplaatsen, sportfaciliteiten, vervoer, ...
- Productemissies: bron-identificatie, en emissie-beperking (**Abatement**)
 - Bouwmaterialen
 - Consumentenproducten
 - Testprotocol ontwikkelingen, harmonisatie, en standaardisatie
- Beleidsondersteuning (**Policy**)
- Ontwikkeling van meetmethoden (**Method Development**)



SUSTAINABLE HEALTH

INDOOR AIR @ VITO

- Binnenmilieu studies (**Impact studies**)
 - Indoor Air Quality and human biomonitoring, related to the indoor use of stoves - Flemish Government – 2017-2019
 - Enhancing Air Quality in Qatari Indoor Environments – Qatar National Research Foundation – 2016-2019
 - My Healthy Home – Flemish Government – 2016-2019
 - Development of Indoor@box for indoor sensing – 2016-2019
 - Sinphonie – European Commission DG Sanco - 2010-2014
 - Renovair - Flemish Government - 2013 - 2016
 - Clean Air Low Energy - Flemish Government - 2010-2012
 - BiBa – IAQ in schools – Flemish Government - 2008-2010
- Klachtenbehandeling, bronidentificatie en emissiebeperking (**Abatement**)
 - Huislabo klachtenbehandeling – Flemish Government 2005 – present
 - OFFICAIR – European Commission FP7 – 2011-2014
 - EPHECT – European Commission DG Sanco – 2010-2013
 - DO-IT Houtbouw – Federale Overheid – 2014 – 2016
- Beleidsondersteuning (**Policy**)
 - Ontwikkeling van een digitale tool voor scholenbouw – 2017-2019
 - Bouw Gezond - Flemish Government – 2010-2011
- Meetmethoden (**Method Development**)
 - Inflamm – European Commission Marie Curie ITN programme – 2010 – 2014
 - Rapid Air Sampler – Gradko



SUSTAINABLE HEALTH



indoor  box



DO IT
houtbouw



www.vito.be/indoor_air



LUCHTKWALITEIT

Buitenlucht

Gebouwschil



LUCHTKWALITEIT

Buitenlucht

Gebouwschil



OUTLINE

1. Het **belang** van een gezonde binnenlucht

2. **Hoe** wordt de luchtkwaliteit gemeten?

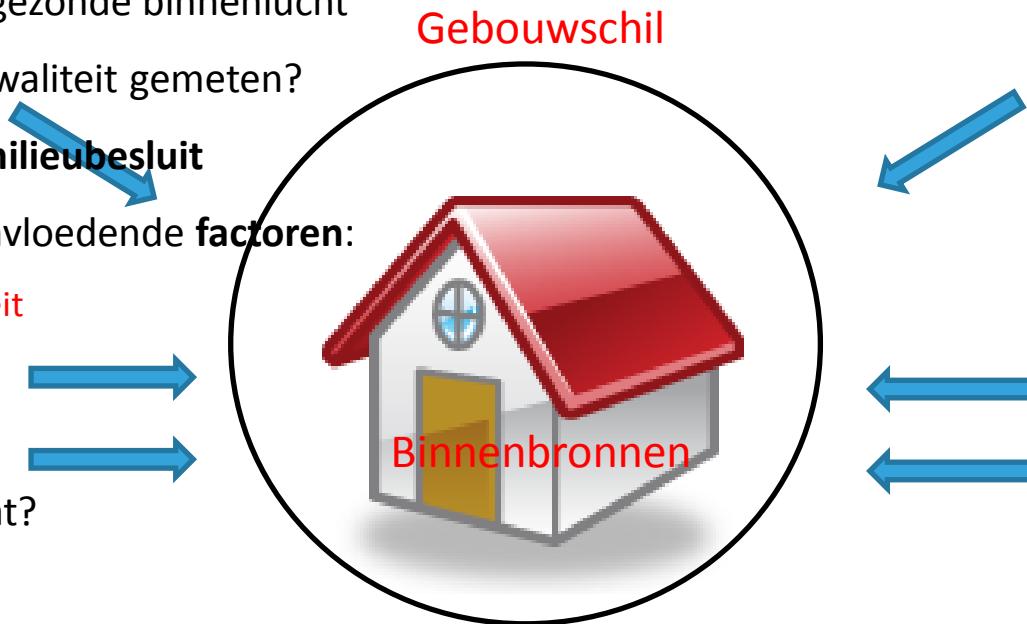
3. Het **Vlaams Binnenmilieubesluit**

4. Binnenmilieu en beïnvloedende **factoren**:

- De buitenluchtkwaliteit
- De gebouwschil
- Binnenbronnen

5. Wat als het **fout** gaat?

6. Nieuwe **bronnen**



1. HET BELANG VAN EEN GEZONDE BINNENLUCHT

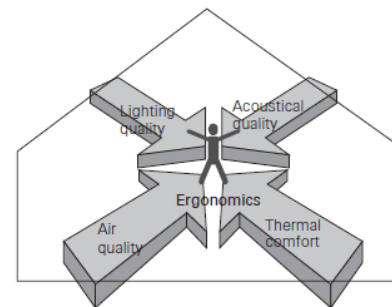


1. HET BELANG VAN EEN GEZONDE BINNENLUCHT

Binnenmilieu = thermisch comfort + belichting + akoestische kwaliteit + luchtkwaliteit

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



Source: Bluyssen

Figure 3.1 Basic environmental factors in an indoor space

1. HET BELANG VAN EEN GEZONDE BINNENLUCHT

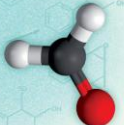
Wereldgezondheidsorganisatie: “Binnenluchtkwaliteit op wereldniveau”

- ± 3 biljoen mensen branden binnen hout, kool, mest en oogstafval voor verwarming en koken
- >> concentraties schadelijke polluenten zoals fijn stof, CO enz.
- Wereldwijd, jaarlijks tot 4,3 miljoen sterftes tgv binnenluchtvervuiling
- “Clean Air, a basic human right” - 2010

WHO GUIDELINES FOR INDOOR AIR QUALITY



SELECTED
POLLUTANTS



Ontwikkelingslanden én ontwikkelde landen

1. HET BELANG VAN EEN GEZONDE BINNENLUCHT

US Environmental Protection Agency:

“Binnenluchtkwaliteit duidt op de luchtkwaliteit in en omheen gebouwen en structuren, in het bijzonder wanneer deze verband houdt met gezondheid en comfort van gebouwgebruikers”

“Gebouwen zijn er om mensen te beschermen en om menselijke activiteiten te ondersteunen. Gebouwen mogen mensen niet ziek maken, discomfort veroorzaken of mensen beperken om te presteren”

Menselijke reactie op BiMi kwaliteit, klimaat en andere stressoren (geluid, licht):

- **Acute effecten**
- **Chronische effecten**
- **Discomfort**
- **Verminderde prestatie**

→ Aanleiding tot **gezondheidsklachten**



1. HET BELANG VAN EEN GEZONDE BINNENLUCHT

Onmiddellijke effecten: Acuut (binnen 24 uur)

- na één enkele of herhaalde blootstellingen
- bv chemicaliën uit bouwmaterialen, sporen van schimmels, of vochtproblemen
- o.a. irritaties aan ogen, neus, keel, hoofdpijn, duizeligheid en vermoeidheid
- meestal kortstondig, verdwijnen na beëindigen blootstelling en zijn te behandelen
- kan leiden tot toename van symptomen van ziektes van ademhalingsziektes zoals astma
- Reactie functie van o.a. leeftijd, medische voorgeschiedenis en individuele gevoelheden (sterk persoonsgebonden).
- Indien symptomen verdwijnen bij weggaan uit ruimte: nodig oorzaak op te sporen!

Lange-termijn effecten: Chronisch

- Jaren na blootstelling of na lange termijn of herhaaldelijke blootstellingen
- O.a. ademhalingsziekten, hartziekten en kankers; kunnen fataal aflopen
- Lange-termijn blootstelling aan lage concentraties kunnen zeer belangrijk zijn
- **“Het is wijs BiMi te proberen verbeteren, zelfs wanneer geen zichtbare symptomen zijn”**

1. HET BELANG VAN EEN GEZONDE BINNENLUCHT

Discomfort:

- Geassocieerd met binnenklimaat en niet met pollutanten
- o.a. te warm, te koud, oog-, neus- en keelirritaties tvg te lage vochtigheid
- Symptomen zijn moeilijk te interpreteren: 'te droog' kan afkomstig zijn van PM op slijmvliezen, eerder dan te lage vochtigheid; duffe lucht kan tgv te hoge temperatuur, maar ook tvg gebrek aan luchtbeweging.
- Meestal geen ernstige gezondheidseffecten
- Leidt tot absenteïsme, verlaagde prestatie, en verlaagde moraal

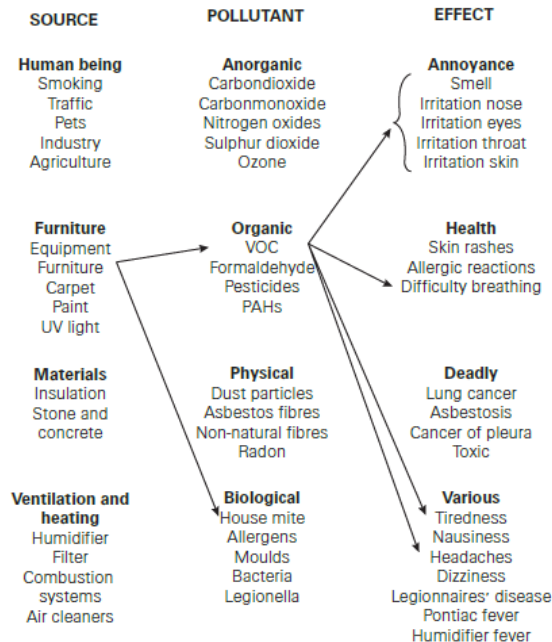
Prestatie-effecten:

- Significante, meetbare verandering in het concentratievermogen van mensen, of de mogelijkheid om mentale of fysieke taken uit te voeren.
- Tvg beperkte veranderingen in temperatuur, relatieve vochtigheid, gebrek aan ventilatie of aanwezigheid van bepaalde pollutiebronnen
- Bij een slechte luchtkwaliteit daalt de prestatie gemiddeld 2-4%



1. HET BELANG VAN EEN GEZONDE BINNENLUCHT

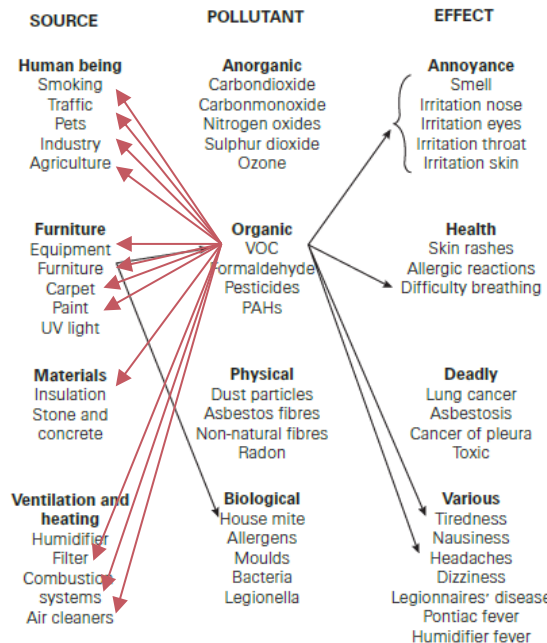
Bron → pollutant → effect



Source: Bluysen

Figure 5.4 Sources, pollutants and symptoms/complaints – furniture, for example, can emit several volatile organic compounds (VOCs), and can also foster the growth of house dust mites where people sit

1. HET BELANG VAN EEN GEZONDE BINNENLUCHT



Source: Bluyssen

Figure 5.4 Sources, pollutants and symptoms/complaints – furniture, for example, can emit several volatile organic compounds (VOCs), and can also foster the growth of house dust mites where people sit

1. HET BELANG VAN EEN GEZONDE BINNENLUCHT

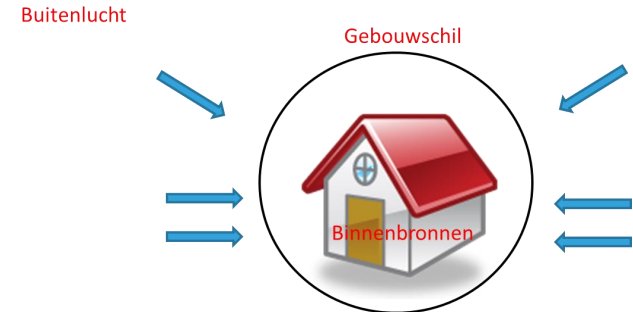
WAT?	VOORBEELDEN VAN BRONNEN?	MOGELIJKE EFFECTEN
CO₂	Uitgeademde lucht	Muffe lucht, denk- en beslissingsvermogen
VOS 'vluchtige organische stoffen'	- Roken, decoratie- en bouwmaterialen, detergents, luchtverfrissers, - Verkeer, industrie...	Ademhaling, oogirritaties, vermoeidheid, hoofdpijn, geurhinder, soms carcinogeen
formaldehyde	Decoratie- en bouwmaterialen	Ademhaling, carcinogeen
SVOS Ftalaten, PAKs Vlamvertragers	- Decoratie- en bouwmaterialen, elektronica, verbrandingsprocessen - Verkeer, industrie, verbranding	Hormoon-verstorend
Ozon	- Printers en kopieertoestellen - Buitenlucht	Ademhaling, secundaire reacties
NOx	- Gasfornuis, gasverwarming - Verkeer	Ademhaling,
Fijn stof	- Roken, opwaaiend stof, bakken - Verkeer, industrie	Cardiovasculaire aandoeningen, ademhaling
Roet	- Roken (open haard) - Verkeer, industrie	Cardiovasculaire aandoeningen, ademhaling
Huisstofmijt	- Gestoffeerde decoratiematerialen	Allergieën
Schimmels	- Koudebruggen, vochtproblemen	Ademhaling, allergieën
Bacteriën	- Mens en dier	Infecties

1. HET BELANG VAN EEN GEZONDE BINNENLUCHT

WAT?	VOORBEELDEN VAN BRONNEN?	MOGELIJKE EFFECTEN
CO ₂	Uitgeademde lucht	Muffe lucht, denk- en beslissingsvermogen
VOS 'vluchtige organische stoffen'	- Roken, decoratie- en bouwmaterialen, detergents, luchtverfrissers, - Verkeer, industrie...	Ademhaling, oogirritaties, vermoeidheid, hoofdpijn, geurhinder, soms carcinogeen
formaldehyde	Wanneer wordt de luchtkwaliteit gemeten? - Bij gezondheidsklachten, geurhinder → REMEDIËREN - In monitoring-projecten → PREVENTIE	
SVOS Ftalaten, PAKs Vlamvertragers		
Ozon		
NO _x		
Fijn stof	- Roken, opstrijken, verf, verfverbruik, verkeer, industrie	Cardiovasculaire aandoeningen, ademhaling
Roet	- Roken (open haard) - Verkeer, industrie	Cardiovasculaire aandoeningen, ademhaling
Huisstofmijt	- Gestoffeerde decoratiematerialen	Allergieën
Schimmels	- Koudebruggen, vochtproblemen	Ademhaling, allergieën
Bacteriën	- Mens en dier	Infecties

