

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

VENTILATIE: ONTWERP EN AFSTELLING

LENTE 2022

De luchtkwaliteit verbeteren en garanderen

Sébastien PECCEU
CSTC/WTGB



- ▶ Wat zegt de ervaring? Evaluatie van de prestaties van systemen in woningen
 - Debieten,
 - microbiologische aspecten
- ▶ Algemene aanbevelingen om goede prestaties te bereiken
 - Ontwerp
 - Indienstelling
 - Onderhoud



ZIJN DE PRESTATIES VAN DE SYSTEMEN GELIJKWAARDIG?

ZIJN DE SYSTEMEN EN DEBIETEN IN DE PRAKTIJK CONFORM?

IS HET SYSTEEM ZELF EEN BRON VAN (MICROBIOLOGISCHE)
POLLUENTEN?



Disclaimer

Het cursusmateriaal maakt geen onderdeel uit van de officiële publicaties van het WTCB en mag dus niet als referentie gebruikt worden.

Het, zelfs gedeeltelijk, overnemen of vertalen van het cursusmateriaal is slechts toegelaten na voorafgaand schriftelijk akkoord van het WTCB.

ZIJN DE PRESTATIES VAN DE SYSTEMEN GELIJKWAARDIG ?

ZIJN DE SYSTEMEN EN DEBIETEN IN DE PRAKTIJK CONFORM ?

IS HET SYSTEEM ZELF EEN BRON VAN (MICROBIOLOGISCHE)
POLLUENTEN ?

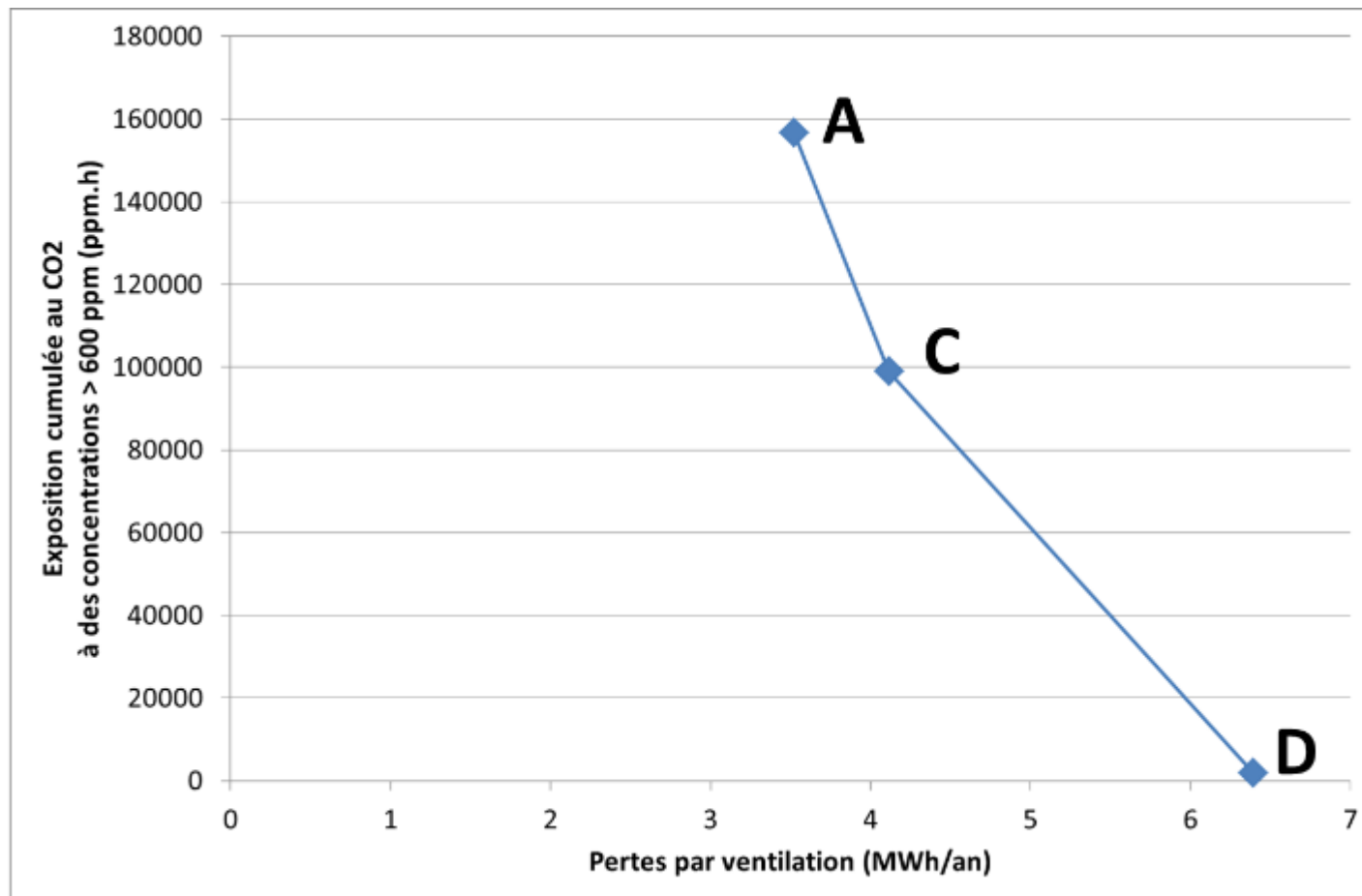


De systemen A, C en D die gedimensioneerd zijn volgens de norm NBN D 50-001, worden als niet gelijkwaardig beschouwd