OUTLINE

1. Het **belang** van een gezonde binnenlucht
2. Hoe wordt de luchtkwaliteit gemeten?
3. Het **Vlaams Binnenmilieubesluit**
4. Binnenmilieu en beïnvloedende **factoren**:
 - De buitenluchtkwaliteit
 - De gebouwschil
 - Binnenbronnen
5. Wat als het **fout** gaat?
6. Nieuwe **bronnen**



2. HOE WORDT LUCHTKWALITEIT GEMETEN?

Aangepaste meetapparatuur

- Actieve meetmethoden
- Passieve meetmethoden
- Monitoren
- (lage-kost) sensoren

2. HOE WORDT LUCHTKWALITEIT GEMETEN?

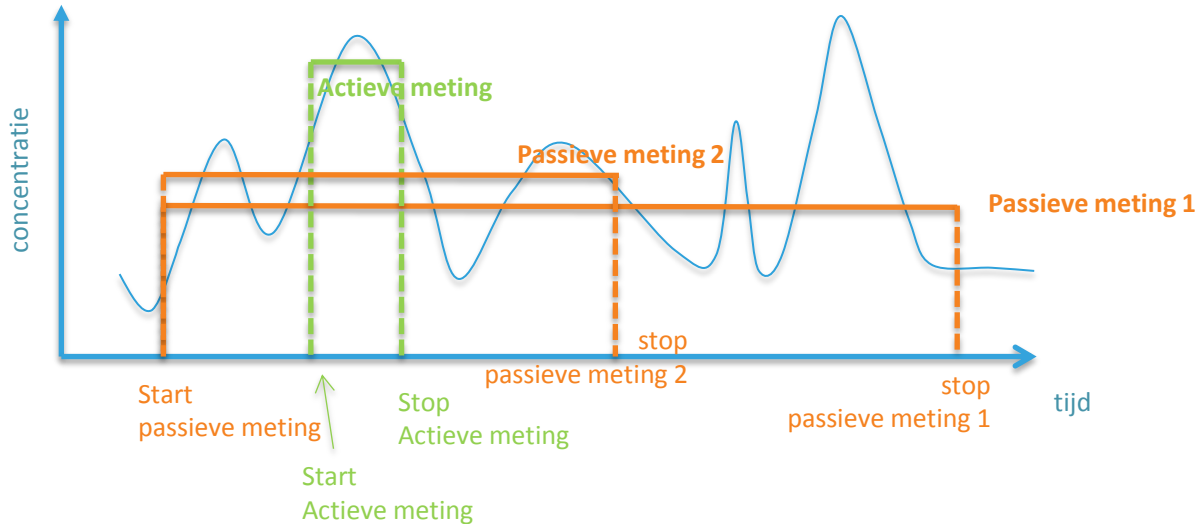
Aangepaste meetapparatuur

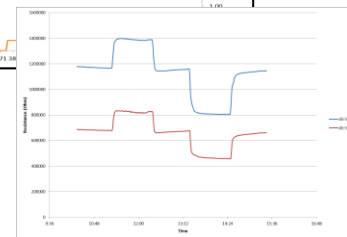
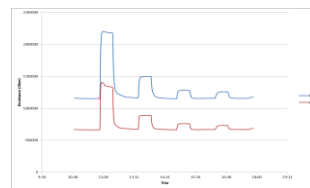
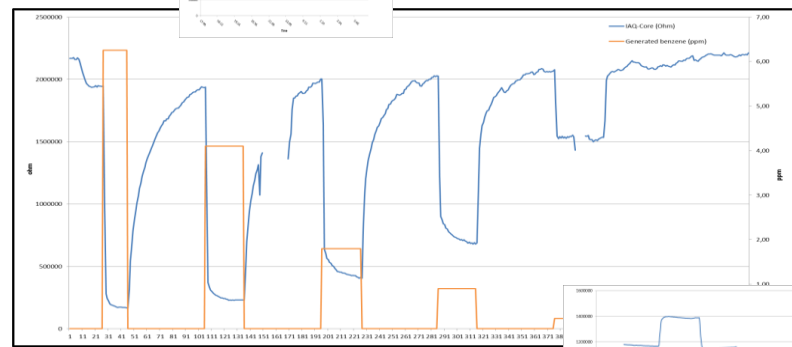
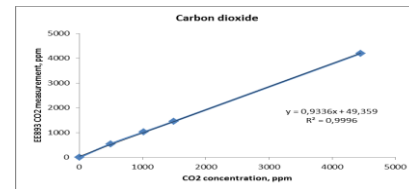
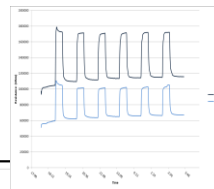
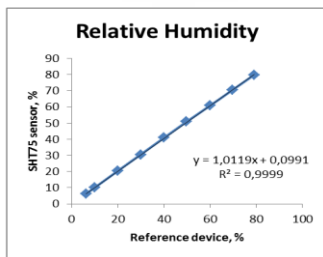
Accreditatie ISO 17025



2. HOE WORDT LUCHTKWALITEIT GEMETEN?

Wat is de impact van staalname-tijd op het resultaat?



[illegible]

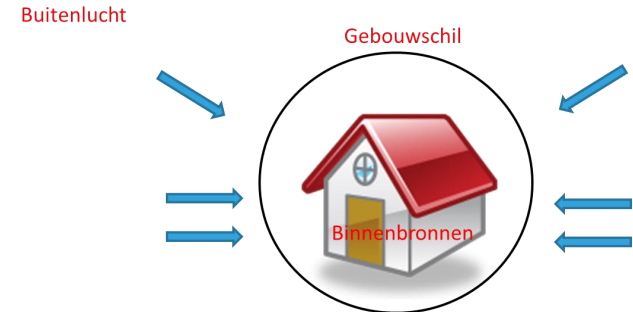
2. HOE WORDT LUCHTKWALITEIT GEMETEN?

Duurtijd/methode van de staalname wordt bepaald door:

- **Aard** van de substanties die bepaald moeten worden
- Potentiële **gezondheidseffect** van de substanties → acuut vs chronisch gezondheidseffect
- **Emissie-karakteristieken** van de bron → kortstondige emissies vs lange-termijn emissies
- **Bepalingsgrens** van de analytische methode
- **Doel** van de meting → vergelijkbaar met eerdere meetresultaten
 - evalueren van een gezondheidseffect meer algemeen
 - bronidentificatie
 - evalueren van het Vlaams Binnenmilieubesluit

OUTLINE

1. Het **belang** van een gezonde binnenlucht
2. **Hoe** wordt de luchtkwaliteit gemeten?
3. Het **Vlaams Binnenmilieubesluit**
4. Binnenmilieu en beïnvloedende **factoren**:
 - De buitenluchtkwaliteit
 - De gebouwschil
 - Binnenbronnen
5. Wat als het **fout** gaat?
6. Nieuwe **bronnen**



3. HET VLAAMS BINNENMILIEUBESLUIT

“Besluit van de Vlaamse Regering houdende maatregelen tot bestrijding van de gezondheidsrisico's door verontreiniging van het binnenmilieu van 11 juni 2004, gewijzigd bij het besluit van de Vlaamse Regering van 13 juli 2018”

ofwel

“Het binnenmilieubesluit”

- Richtlijnen die een gezond binnenmilieu omschrijven, dit onder de vorm van **richt- en interventiewaarden**
- zowel **chemische, fysische als biologische** factoren
- **particuliere** woningen en **publiek** toegankelijke gebouwen
- Aanbevolen **meetmethodes**

3. HET VLAAMS BINNENMILIEUBESLUIT

Richtwaarde: concentratie van een chemische, fysische of biotische factor in het binnenmilieu, die overeenkomt met een kwaliteitsniveau dat **zoveel als mogelijk moet bereikt of gehanthaafd worden**. Dit kwaliteitsniveau impliceert dat de luchtconcentratie voor die parameter **geen nadelige gezondheidseffecten** veroorzaakt op de bewoners/verblijvers van het binnenmilieu, gedurende langdurig (tot levenslang) gebruik van de binnenruimte.

Interventiewaarde: de concentratie van een bepaalde parameter in het binnenlucht die, indien bereikt of overschreden, een **actie vereist** omdat dit concentratieniveau **een gezondheidsrisico** kan inhouden, in het bijzonder voor gevoelige mensen die zich langere tijd in deze ruimte bevinden”.

3. HET VLAAMS BINNENMILIEUBESLUIT

BELGISCH STAATSBLAD — 07.09.2018 — MONITEUR BELGE

69217

Bijlage. Tabellen met biotische, fysieke en chemische factoren, en de richt- en interventiewaarden ervan

Ter uitvoering van artikel 3, derde lid, van het Binnenmilieubesluit van 11 juni 2004 worden de volgende biotische, fysieke en chemische factoren, en de richt- en interventiewaarden ervan bepaald:

1° de biotische factoren, de richt- en interventiewaarden ervan, en de blootstellingsduur waarop die waarden van toepassing zijn:

stof/factor	richtwaarde	interventie-waarde	blootstellings-duur waarop richt- en interventie-waarden van toepassing zijn
zichtbare schimmel omvang beschimmeld oppervlak aanwezigheid van <i>Stachybotrys chartarum</i> aanwezigheid van schimmelmijten ongedierte	<0,3 m ² /kamer 0/gebouw 0/gebouw	-	-

2° de fysieke factoren, de richt- en interventiewaarden ervan, en de blootstellingsduur waarop die waarden van toepassing zijn:

stof/factor	richtwaarde	interventie-waarde	blootstellings-duur waarop richt- en interventie-waarden van toepassing zijn
extreem laag frequente elektromagnetische straling	0,4 µT	20 µT	richtwaarde: chronisch* interventiewaarde: acuut****
temperatuur koude jaarheft** koude jaarheft*** temperatuur koude jaarheft** koude jaarheft*** temperatuur koude jaarheft** koude jaarheft***	20 °C ≤ T < 24 °C 22 °C ≤ T < 26 °C	-	-
tocht koude jaarheft** koude jaarheft*** tocht koude jaarheft** koude jaarheft***	< 0,15 m/s < 0,25 m/s	-	-
relatieve vochtigheid - koude jaarheft** relatieve vochtigheid - koude jaarheft***	40 % ≤ RV < 60% 30 % ≤ RV < 70%	-	-

*blootstelling van > 365 dagen, geldig voor levenslange blootstelling

69218

BELGISCH STAATSBLAD — 07.09.2018 — MONITEUR BELGE

**maanden januari, februari, maart, april, oktober, november en december

***maanden mei, juni, juli, augustus en september

****blootstelling 1-14 dagen;

3° de chemische factoren, de richt- en interventiewaarden ervan, en de blootstellingsduur waarop die waarden van toepassing zijn:

stof/factor	richtwaarde	interventie-waarde	blootstellings-duur waarop richt- en interventie-waarden van toepassing zijn
2-ethylhexanol	100 µg/m ³	810 µg/m ³	chronisch*
acetaldehyde	160 µg/m ³	480 µg/m ³	chronisch*
asbest chrysotiel	28 vezels/m ³	280 vezels/m ³	chronisch*
asbest amfibool	3 vezels/m ³	30 vezels/m ³	chronisch*
asbest gemengde stalen	$\frac{amf[ibool][vezels/m^3]}{3[vezels/m^3]} + \frac{chrysotiel[vezels/m^3]}{28[vezels/m^3]}$ ≤ 1	$\frac{amf[ibool][vezels/m^3]}{30[vezels/m^3]} + \frac{chrysotiel[vezels/m^3]}{280[vezels/m^3]}$ ≤ 1	chronisch*
benzeen	650 µg/m ³	1600 µg/m ³	chronisch*
C ₆ -C ₁₁ -aldehydes	250 µg/m ³	490 µg/m ³	chronisch*
C ₉ -C ₁₄ -alkanen	250 µg/m ³	490 µg/m ³	chronisch*
formaldehyde	100 µg/m ³	100 µg/m ³	chronisch*
koolstofdioxide	<500 ppm boven de buitenluchtconcentratie	-	-
koolstofmonoxide	8 mg/m ³	24 uur	24 uur
metallisch kwik (damp)	0,05 µg/m ³	0,6 µg/m ³	chronisch*
naftaleen	3 µg/m ³	31 µg/m ³	chronisch*
nicotine	0,1 µg/m ³	-	-
ozon	40 µg/m ³	78 µg/m ³	8 uur
polycyclische aromatische koolwaterstoffen met benzo(A)pyreen als indicator	0,012 ng/m ³	0,1 ng/m ³	chronisch*
PM2,5 (fijn stof)	10 µg/m ³	-	chronisch*
stikstofdioxide	20 µg/m ³	40 µg/m ³	chronisch*
styreen	260 µg/m ³	2500 µg/m ³	chronisch*
tetra chloor-ethyleen	4 µg/m ³	38 µg/m ³	chronisch*
tolueen	5000 µg/m ³	14000 µg/m ³	chronisch*
trichloorethyleen	0,2 µg/m ³	2,5 µg/m ³	chronisch*
totale vluchtige organische stoffen	300 µg/m ³	1000 µg/m ³	chronisch*

*blootstelling van > 365 dagen, geldig voor levenslange blootstelling

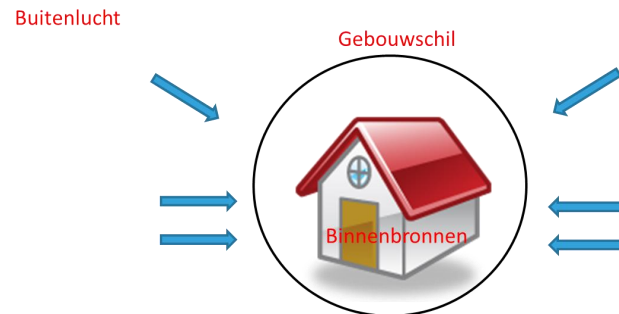
**van toepassing als concentratie buitenlucht ≤ 0,4 µg/m³ is; in elk ander geval geldt de buitenconcentratie als interventiewaarde.