Slecht

↓ Luchtkwaliteit

Goed



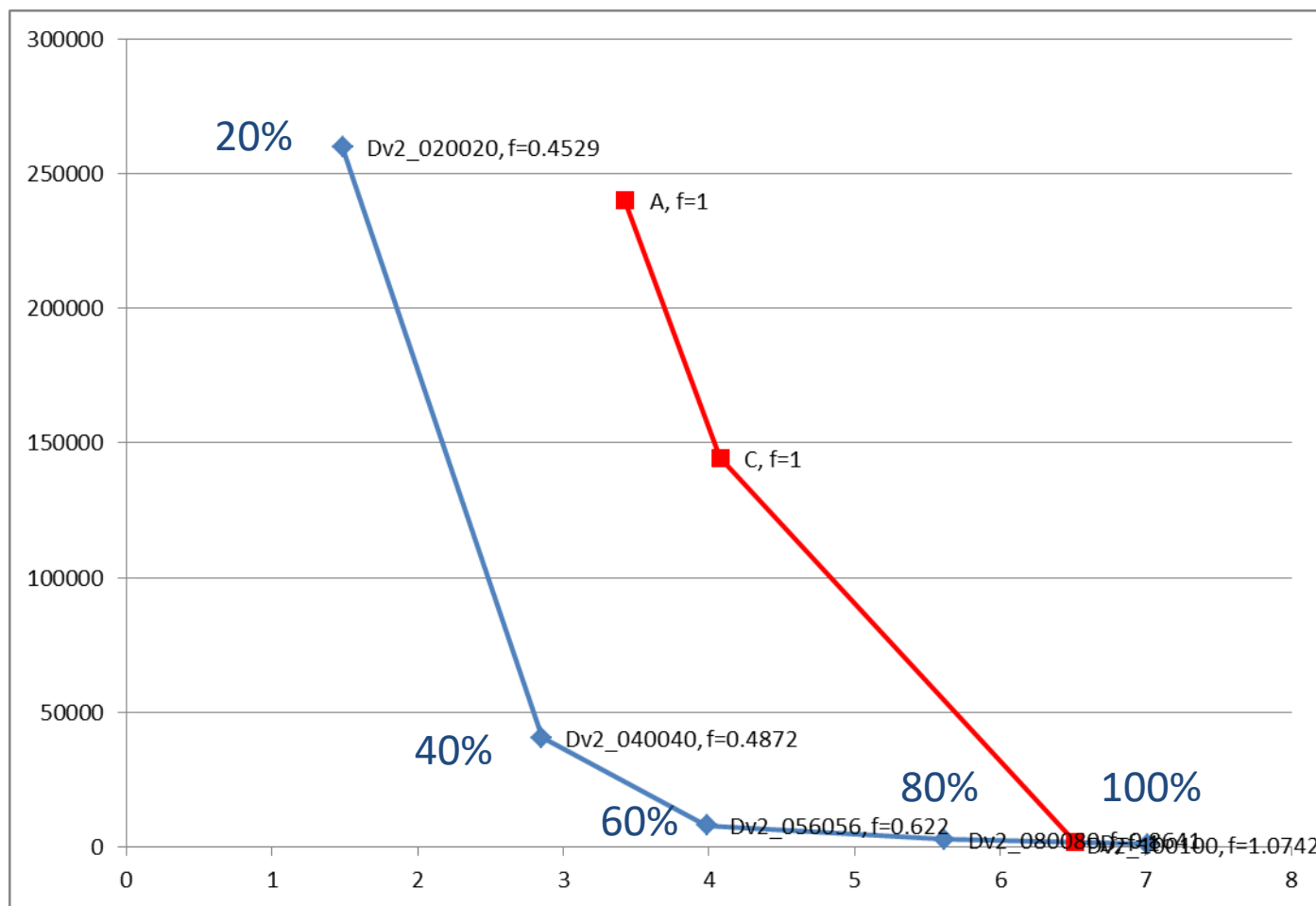
Energieverbruik →

Bij 40 % van het nominale debiet zorgt een systeem D al voor een betere luchtkwaliteit dan systemen A en C