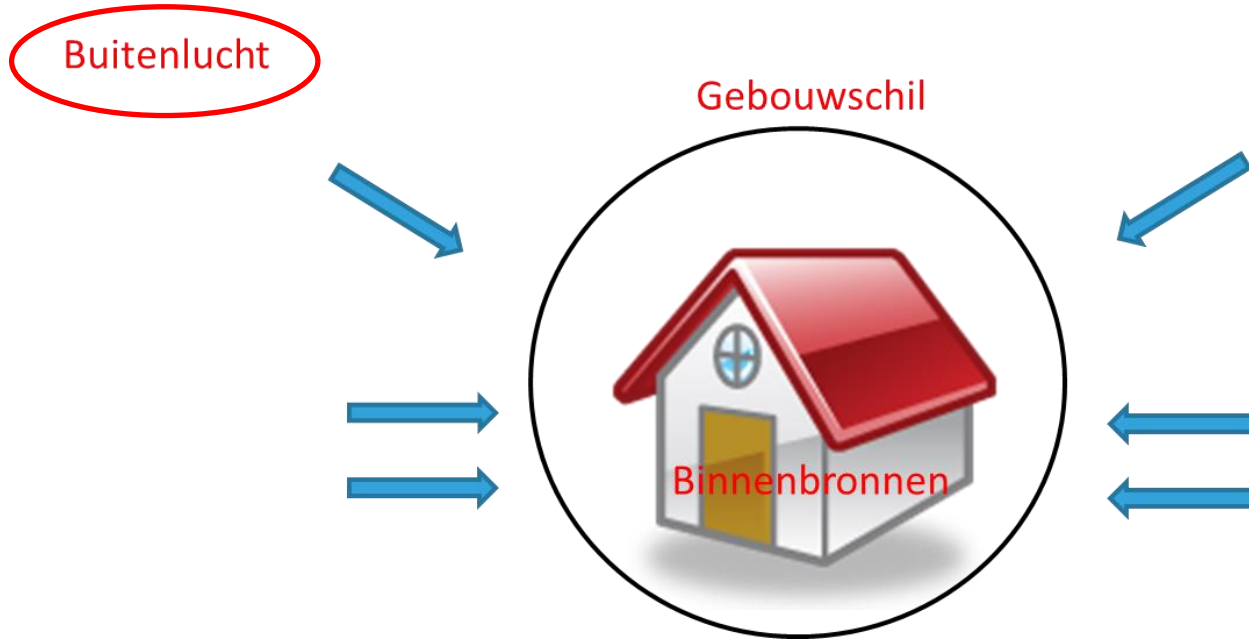
Flanders
State of the Art

OUTLINE

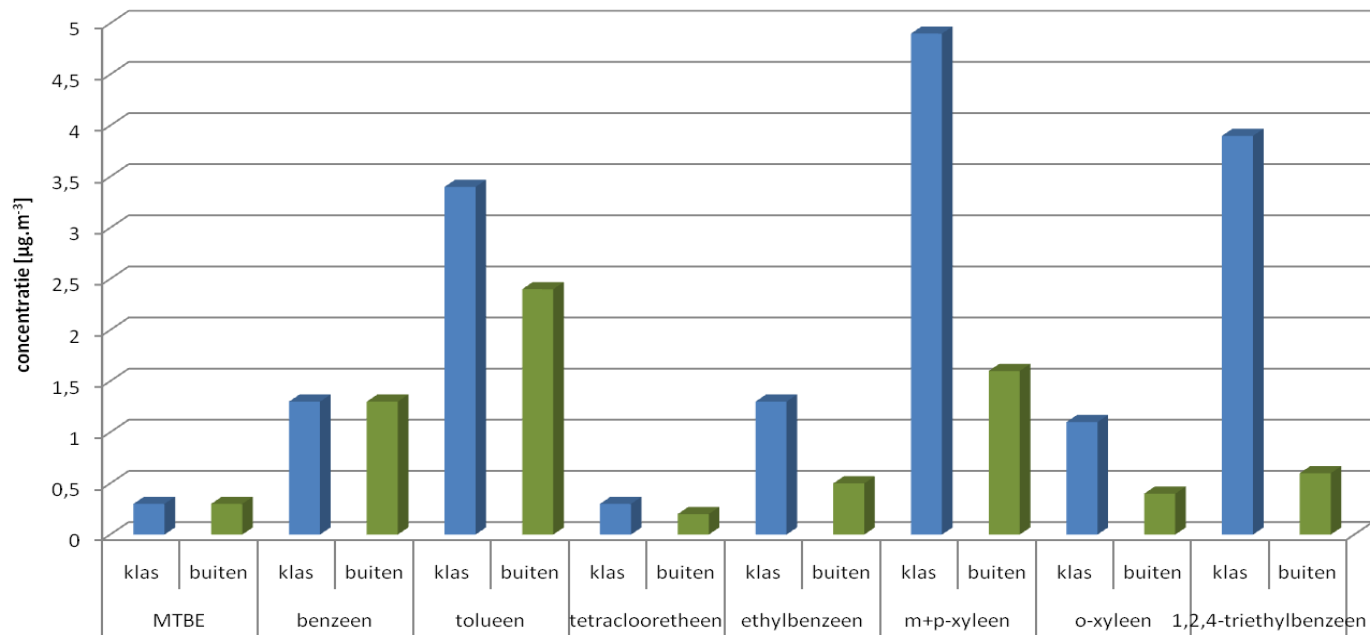
1. Het **belang** van een gezonde binnenlucht
2. **Hoe** wordt de luchtkwaliteit gemeten?
3. Het **Vlaams Binnenmilieubesluit**
4. Binnenmilieu en beïnvloedende **factoren**:
 - De buitenluchtkwaliteit
 - De gebouwschil
 - Binnenbronnen
5. Wat als het **fout** gaat? Nieuwe **bronnen**
6. Nieuwe **bronnen**



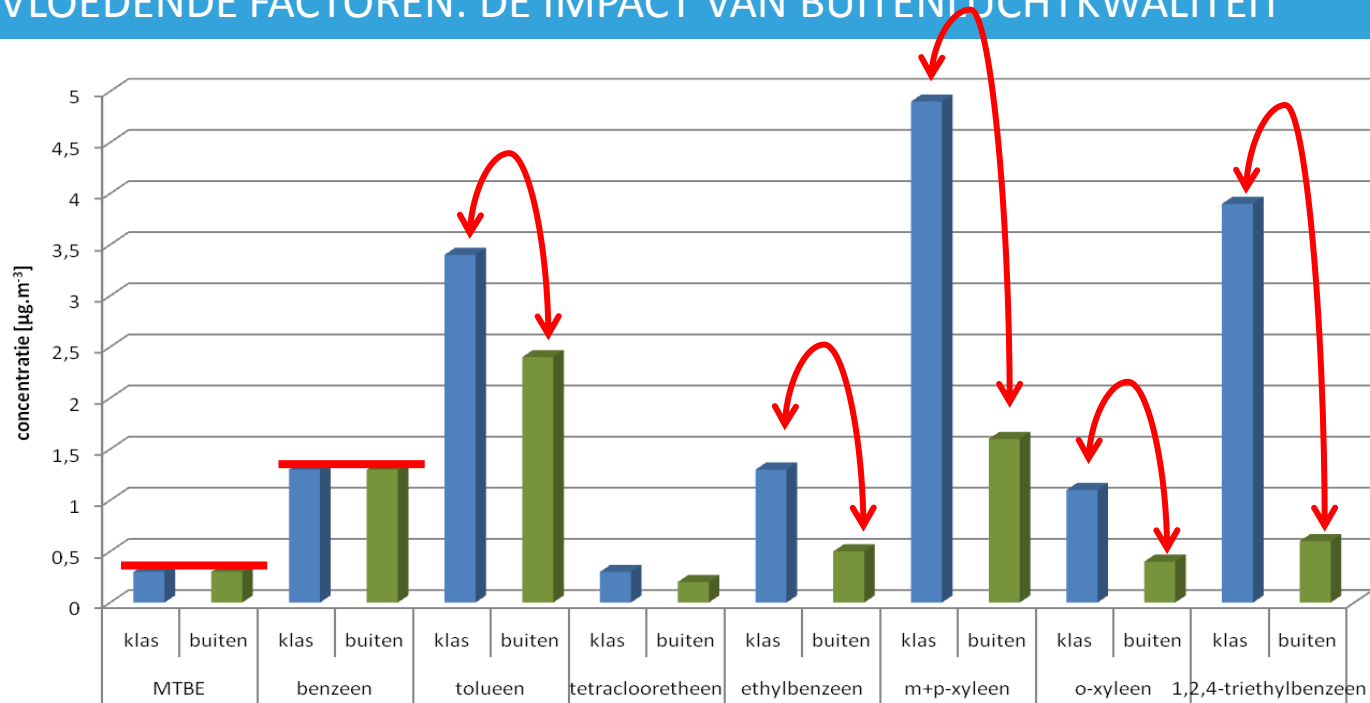
4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BUITENLUCHTKWALITEIT



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE IMPACT VAN BUITENLUCHTKWALITEIT



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE IMPACT VAN BUITENLUCHTKWALITEIT



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE IMPACT VAN BUITENLUCHTKWALITEIT

*Kan een efficiëntere luchtfilter blootstelling aan
verkeers-gerelateerde pollutanten beperken?*

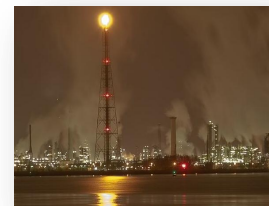


4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE IMPACT VAN BUITENLUCHTKWALITEIT

Fijn stof en roet

Balansventilatie – omwisselen **F7** luchtfilter met **F9** luchtfilter

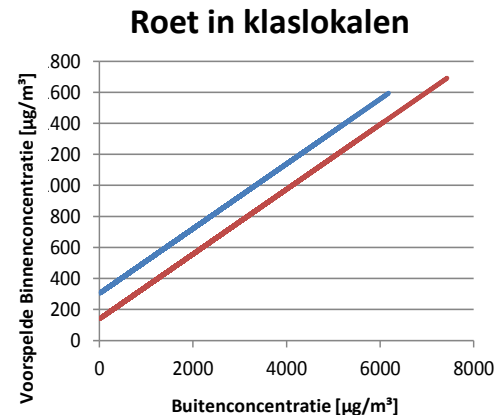
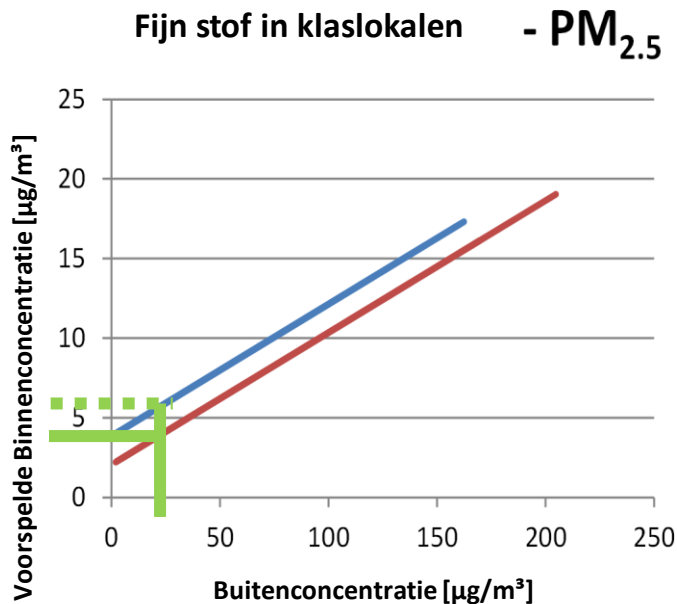
Type	Euro vent class	CEN EN 779:112	Average arrestance (Am) of synthetic dust %	Average efficiency (Em) of 0,4 µm particles %	Minimum Efficiency for 0,4 µm particles %	type of particles
Coarse dust filter	EU1	G1	$50 \leq Am < 65$	-	-	synthetic dust
	EU2	G2	$65 \leq Am < 80$	-	-	synthetic dust
	EU3	G3	$80 \leq Am < 90$	-	-	synthetic dust
	EU4	G4	$90 \leq Am$	-	-	synthetic dust
Medium dust filter	EU5	M5		$40 \leq Em < 60$	-	atmospheric dust
	EU6	M6		$60 \leq Em < 80$	-	atmospheric dust
Fine dust filters	EU7	F7		$80 \leq Em < 90$	35	atmospheric dust
	EU8	F8		$90 \leq Em < 95$	55	atmospheric dust
	EU9	F9		$95 \leq Em$	70	atmospheric dust



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE IMPACT VAN BUITENLUCHTKWALITEIT

Fijn stof en roet

Balansventilatie – omwisselen **F7** luchtfilter met **F9** luchtfilter



- Goede luchtfilter (F7)
- Zeer goede luchtfilter (F9)

4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE IMPACT VAN BUITENLUCHTKWALITEIT

Fijn stof en roet

Balansventilatie – omwisselen **F7** luchtfilter met **F9** luchtfilter

Reductie concentraties in binnenlucht bij vervangen filter door efficiëntere		
Ultra Fijn Stof [deeltjes/m ³]	33%	Nederland test 1: vergelijking 'zonder filter' met 'efficiënte filter': 53% reductie
Roet [ng/m ³]	32%	Nederland test 2: vergelijking 'minder efficiënte' met efficiënte filter: 68% reductie
PM ₁ [µg/m ³]	39%	
PM _{2,5} [µg/m ³]	25%	Nederland test 1: vergelijking 'zonder filter' met 'efficiënte filter': 56% reductie
PM ₁₀ [µg/m ³]	1%	Nederland test 2: vergelijking 'minder efficiënte' met efficiënte filter: 20% reductie

4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE IMPACT VAN BUITENLUCHTKWALITEIT

Fijn stof en roet

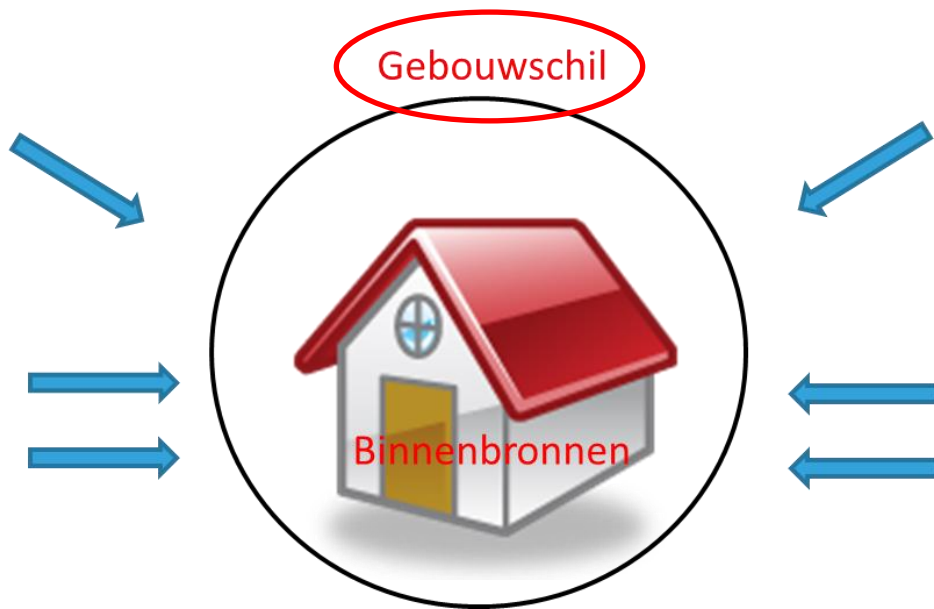
Balansventilatie – omwisselen **F7** luchtfilter met **F9** luchtfilter

	predicted conc _{indoor}		
	Buiten	F7	F9
UFP [particles/m ³]	8091	2533	1708
BC [ng/m ³]	993	511	347
<0.3 µm [µg/m ³]	8	1.3	0.73
PM ₁ [µg/m ³]	22	4.1	2.5
PM _{2.5} [µg/m ³]	40	7.2	5.4
PM ₁₀ [µg/m ³]	61	31.4	31.2