Slecht

Luchtkwaliteit
↓

Goed



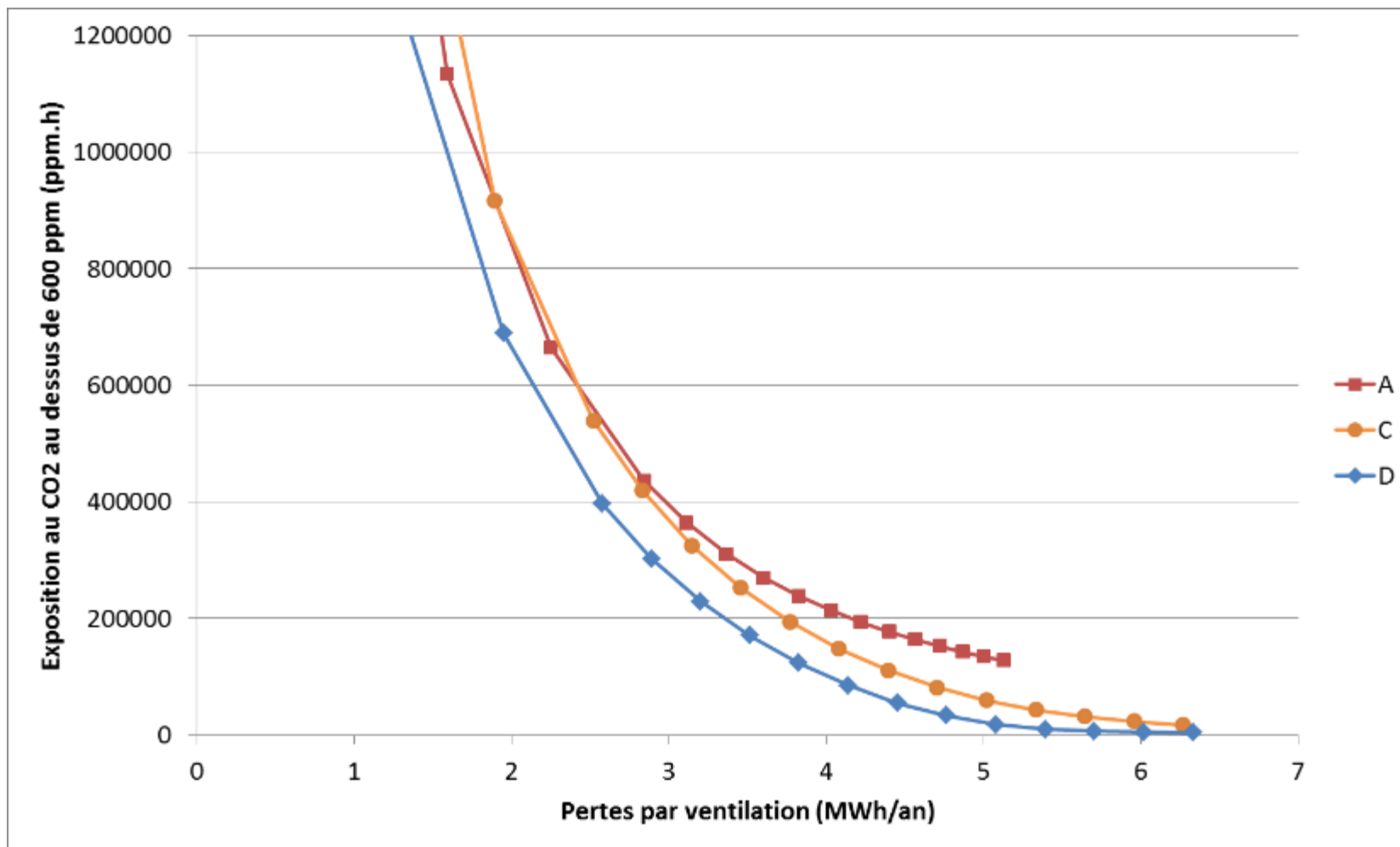
Energieverbruik →

De prestaties van systemen A en C kunnen worden verbeterd

Slecht

Luchtkwaliteit
↓

Goed



Energieverbruik →

De prestaties van systemen A en C kunnen worden verbeterd

- Evenwicht van de ontwerpdebieten tussen toevoer en afvoer
- Hybride systeem A
 - Intermitterende ventilatoren die werken als het nodig is
- Systeem C
 - Aanvullende mechanische extractie in de slaapkamers
- ...

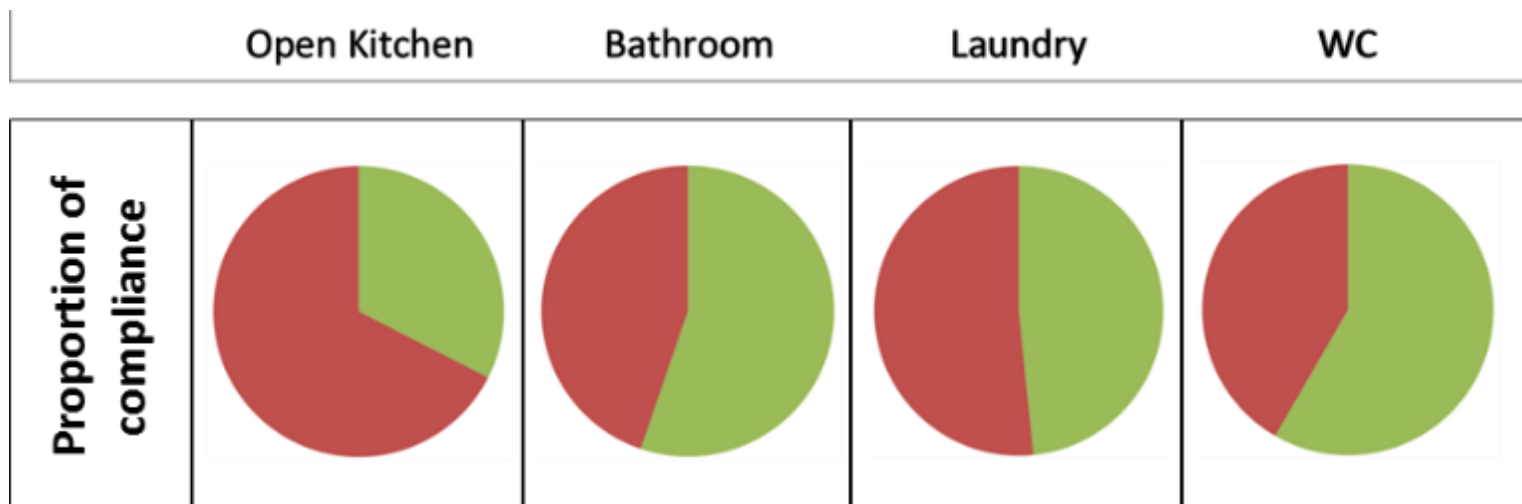
ZIJN DE PRESTATIES VAN DE SYSTEMEN GELIJKWAARDIG ?

ZIJN DE SYSTEMEN EN DEBIETEN IN DE PRAKTIJK CONFORM ?

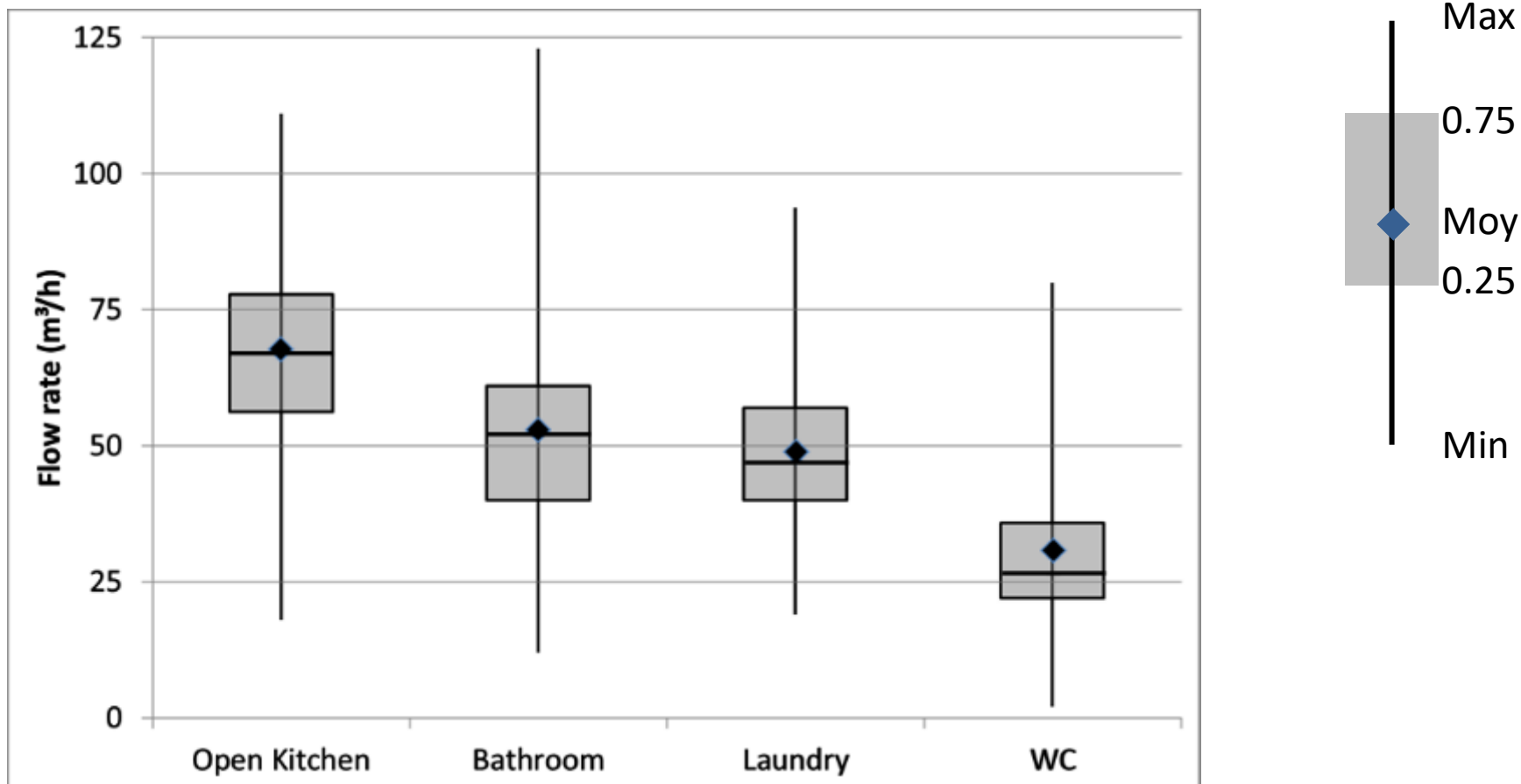
IS HET SYSTEEM ZELF EEN BRON VAN (MICROBIOLOGISCHE)
POLLUENTEN ?



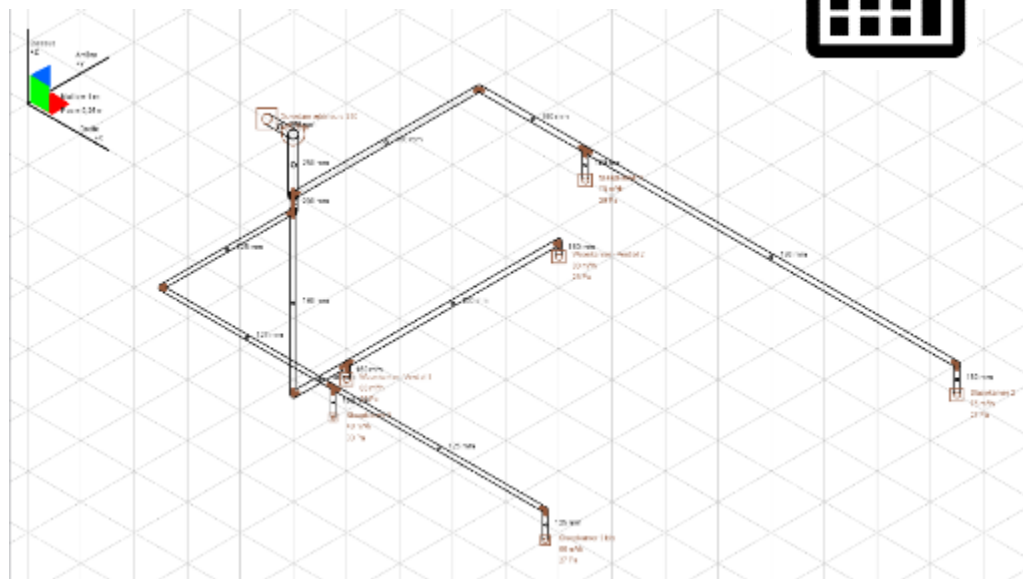
De in situ gemeten debieten (systeem C en D) zijn vaak lager dan de minimum geëiste debieten (EPB)



Als we goed kijken, is de meerderheid van de debieten (bijna) goed en zijn sommige vrij ontoereikend



Een goed ontwerp is het startpunt voor het bereiken van goede in-situ prestaties



TV 258 en rekentool OPTIVENT

Na een zorgvuldige installatie is de indienstelling ook essentieel om goede prestaties te bereiken

Illustratie met 2 voorbeelden

Debiet (m ³ /h)	Keuken	Toilet	Badkamer	Wasplaats	Berging	Totaal
Eis	75	25	50	50	-	200
Voorbeeld 1	60	2	54	10	82	208
Voorbeeld 2	9	3	13	11	4	40

→ Afstelling fout?

→ Veel te laag!



Slechte Luchtkwaliteit!

ZIJN DE PRESTATIES VAN DE SYSTEMEN GELIJKWAARDIG ?

ZIJN DE SYSTEMEN EN DEBIETEN IN DE PRAKTIJK CONFORM ?

**IS HET SYSTEEM ZELF EEN BRON VAN (MICROBIOLOGISCHE)
POLLUENTEN ?**



Schimmels en bacteriën?