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE GEBOUWSCHIL

Buitenlucht



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE GEBOUWSCHIL

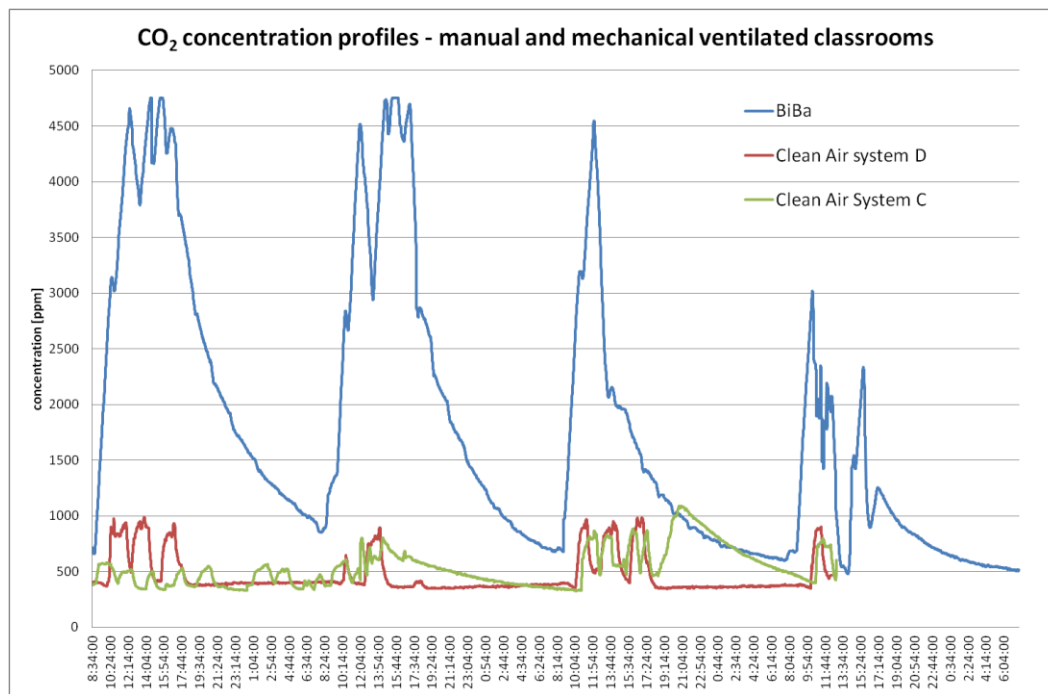
- Gebouwschil = gebouwisolatie + ventilatiesysteem
- Gebouwen voor 2006:
 - minder geïsoleerd, warmteverliezen
 - 'natuurlijke' ventilatie door openingen en kieren
 - meestal zonder mechanische ventilatie, verluchting via openen raam en/of roosters
- Gebouwen na 2006:
 - toegenomen isolatie en luchtdichtheid, warmteverliezen worden beperkt
 - risico op koudebruggen (vocht- en schimmelproblemen)
 - steeds minder 'natuurlijke' ventilatie door openingen en kieren
 - noodzakelijke mechanische, gecontroleerde ventilatie

Hoge bezettingsgraad in klaslokalen: is geschikte demo van het effect van mechanisch ventileren...



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE GEBOUWSCHIL

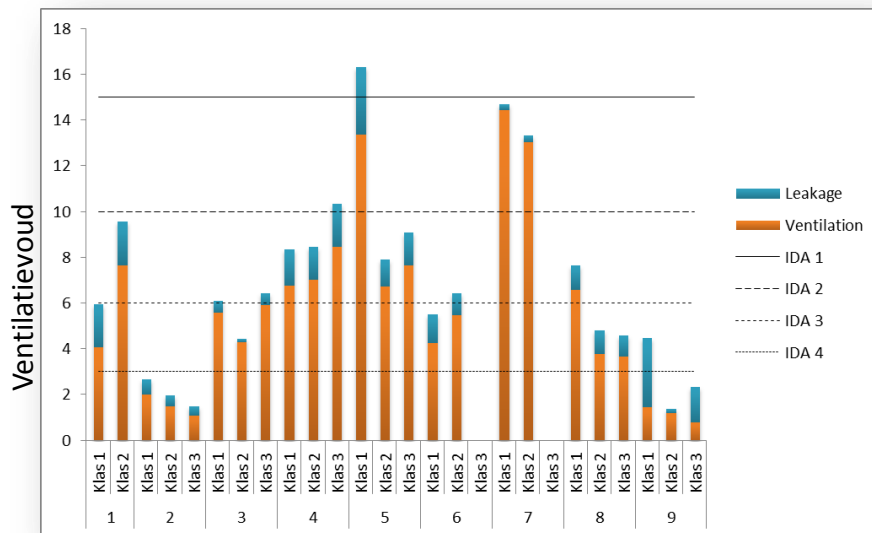
Mechanisch ventileren en verluchten in klaslokalen



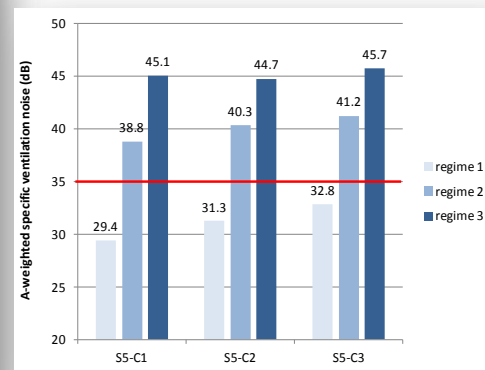
4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE GEBOUWSCHIL

Ventilatie/verluchten voor afvoer van vervuilende stoffen

Totaal ventilatievoud



Geluidshinder



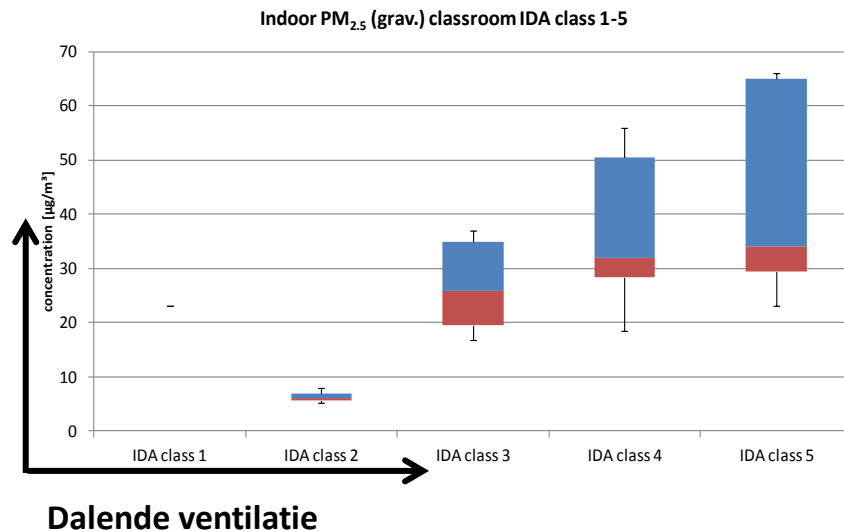
4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE GEBOUWSCHIL

Ventilatie/verluchten voor afvoer van vervuilende stoffen

In ruimtes met hoge bezettingsgraad:

	CO ₂ gemiddeld [ppm]	CO ₂ P75 [ppm]
IDA class 1	928.8	n.a.
IDA class 2	498 ± 193	543
IDA class 3	602 ± 96	672
IDA class 4	717 ± 146	812
IDA class 5	748 ± 162	783

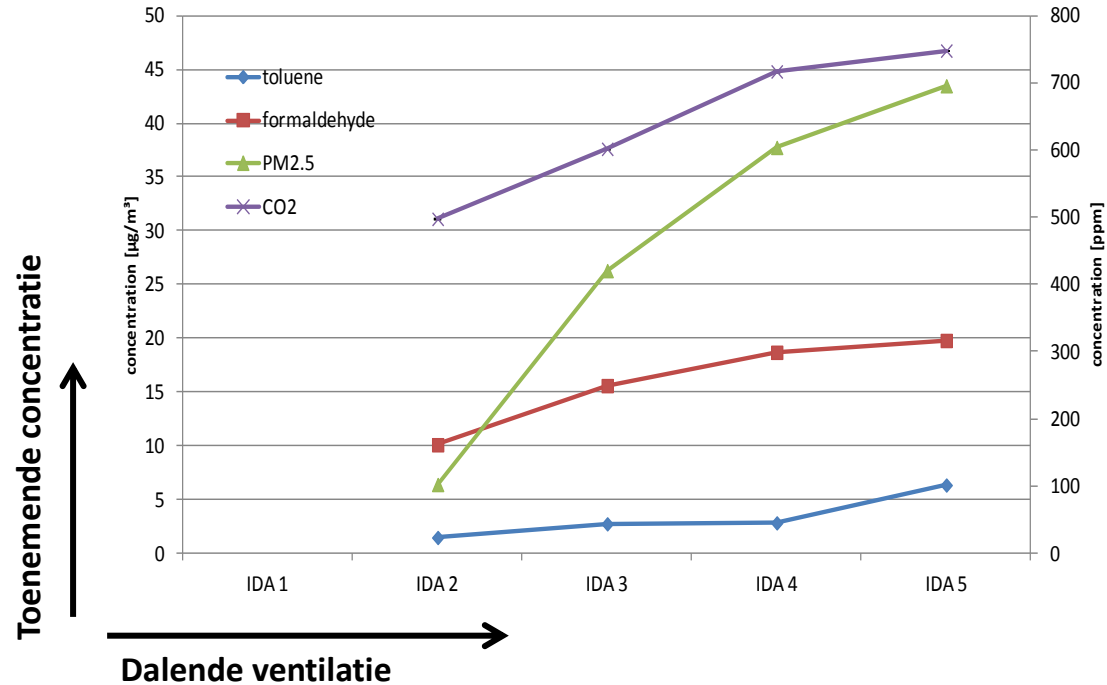
Toenemende concentratie



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE GEBOUWSCHIL

Ventilatie/verluchten voor afvoer van vervuilende stoffen

In ruimtes met hoge bezettingsgraad:



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE GEBOUWSCHIL

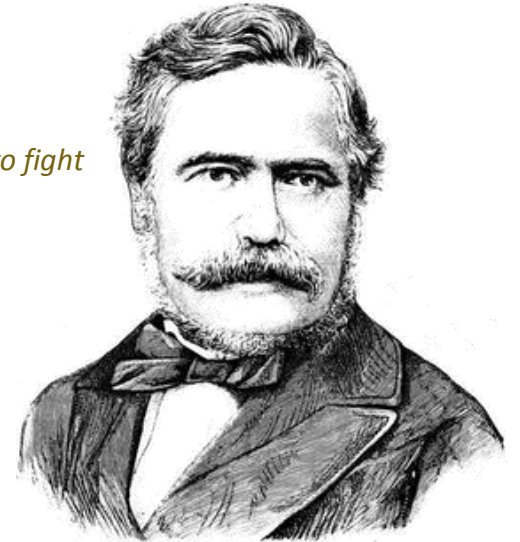
Is verluchten/ventileren dan de oplossing?

Max von Pettenkofer (1873):

*"If I had a nuisance in my room I should be a fool
if I kept it there and trusted to stronger ventilation.*

*The rational way is to do away with the pollutions not to keep them and to fight
them by ventilation"*

Indoor air 22, 443, 2012



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

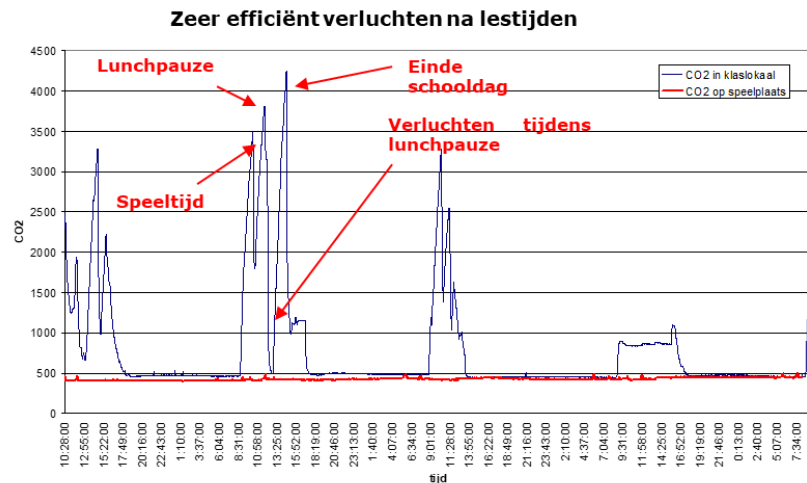
Buitenlucht

Gebouwschil

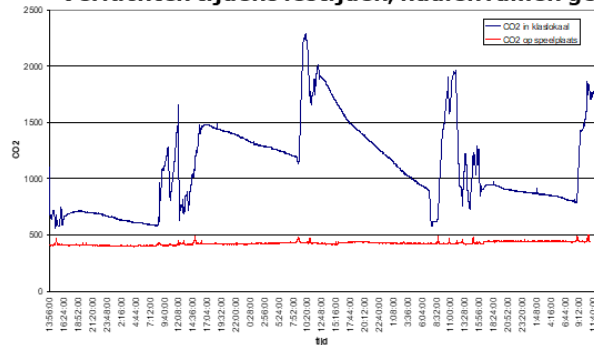


4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

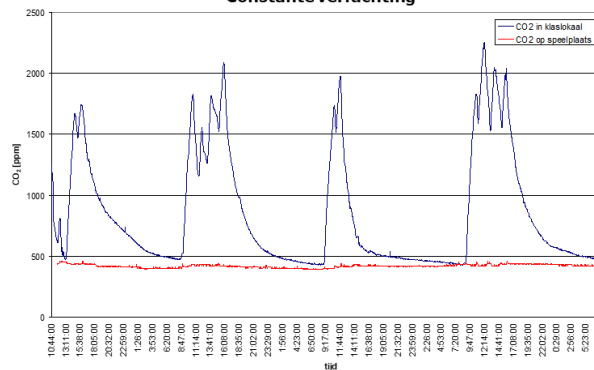
De mens als bron: CO₂ in klaslokalen



Verluchten tijdens lestijden, nadien ramen gesloten

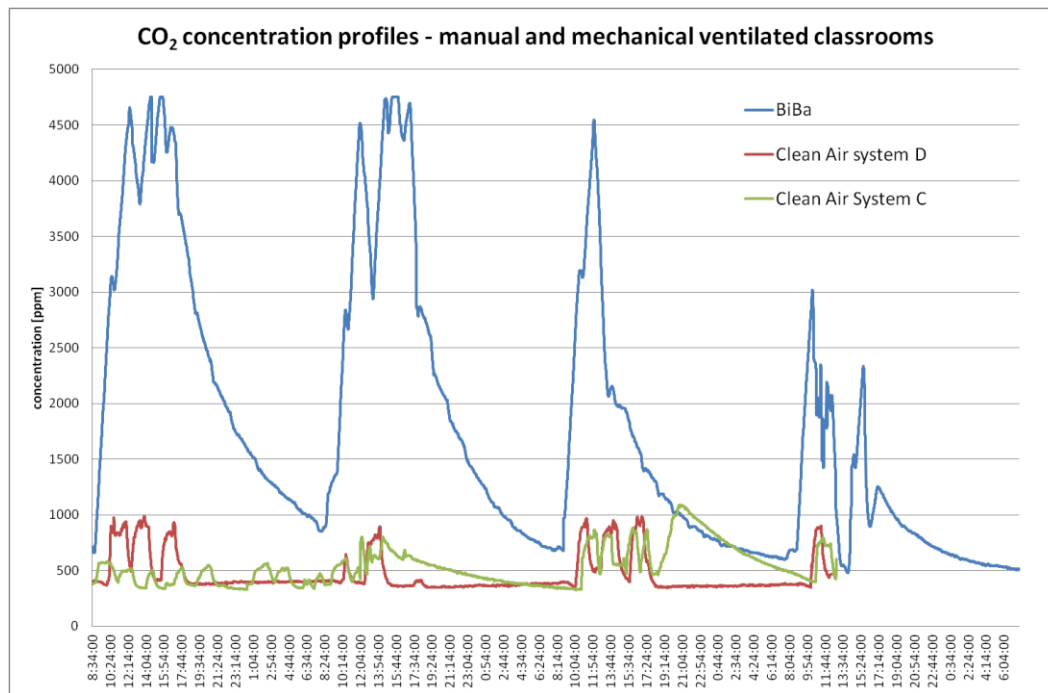


Constance verluchting



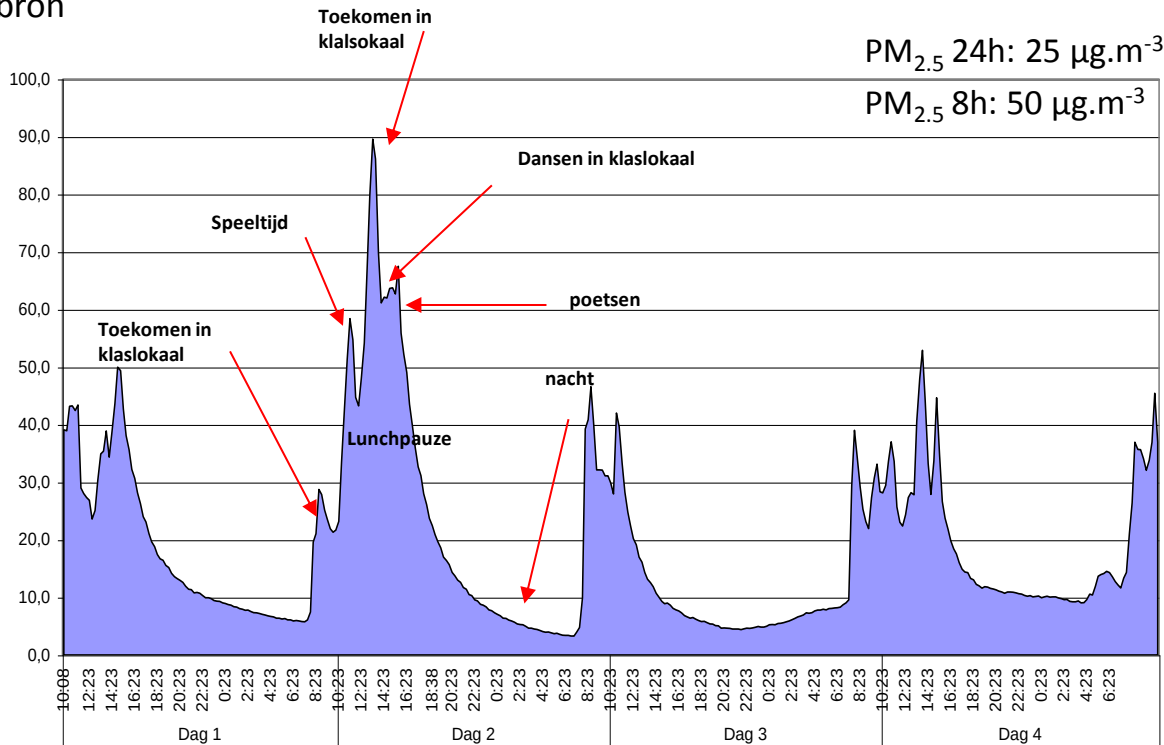
4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

De mens als bron



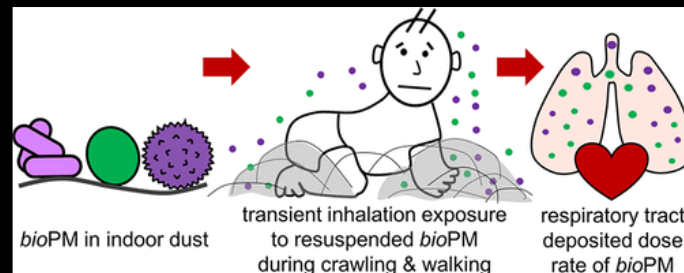
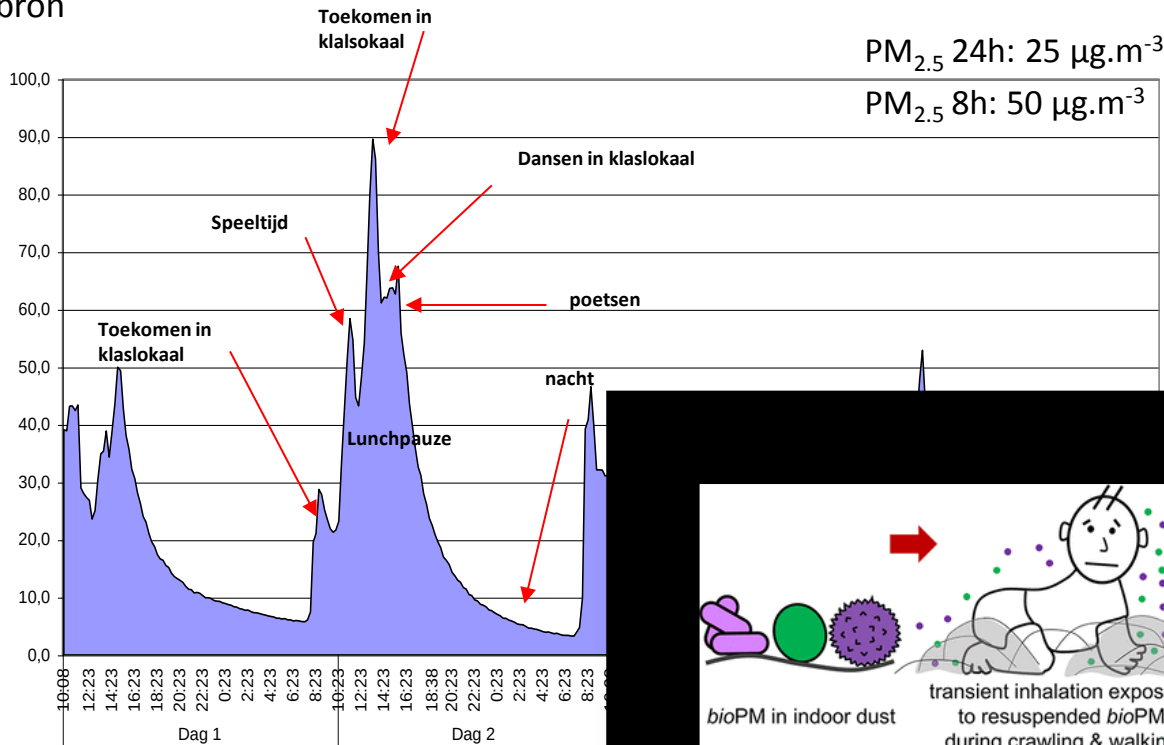
4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

Gebouwgebruik als bron



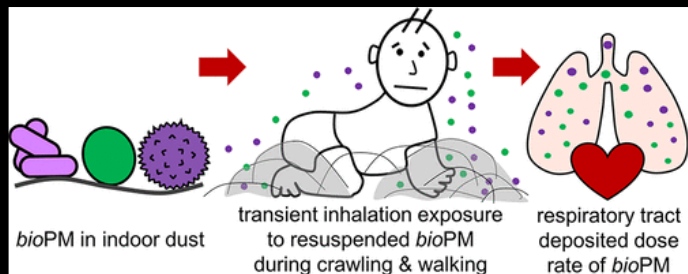
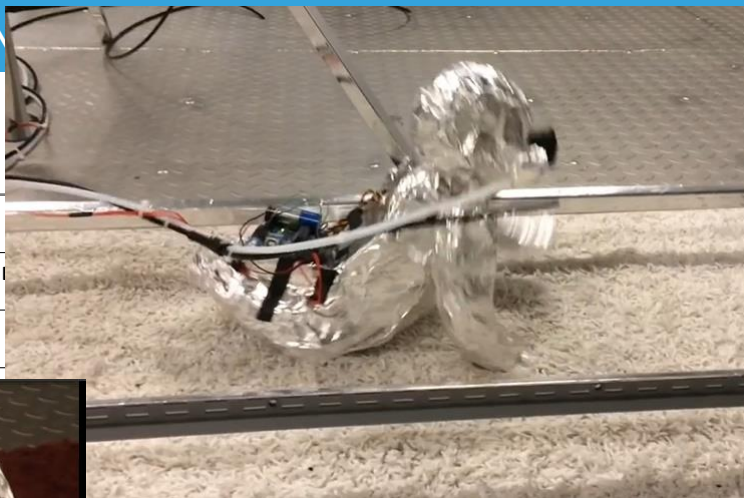
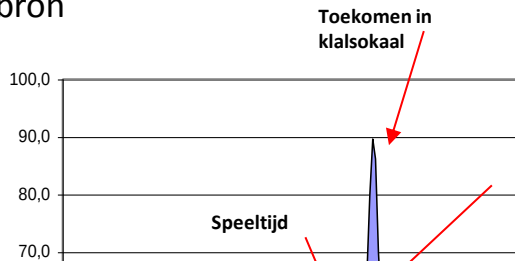
4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

Gebouwgebruik als bron



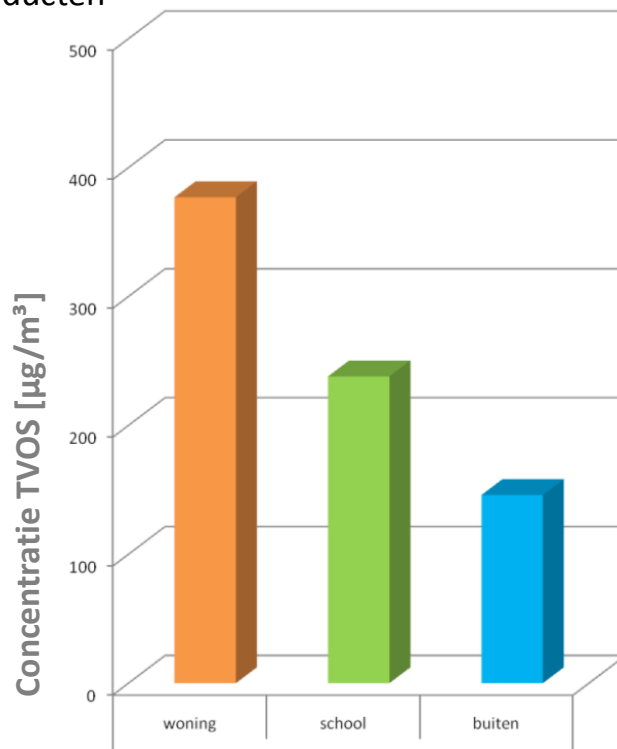
4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNEN

Gebouwgebruik als bron



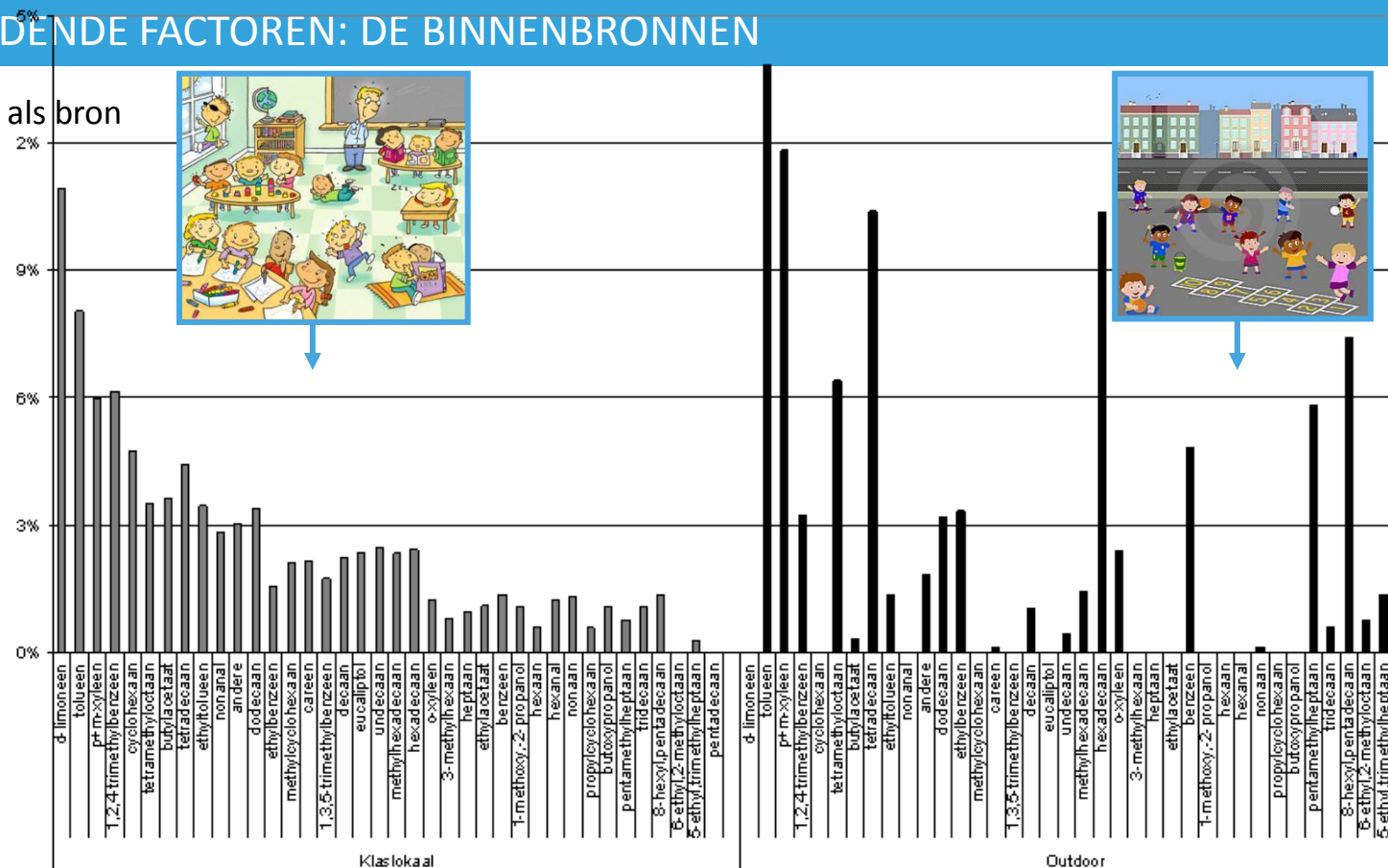
4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