- Bronnen van schimmels
 - Vooral buiten (bodem, planten,...)
 - Normaal gezien niet in gebouwen
- Bron van bacteriën
 - Vooral binnen: gebruikers, dieren, voedselresten, ...
- Grote variatie van externe bronnen
 - Omgeving, seizoen, enz.
- Hoofdvoorwaarde van de microbiologische ontwikkeling
 - Aanwezigheid van vocht > 70-80%



Systemen C en D: in-situ microbiologische analyses

■ Methode

- Analyse van schimmels en bacteriën
- Luchtstalen

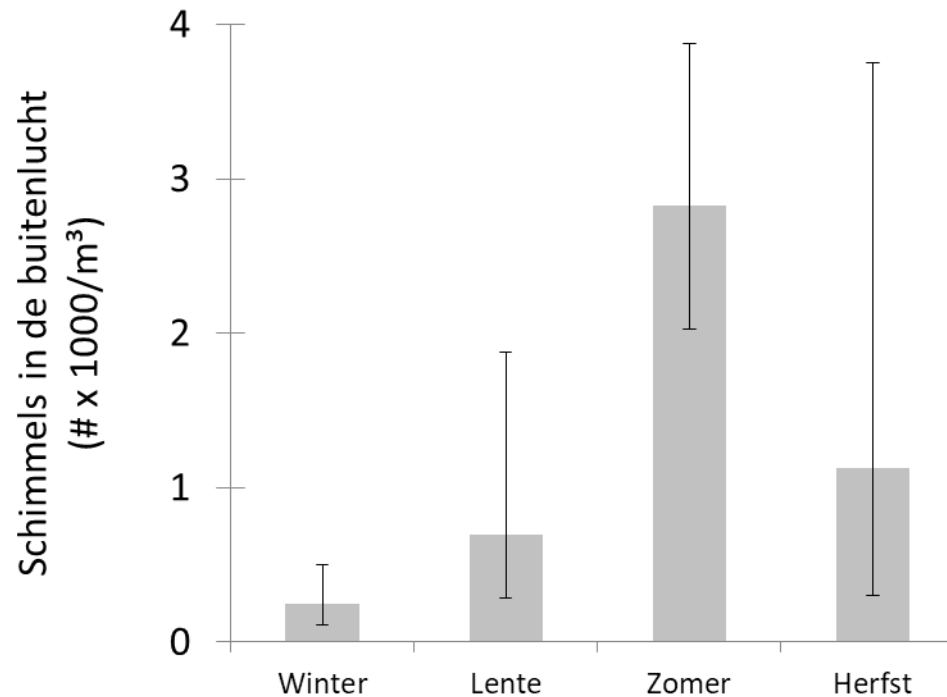
Toevoerlucht

Altijd vergeleken met buitenlucht



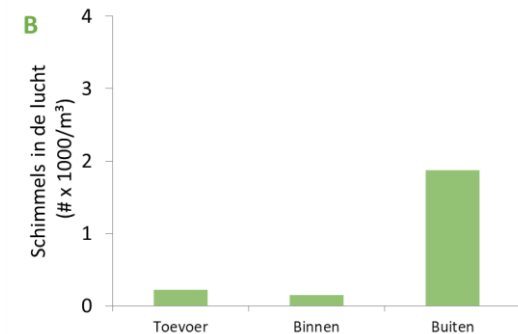
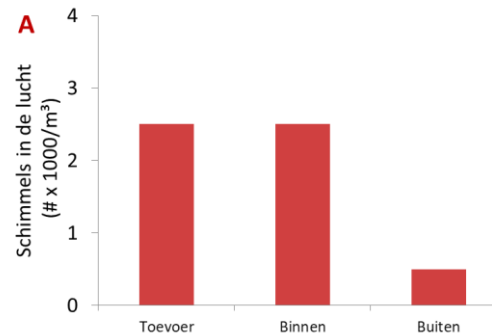
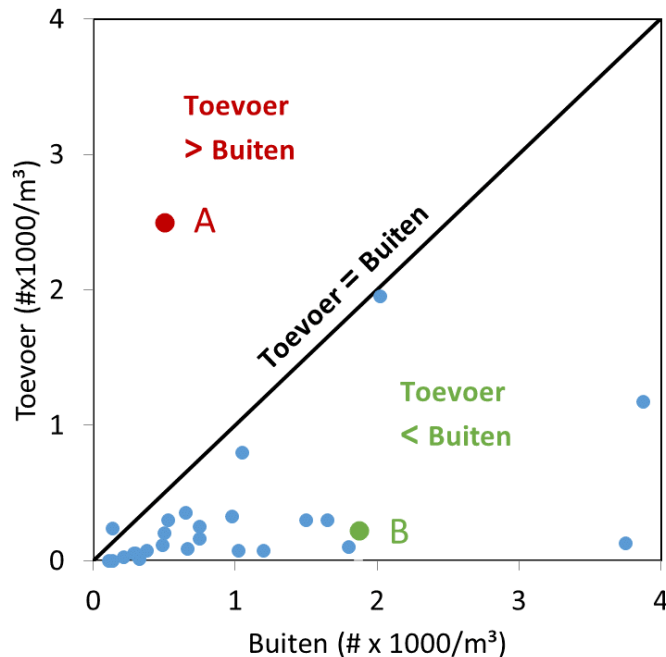
Project WTCB OPTIVENT (IWT/VLAIO, Vlaanderen)

Het aantal schimmels in de buitenlucht varieert sterk, afhankelijk van het seizoen



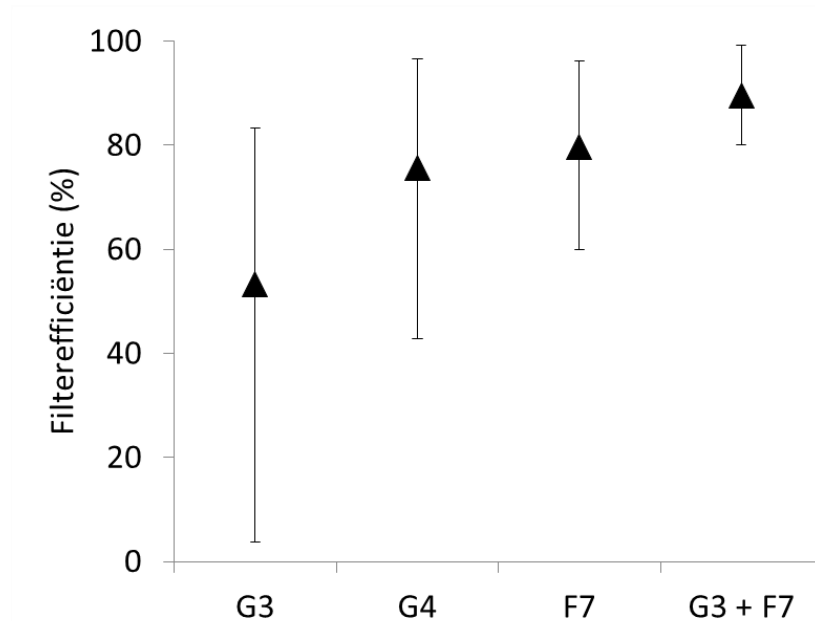
- Belang van de methodologie: altijd vergelijken met buitenlucht!

Systeem D: het aantal schimmels in de toevoerlucht is meestal veel lager dan in de buitenlucht



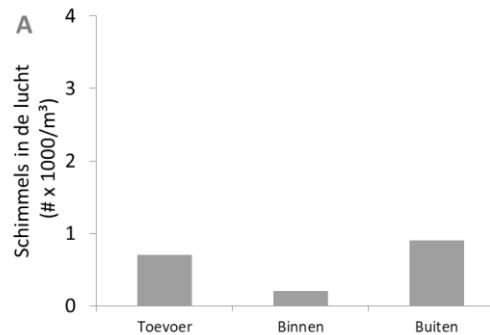
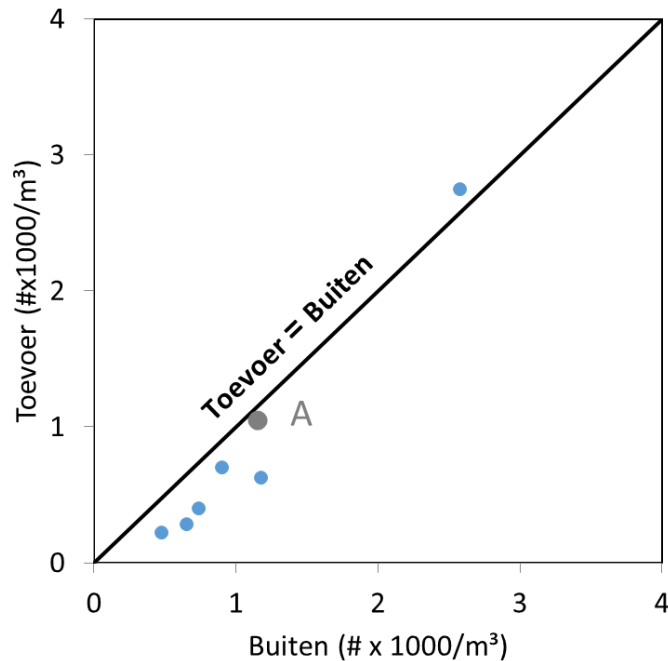
- In meeste gevallen:
 - Geen bronnen in het systeem zelf
 - Eerder een reductie dankzij de filters

Systeem D: de schimmels worden door de filters tegengehouden, met een licht variabele efficiëntie afhankelijk van het type filter



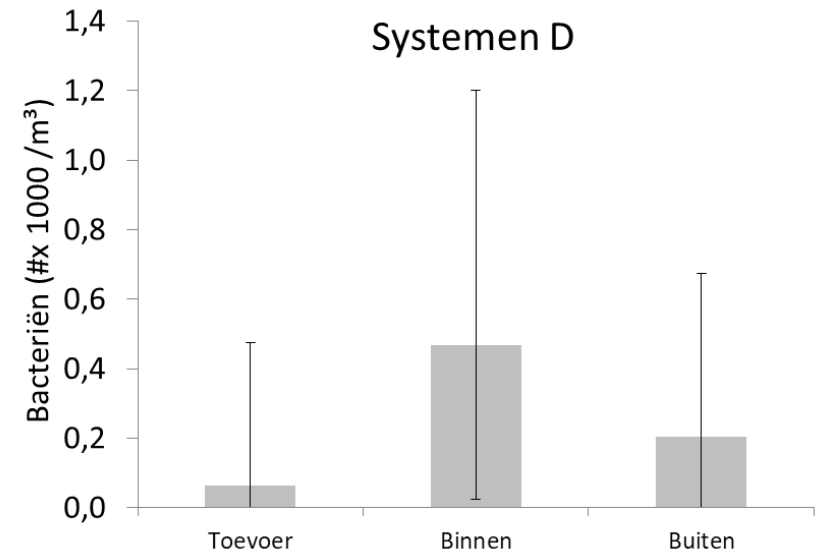
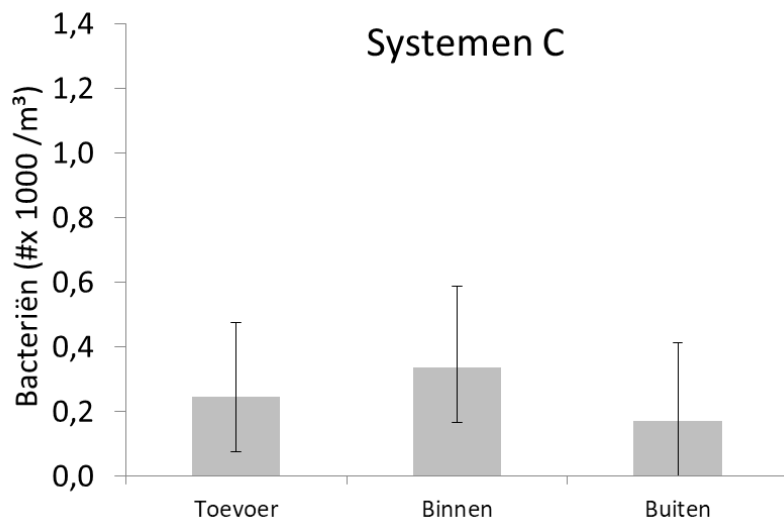
- Filter met klasse G4 weerhoudt al een grote deel van de schimmels
- Betere efficiëntie: combinatie voorfilter G3 + fijnfilter F7

Systeem C: het aantal schimmels in de toevoerlucht ligt meestal erg dichtbij de buitenlucht



- In de meeste gevallen:
 - Geen/weinig verlaging in de toevoerlucht (in tegenstelling tot D)
 - Systemen C: geen filters!