Gebouwgebruik als bron: uitstoot van producten



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

Gebouwgebruik als bron



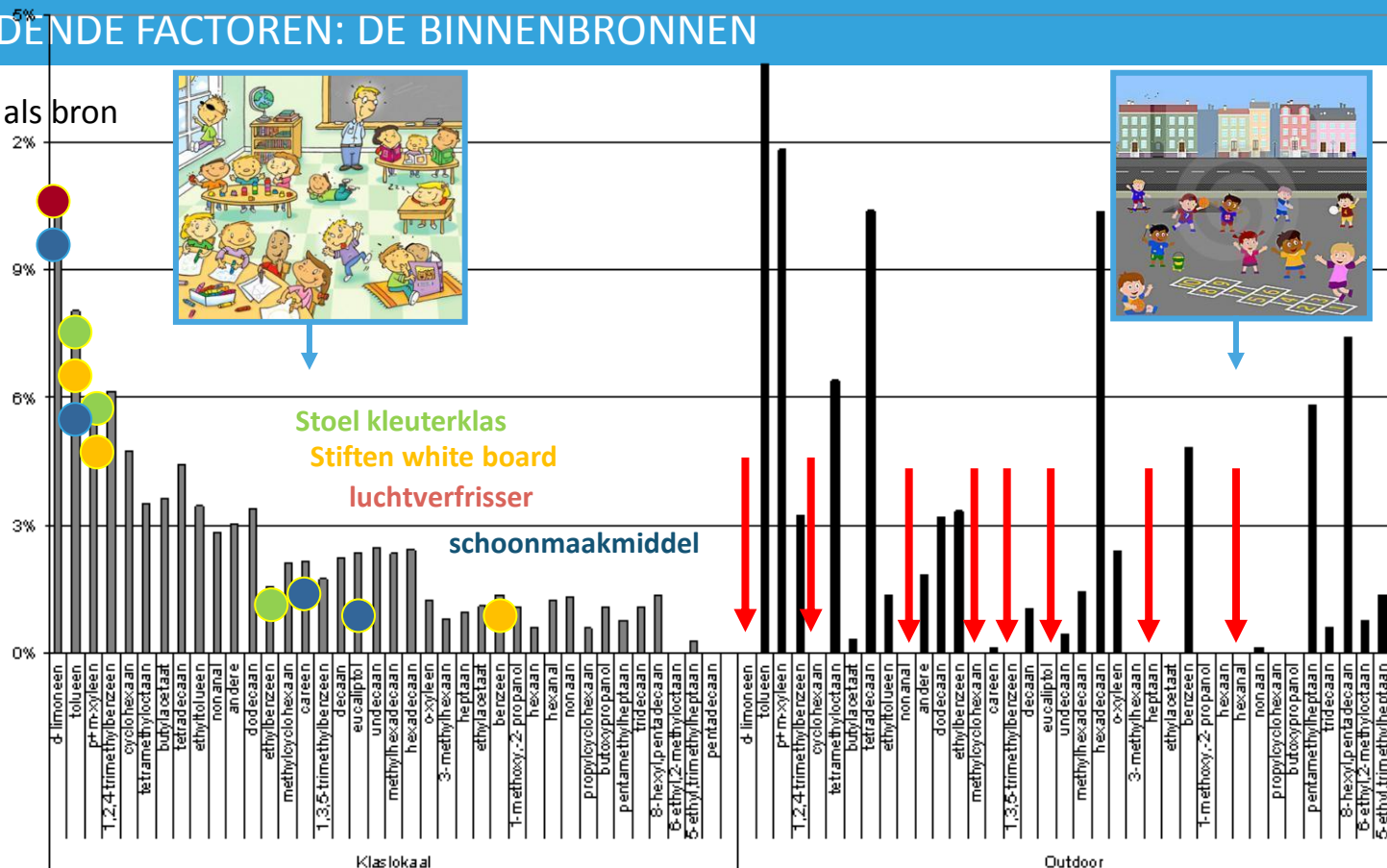
4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

Gebouwgebruik als bron



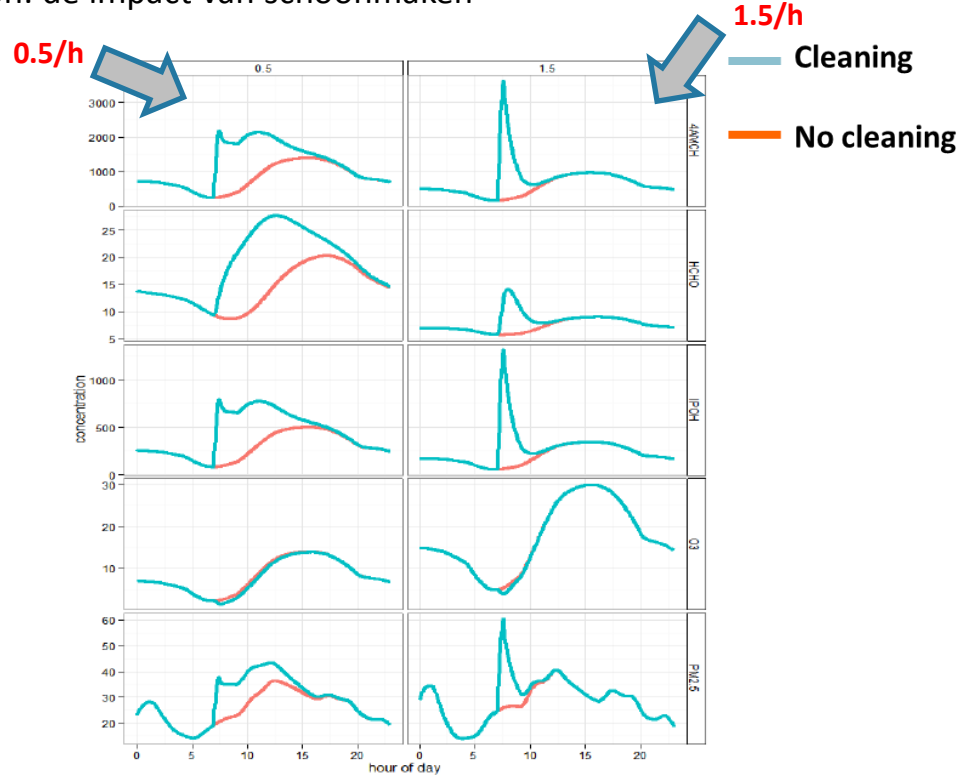
Stoel kleuterklas
Stiften white board
luchtverfrisser

schoonmaakmiddel



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

Gebouwgebruik als bron: de impact van schoonmaken



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

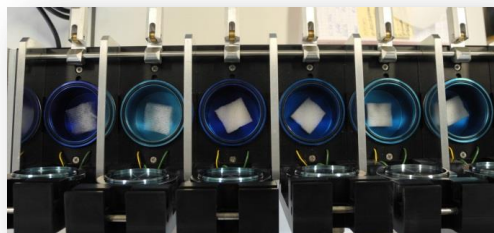
Gebouwgebruik als bron: uitstoot van producten

- Uitstoot van bouwmaterialen (bv verven, vloer, ..)
- Uitstoot van meubilair
- Uitstoot van consumentenproducten



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

De uitstoot van materialen: Hoe wordt de uitstoot van bouwmaterialen gemeten?



Accreditatie

ISO 17025

CEN/TS 16516 (prEn 16516) (2015)

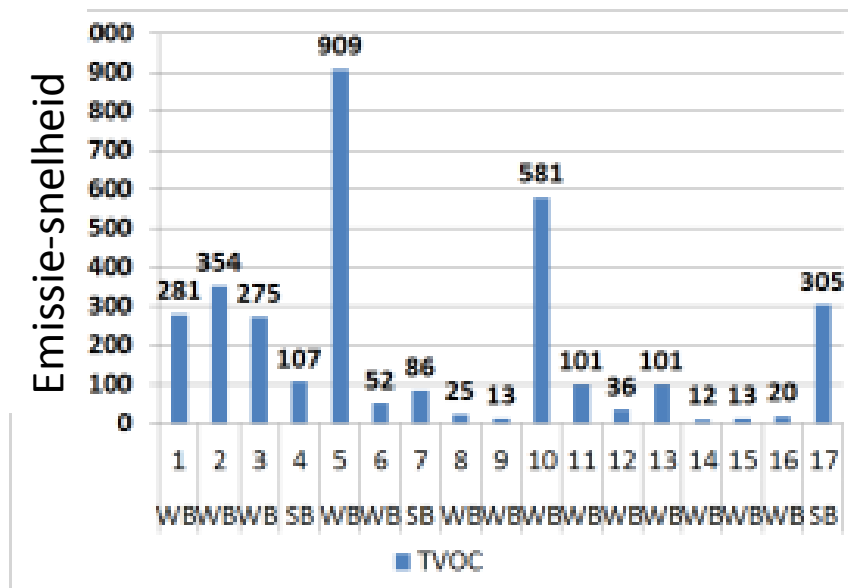
EN 16402 (2013) en equivalente

ISO 16000 reeks en ASTM emissie
test standaarden



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

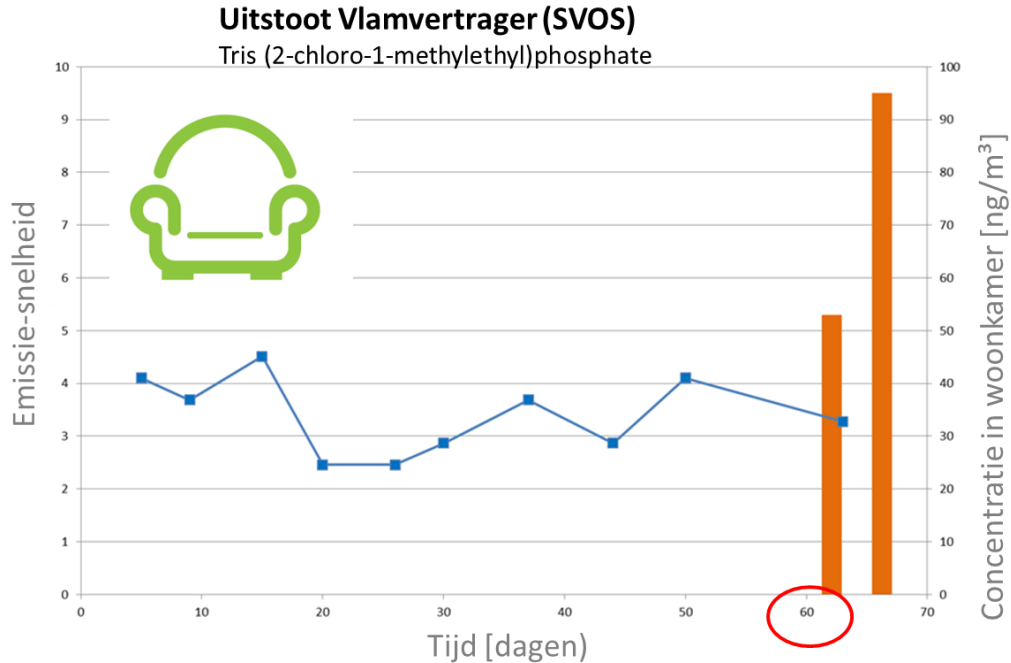
Uitstoot van bouwmaterialen – een vergelijking van de uitstoot van verven



WB = watergedragen
SB: solventgedragen

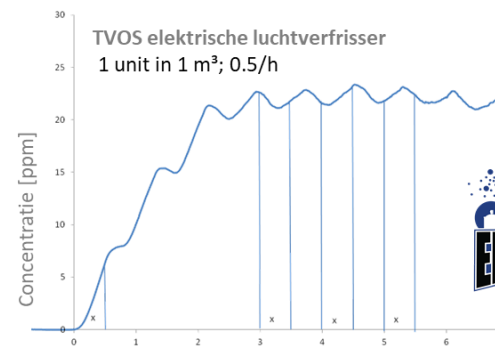
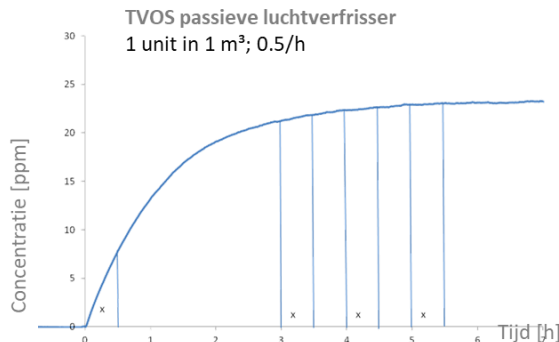
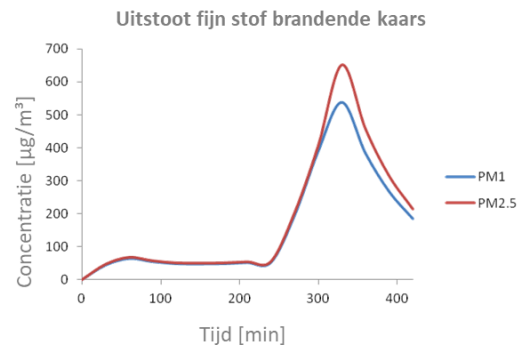
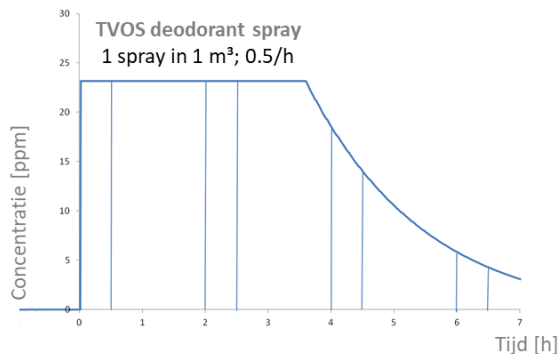
4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