Bacteriën (systemen C en D): de bronnen van bacteriën bevinden zich voornamelijk binnen het gebouw



- Binnen > Buiten
 - Bronnen van bacteriën = mensen, dieren, binnenomgeving
- Systeem D: toevoer << buiten
 - Ook reductie dankzij de filters (associaties van deeltjes + elektrostatische interacties)

Uitzondering 1 (systeem D): schimmels en geuren in een installatie met belangrijke gebreken (renovatie)

- Kanalen geplaatst in een oud deel van een plat dak
 - Veel puin, mogelijk vochtig: isolatiematerialen, planten, ...
 - Kanalen sterk vervuild



Uitzondering 1 (systeem D): schimmels en geuren in een installatie met belangrijke gebreken (renovatie)

- Te korte afstand tussen luchttoevoer- en afvoeropening
 - Recirculatie van vervuilde lucht meer dan zeker



Uitzondering 1 (systeem D): schimmels en geuren in een installatie met belangrijke gebreken (renovatie)

- Onbereikbare kleppen
 - Geen mogelijkheid om de kanalen te reinigen



Uitzondering 2 (systeem D): een te oude filter kan een bron van micro-organismen zijn

- Aantal bacteriën hoger in buitenlucht
- Filters worden nooit vervangen of gereinigd na 3 jaar in gebruik
 - Ontwikkeling bacteriën in filter?
 - Afgifte van opgehoopte bacteriën?

Uitzondering 3 (systeem D): een werf kan een belangrijke bron van micro-organismen zijn

- Analyse in situ van een huis in aanbouw
 - Aanzienlijk aantal schimmels in de binnenlucht en in de toevoerlucht
- Nieuwe analyse na het eind van de werken
 - Beperkt aantal schimmels in de toevoerlucht



Samenvatting van in situ microbiologische analyses

- Bronnen van schimmels
 - Buitenlucht
 - Seizoensgebonden invloed
- Bronnen van bacteriën
 - Vooral binnen
- Systeem D
 - **Filters**: afname van het aantal schimmels en bacteriën
 - Maar **uitzonderingen**! → ontwerp, onderhoud
- Systeem C
 - Geen filters: toevoerlucht = buitenlucht

Wat indien er geen ventilatie is? Vocht geproduceerd in het gebouw, wordt niet meer voldoende afgevoerd

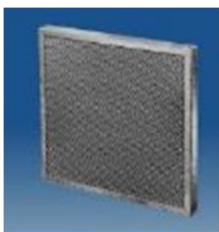
- Risico op te hoge vochtdichtheid > 70-80%
 - Koude bruggen
 - Verborgene koude muren

- Risico op ontwikkeling van schimmels
 - Schade aan het gebouw
 - **Risico voor de gezondheid!**



Klimaatregeling

Voorfilter



Cooling



Heating

Humidify



Ventilatoren

Fijnfilter



Risico?		Condensatie Schimmels Bacteriën...		Vochtigheid Schimmels Legionella...		
Wanneer?		De hele zomer		De hele winter		

- Altijd OK?
 - Nee → Sick Building Syndrome
- Hoe het risico beperken?
 - Ontwerp, filteren, onderhoud,...

Canadese put (lucht/bodem-warmtewisselaars)



Risico?				Condensatie		
Wanneer?				Soms in de zomer		

■ Hoe het risico beperken?

- Ontwerp, voorfiltering, helling + opvang van condensaten, onderhoud,...

■ Alternatieven?

- Bodem/water-warmtewisselaars met glycolwater
- Andere freecooling- en vorstwerende oplossingen

Systeem D met warmteterugwinning

Luchtinlaat



Filter



Warmtewisselaar



Ventilator

Kanalen



Risico?		Vervuiling + vochtigheid	Beperkt: droge lucht!		Beperkt: droge lucht!
Wanneer?		Indien onderhoud NOK			

■ Hoe het risico beperken?

- Ontwerp, keuze van de filter, onderhoud,...
- Filter

Regelmatige reiniging

Vervanging 1x/jaar, bij het begin van de winter

Natuurlijke toevoer– systeem A en C

RTO



Risico?	Vervuiling + vochtigheid (idem filters...)
Wanneer?	Indien onderhoud NOK

- Hoe het risico beperken?
 - Ontwerp, keuze van het rooster, onderhoud,...