Uitstoot van meubilair – de uitstoot van vlamvertragers



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

Uitstoot van consumentenproducten – de uitstoot van totale hoeveelheid vluchtige organische stoffen



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

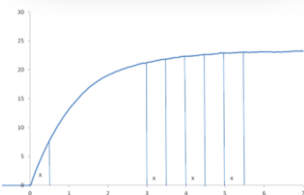
Uitstoot van consumentenproducten – VOS uitgestoten door een luchtverfrisser

‘passieve’ luchtverfrisser – concentraties ideale kamer na 5 uur, 1 eenheid in 30 m³, 0.5/h

Compound	CAS	conc [µg/m ³]	Explicitely in AgBB	AgBB group name	Contact allergen	Carcinogens
<i>match too low (rt 21,48)</i>		124 semi-quant.				
Dihydromyrcenol	18479-58-8	78,4 semi-quant.				
Tripropylene glycol monomethylether	20324-33-8	49,3 semi-quant.				
Diisobutylcarbinol	108-82-7	36,7 semi-quant.				
<i>match too low (rt 25,44)</i>		31,3 semi-quant.				
Linalyl acetate	115-95-7	29,2 semi-quant.				
cyclohexanone,5-methyl-2-(1-methylethyl)-	491-07-6	26,0 semi-quant.				
benzene,1-methyl-3-(1methylethyl)-	535-77-3	19,7 semi-quant.	X			
Eucaliptol	470-82-6	12,0 quant.				
Limonene	138-86-3	11,7 quant.*	X		X	
β-Pinene	127-91-3	9,2 quant.	X			
Linalool	000078-70-6	8,5 quant.*			X	
cyclohexanol,5-methyl-2-(1-methylethyl)-,(1.alpha.,2.beta.,5.alpha)-(+/-)	2216-51-5	8,2 semi-quant.		Terpene, sonstige		
α-pinene	80-56-8	5,8 quant.*	X			
γ-Terpinene	99-85-4	4,6 semi-quant.		Terpene, sonstige		
toluene	108-88-3	3,8 quant.	X			
1,3,7-octatriene,3,7-dimethyl-	502-99-8	3,6 semi-quant.		Terpene, sonstige		
camphene	79-92-5	2,3 semi-quant.		Terpene, sonstige		
beta-phellandrene	555-10-2	2,1 semi-quant.		Terpene, sonstige		
hexanal	66-25-1	1,6 semi-quant.	X			
3 - Carene	498-15-7	1,0 quant.	X			
alpha-phellandrene	99-83-2	0,6 semi-quant.		Terpene, sonstige		
1-hexanol	111-27-3	0,1 semi-quant.	X			
2-propanol,1-butoxy-	5131-66-8	0,1 semi-quant.	X			

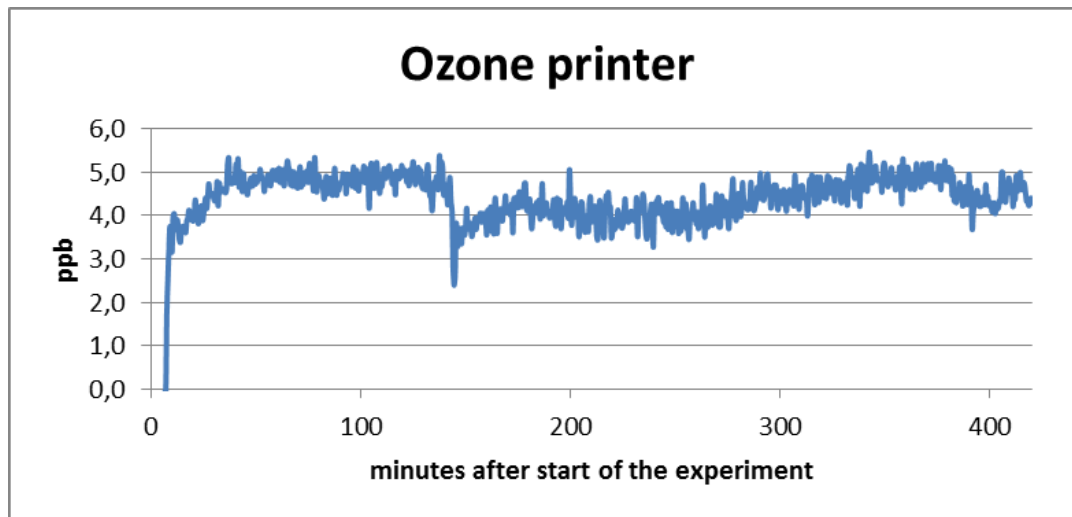
TVOC

769 semi-quant.



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

Uitstoot van kantoormateriaal: ozonproductie door een printer



4. BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: DE BINNENBRONNEN

Ga preventief tewerk:

EU Beleid:

Duitsland (DIBt / AgBB)
 België (Jan 2015)
 Frans label en CMR
 CE markering
 EU Decopaint (VOC content)
 Lithuania (July 2015)

...

EU Labels & Specificaties:

EMICODE
 EU ecolabel
 M1, Finland
 Blue Angel, Germany
 Natureplus,...



BINNENMILIEU EN BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: GEZOND BINNENMILIEU CREËREN



OUTLINE

1. Het **belang** van een gezonde binnenlucht
2. **Hoe** wordt de luchtkwaliteit gemeten?
3. Het **Vlaams Binnenmilieubesluit**
4. Binnenmilieu en beïnvloedende factoren:
 - De buitenluchtkwaliteit
 - De gebouwschil
 - Binnenbronnen
5. Nieuwe **bronnen**
6. Wat als het **fout** gaat?

VITO/COSE
Buro - Not for distribution



BRONREDUCTIE

Stap 1: bouwen - ontwerp ventilatiesysteem ifv bouwsite, gebouwgebruik en lokale buitenbronnen

Stap 2: inrichten - kies voor lage-emissie kantoor-, decoratie- en bouwmaterialen

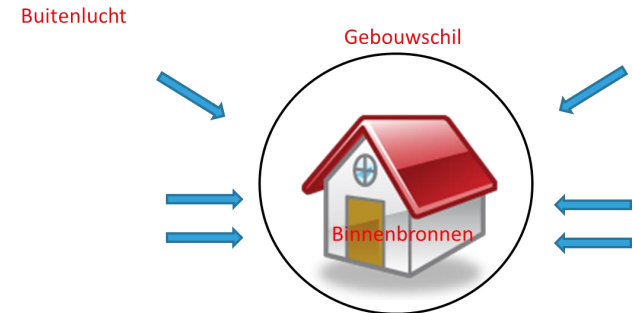
Stap 3: gebruiken A – beperk/vermijd tijdelijke bronnen, zoals schoonmaakmiddelen, luchtverfrissers, ...

BLOOTSTELLINGSBEPERKING

Stap 4: gebruiken B - ventilatiedebieten ifv gebouwgebruik, bezetting en te verwachten binnenbronnen

OUTLINE

1. Het **belang** van een gezonde binnenlucht
2. **Hoe** wordt de luchtkwaliteit gemeten?
3. Het **Vlaams Binnenmilieubesluit**
4. Binnenmilieu en beïnvloedende **factoren**:
 - De buitenluchtkwaliteit
 - De gebouwschil
 - Binnenbronnen
5. Wat als het **fout** gaat?
6. Nieuwe **bronnen**



5. WAT ALS HET FOUT GAAT?

Menselijke reactie op BiMi kwaliteit, klimaat en andere stressoren (geluid, licht):

- **Acute effecten** ✓ Vaak voorkomende klacht → door arts vastgesteld : bloed/urineonderzoek/diagnose
- **Chronische effecten** Meestal geen directe klacht of symptomen
- **Discomfort** ✓ Vaak voorkomende klacht → zonder diagnose door arts
- **Verminderde prestatie** ✓ Vaak voorkomende gezondheidsklacht → zonder diagnose door arts

→ Aanleiding tot **gezondheidsklachten**



5. WAT ALS HET FOUT GAAT?

In Vlaanderen zijn twee types BiMi gegevens te onderscheiden:

- (1) BiMi studies in binnenmilieus **zonder** gezondheidsklachten,
- (2) BiMi studies in binnenmilieus **met** BiMi-gerelateerde gezondheidsklachten

5. WAT ALS HET FOUT GAAT?

(1) BiMi studies in binnenmilieus zonder gezondheidsklachten,

- In gebouwen zonder gezondheidsklachten van bewoners
- Om BiMi pollutniveaus te bepalen in representatieve micro-omgevingen (“set a baseline”)
- Om potentiële risico’s van een type BiMi te evalueren
- Om BiMi Besluit richt/interventiewaarden te evalueren

(2) BiMi studies in binnenmilieus met BiMi-gerelateerde gezondheidsklachten

- Gezondheidsklacht = gezondheidssymptomen, diagnose door dokter
- Om de oorzaak of bron van een contaminatie of gezondheidsklacht te identificeren

5. WAT ALS HET FOUT GAAT?

Case 1 – Kwik-incident op school

- Potje kwik in technische werkplaats school
- Leerlingen openen potje en experimenteerden met kwik, tijdens korte afwezigheid leerkracht
- Een leerling werd onwel in de klas
- Zo goed als mogelijk kwik weggenomen (niet professioneel)
- Tijdens de metingen nog steeds zichtbare kwikdruppels tussen werktuigen

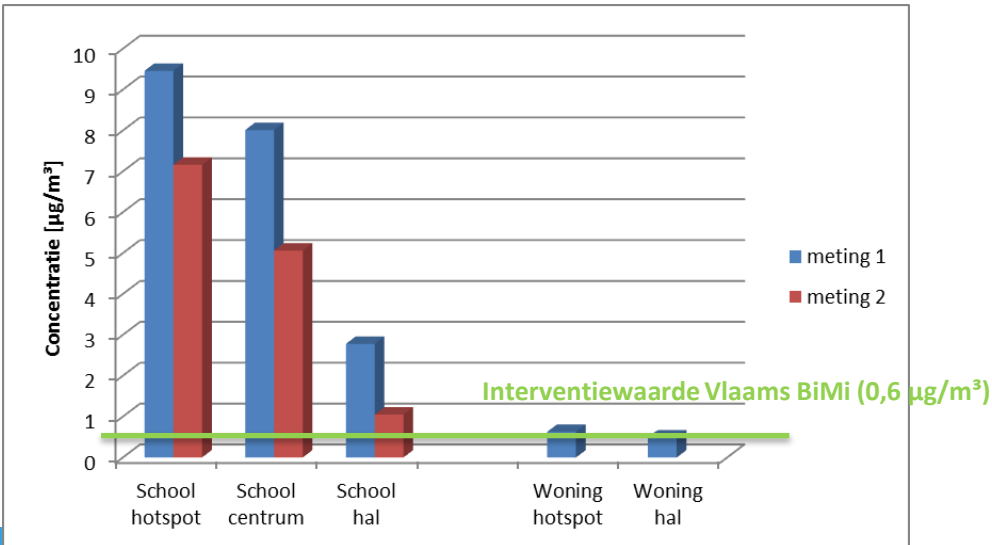


5. WAT ALS HET FOUT GAAT?

Case 1 – Kwik-incident op school

Redenen waarom overgegaan werd tot meten:

Duidelijk causaal verband, maar concrete risico-inschatting is noodzakelijk



5. WAT ALS HET FOUT GAAT?

Case 2 – Behandeling van muren tegen opstijgend vocht

- Case A:
 - Buren behandelden muur tegen opstijgend vocht
 - Technisch niet correct uitgevoerd
 - Sterke geurhinder in aangrenzend appartement
- Case B:
 - Behandeling van muur tegen opstijgend vocht in woning zelf
 - Reden voor behandeling was vochtige geur in de (nieuw aangekochte) woning

5. WAT ALS HET FOUT GAAT?

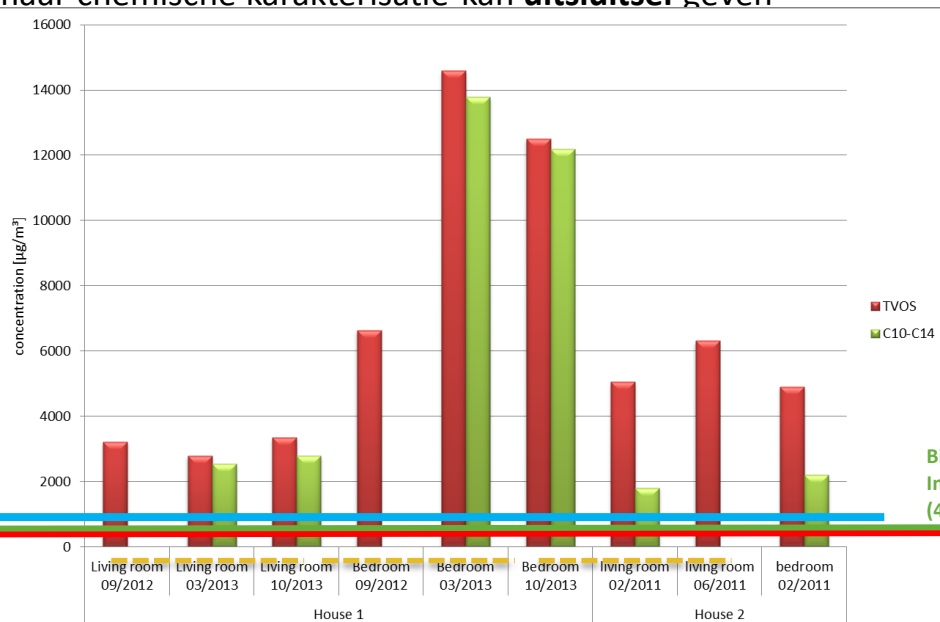
Case 2 – Behandeling van muren tegen opstijgend vocht

Redenen waarom overgegaan werd tot meten:

Mogelijks causaal verband, maar chemische karakterisatie kan **uitsluitend** geven

P95 Surveillance klachtenvrije
woningen
(925 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

BiMi Interventiewaarde TVOC
2018 (1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



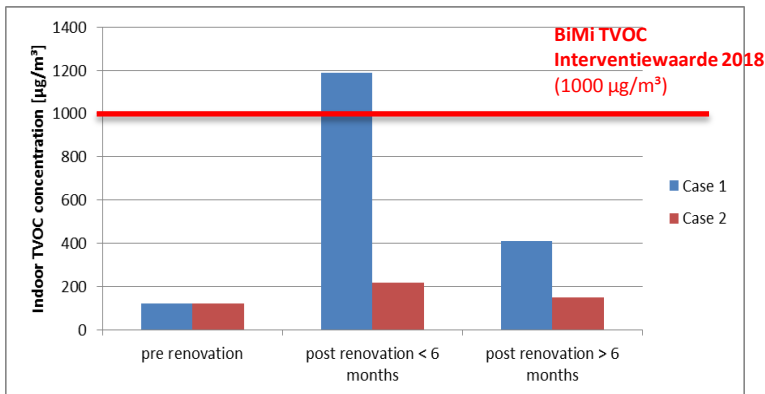
BiMi C9-C14 alkanen
Interventiewaarde 2018
(490 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

BiMi TVOC
Richtwaarde
2018 (300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

5. WAT ALS HET FOUT GAAT?

Case 2 – Behandeling van muren tegen opstijgend vocht

Ter vergelijking: Renovair onderzoek (LNE 2016) naar behandeling van muren tegen opstijgend vocht



Oorzaak:

Individuele VOCs: geen verhoging

Screening van VOCs:

- 'unidentified organics'
- epoxysiloxanen

Evolutie vocht in muren:

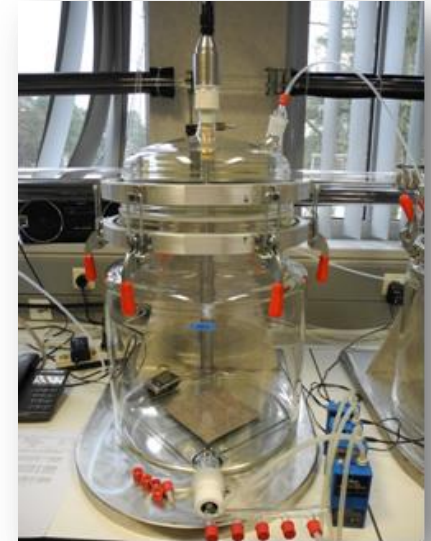
Geen vermindering vocht in case 1,
Duidelijke verbetering vocht in case 2

5. WAT ALS HET FOUT GAAT?

Case 3 – geurhinder in kantoorgebouw na renovatie

Sterke geurhinder, gezondheids- en comfortklachten van personeel

Recente verbouwingswerken: nieuwe vloerbedekking
Vloer bedekt met PVC-tegels op een lage-emissie lijm (M1-label)



5. WAT ALS HET FOUT GAAT?

Case 3 – geurhinder in kantoorgebouw na renovatie

Nieuwe vloer **?** oorzaak van geurhinder

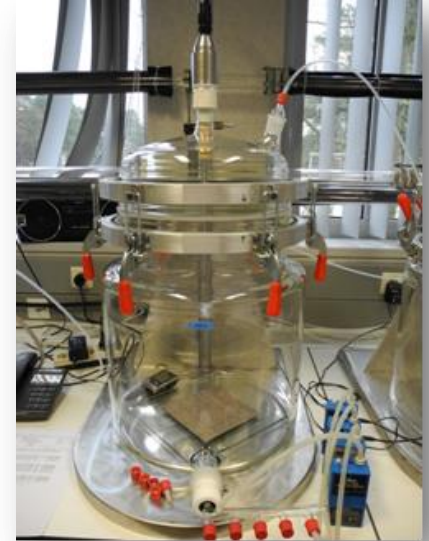
Laboratorium experiment:

- 2 emissie testkamers van 0.062 m³,
- Luchtverversing 1/h,
- Temperatuur 21 ± 4 °C

Wegens veronderstelling foute installatie:

- Kamer 1: tegel op **droge** lijm
- Kamer 2: tegel op **natte** lijm

PVC bevat weekmaker (ftalaat): di(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)



5. WAT ALS HET FOUT GAAT?

Case 3 – geurhinder in kantoorgebouw na renovatie

Nieuwe vloer **?** oorzaak van geurhinder

di(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)

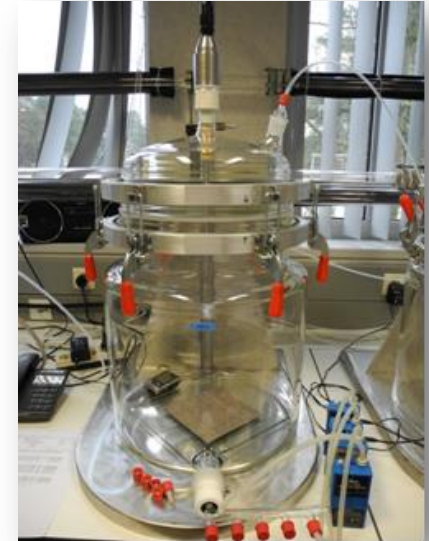
bij aanwezigheid van vocht: hydrolyse tot **2-ethyl-1-hexanol**

Na 24h in kamer:

- uitstoot 2-ethyl-1-hexanol tot 115 $\mu\text{g}/\text{h}.\text{m}^2$ (correcte installatie)
- uitstoot 2-ethyl-1-hexanol tot 132 $\mu\text{g}/\text{h}.\text{m}^2$ (natte installatie)

Na 3 dagen in kamer:

- uitstoot 2-ethyl-1-hexanol tot 95 $\mu\text{g}/\text{h}.\text{m}^2$ (correcte installatie)
- uitstoot 2-ethyl-1-hexanol tot 102 $\mu\text{g}/\text{h}.\text{m}^2$ (natte installatie)



Zintuiglijke waarneming (geurhinder) vanaf 2 uur blootstelling aan 1 mg/m^3 2-ethyl-1-hexanol

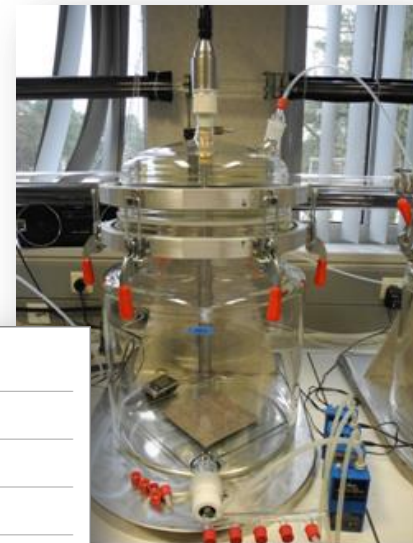
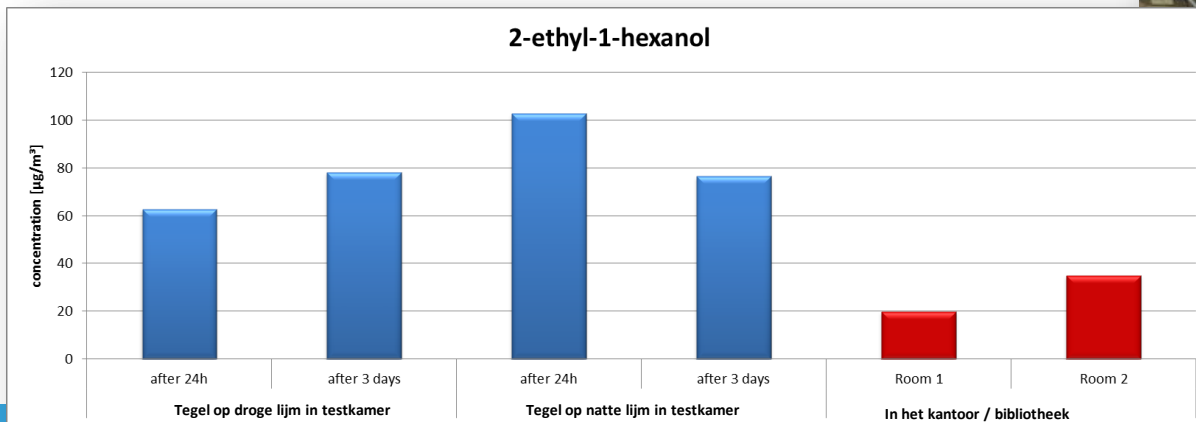
5. WAT ALS HET FOUT GAAT?

Case 3 – geurhinder in kantoorgebouw na renovatie

Nieuwe vloer = oorzaak van geurhinder

di(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP)

bij aanwezigheid van vocht: hydrolyse tot **2-ethyl-1-hexanol**



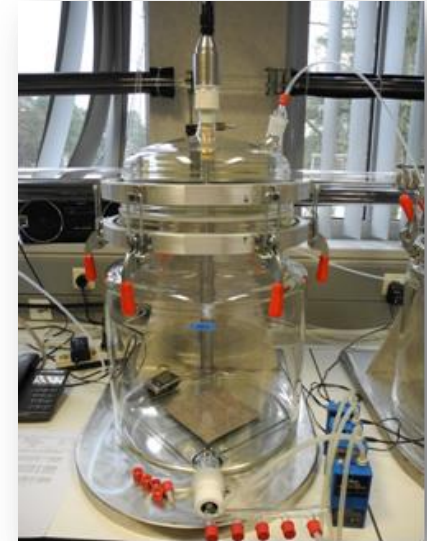
5. WAT ALS HET FOUT GAAT?

Case 3 – geurhinder in kantoorgebouw na renovatie

Nieuwe vloer = oorzaak van geurhinder

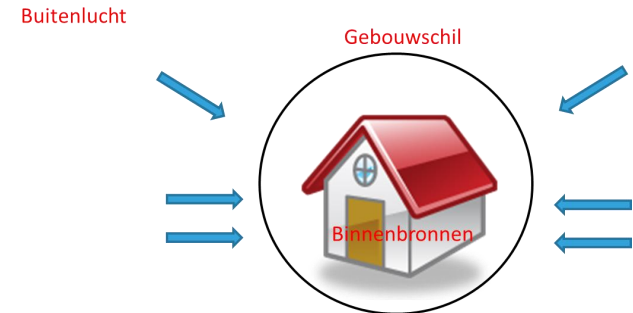
Conclusie:

- di(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP) hydrolyseerde tot **2-ethyl-1-hexanol**
- vocht onder de PVC tegel kwam er door
 - (1) te snelle plaatsing op de lijm en
 - (2) niet volledig gedroogde chape



OUTLINE

1. Het **belang** van een gezonde binnenlucht
2. **Hoe** wordt de luchtkwaliteit gemeten?
3. Het **Vlaams Binnenmilieubesluit**
4. Binnenmilieu en beïnvloedende **factoren**:
 - De buitenluchtkwaliteit
 - De gebouwschil
 - Binnenbronnen
5. Wat als het **fout** gaat?
6. Nieuwe bronnen



6.NIEUWE BRONNEN

Onderzoek in Frankrijk (CSTB)

> 2 741 nieuwe BiMi polluenten uit literatuur



Evaluatie en prioriteren



2 039 substanties met sterk gebrek aan data



702 weerhouden wegens hoog risico

Nieuwe producten, nieuwe bronnen, nieuwe substanties ... **BiMi is in constante evolutie!**

Quels sont les nouveaux polluants chimiques d'intérêt à mesurer dans l'environnement intérieur des logements ?

Jérémie Achille¹, Olivier Ramaho¹, Guillaume Boulanger², Guillaume Perouel², Robert Garnier³ et Corinne Mandin¹

Contact : jeremie.achille@cstb.fr

CONTEXTE ET OBJECTIFS – HIÉRARCHISATION EN VUE D'UNE CAMPAGNE NATIONALE

Objectif	Evaluation des expositions et des risques sanitaires chroniques dans l'environnement intérieur : mise à jour de la contamination des logements français par une 2 ^{ème} campagne nationale	Etapes : ➤ Recenser les substances potentiellement présentes dans l'environnement intérieur ➤ Hiérarchiser selon des critères sanitaires ➤ Identifier les nouveaux polluants d'intérêt
Cible	Population générale	
Compartment	Air intérieur (Phases gazeuse et particulaire) + Sol (poussières déposées)	
Voies d'exposition	Inhalation, ingestion (poussières) et contact cutané	
Type de substances	Polluants chimiques	
Actions envisagées	Mesure ou non des substances dans la campagne nationale « Logements » n°2 de l'OQAI	



BIBLIOGRAPHIE – MÉTHODES ET SUBSTANCES

Point de départ – Travaux précédents	Bibliographie – Substances
➤ Inventaires de données de l'OQAI en 2012 et 2017 (données France et étranger) ➤ Hiérarchisation sanitaire OQAI 2010	➤ Revue bibliographique émission de polluants – 14 articles ➤ Revue bibliographique mesures de polluants (2016-2017) – 26 articles ➤ Rapports Danish EPA produits de consommation – 27 rapports ➤ Littérature grise – 5 rapports ➤ Listes COV réglementaires et VGA (valeurs guides de qualité de l'air intérieur - Anses)
Bibliographie – Méthodes de hiérarchisation ➤ Revue bibliographique méthodes (2010-2017) – 15 articles ➤ Littérature grise – Anses Mobilier (2015) et Pesticides (2017) ; Inéris Micropolluants (2012) ; Santé Canada (1999 – 2006)	> 2 741 substances recensées > méthode de hiérarchisation retenue par attribution de scores suivant des critères de danger



HIÉRARCHISATION – CRITÈRES RETENUS ET SCORES ASSOCIÉS

Effet	Scores de danger appliqués				
	12	8	4	2	0
Cancérogène Critère 1	Cancérogène probable chez l'Homme	Cancérogène probable chez l'Homme	Cancérogène possible chez l'Homme		Données inadéquates ou cancérogène peu probable
Mutagène Critère 1 bis		Mutagène chez l'Homme	Mutagène probable chez l'Homme	Mutagène possible chez l'Homme	Données inexistantes ou insuffisantes
Reprotoxique Critère 2	Reprotoxique chez l'Homme	Reprotoxique probable chez l'Homme	Reprotoxique possible chez l'Homme		Données inexistantes ou insuffisantes
Perturbateur Endocrinien Critère 2 bis		PE probable	PE possible	PE suspecté	Données inadéquates ou PE peu probable
Toxicité spécifique pour certains organes cibles Critère 3		Effets toxiques notables chez l'Homme	Effets toxiques possibles chez l'Homme		Données inexistantes ou insuffisantes
Sensibilisant respiratoire et/ou cutané Critère C4	-	Sensibilisant fréquent chez l'Homme et/ou puissant chez l'animal	Sensibilisant peu fréquent chez l'Homme et/ou faible à modéré chez l'animal		Données inexistantes ou insuffisantes

Score final = Max (Critère 1 ou 1 bis) + Max (Critère 2 ou 2 bis) + Critère 3 + Critère 4



0 ≤ Score final ≤ 40

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

- 2 039 substances (74 %) avec un score de 0 : constat d'un fort manque de données
- Sur les 702 restantes (26 %), 208 retenues car score jugé relativement élevé, entre 10 et 20
- Environ 30 % des substances classées retenues pour la suite
- Faisabilité métrologique à investiguer pour chaque substance
- Discussions entre experts pour pertinence et choix final



Bedankt!