Systeem D: meet continu de vochtigheid in de kanalen

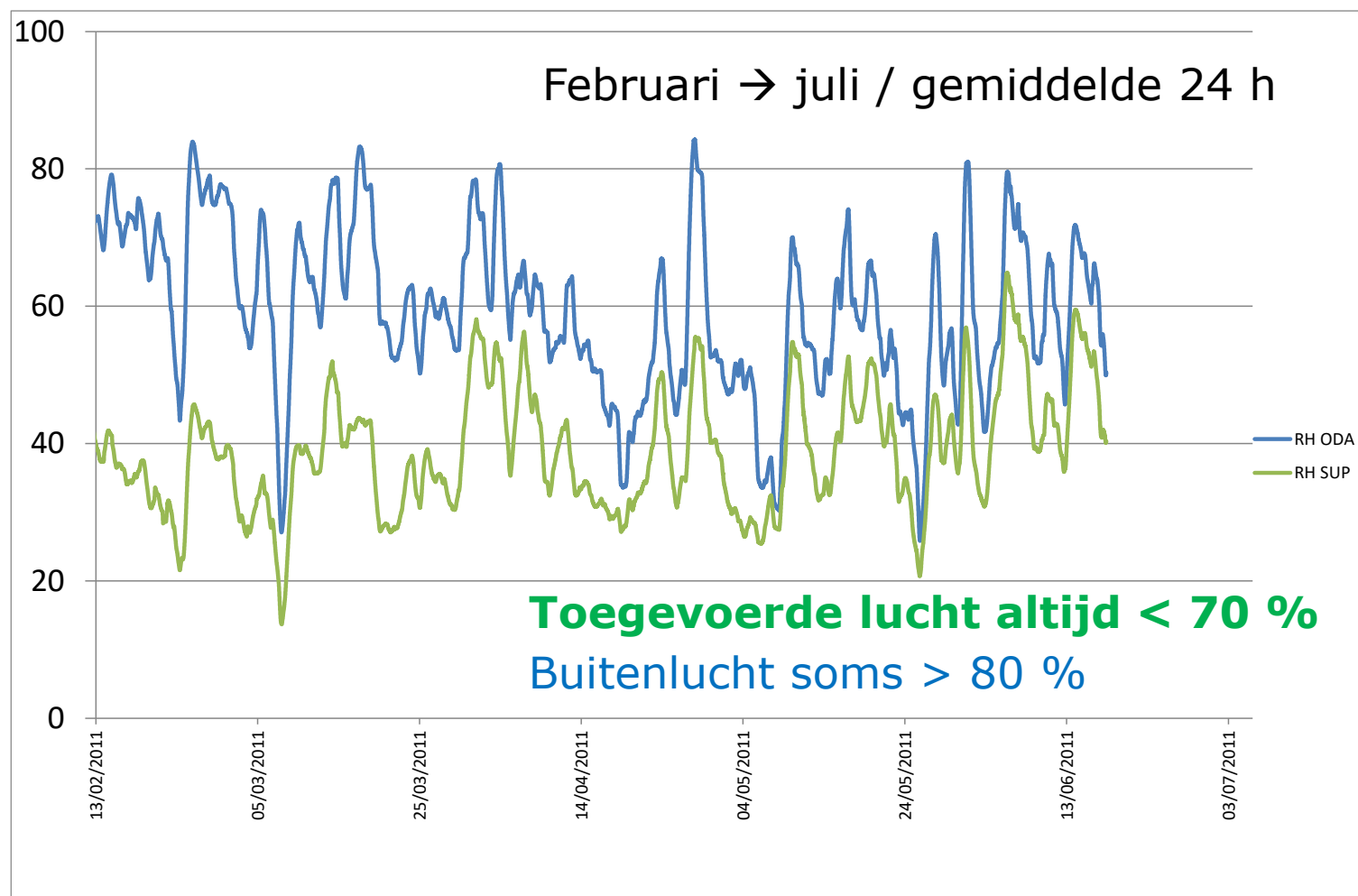
- Buitenlucht



- Toegevoerde lucht



Systeem D: meet continu de vochtigheid in de kanalen



De locatie van de luchttoevoeropening is van belang om recirculatie van vervuilde lucht te voorkomen

Luchttoevoeropening

Afvoer

Afvalwaterafvoerbeluchting



Luchttoevoeropening

Afvoer

Schoorsteen

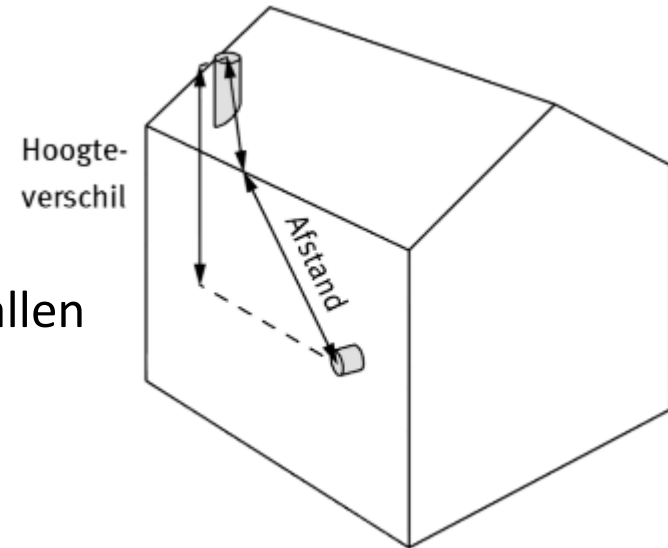


Welke afvoeropeningen kunnen leiden tot recirculatie van vervuilde lucht?

- Type afvoer:
 - Afvoer ventilatie
 - Afvoer dampkap, droogkast, enz.
 - Afvoer van verbrandingstoestellen
 - Beluchting van afvalwaterafvoer
 - Enz...
- Welke gebouwen?
 - Hetzelfde gebouw
 - **EN** van aangrenzende gebouwen

De voldoende afstand tussen de luchttoevoeropening en de (lucht)afvoeropeningen kan berekend worden met formules

- Gedetailleerde berekening
 - Volgens NBN EN 13779, bijlage A.2.4
 - Formules voor verschillende typische gevallen

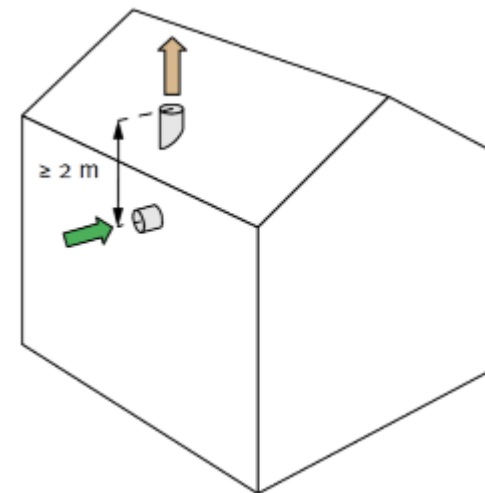


- Voorbeeld
 - Op het dak op dezelfde hoogte
 - $l \text{ (m)} > 0.308 * \sqrt{q \text{ (l/s)}}$
 - 450 m³/h → min 3.5 m...

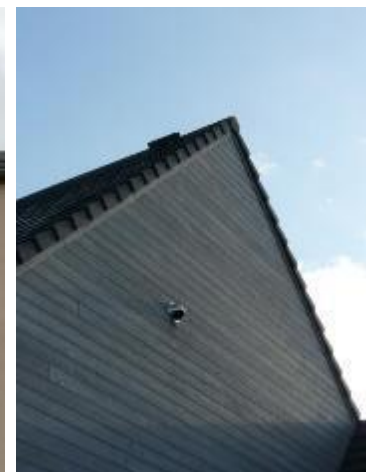


Voor afvoeren van ventilatie en gasketels is in het algemeen een hoogteverschil van 2 m voldoende

- Vereenvoudigde regels
 - Toevoer 2 m lager dan alle andere afvoeren (ventilatie, dampkap, gasketel)
 - Op een andere gevel indien mogelijk

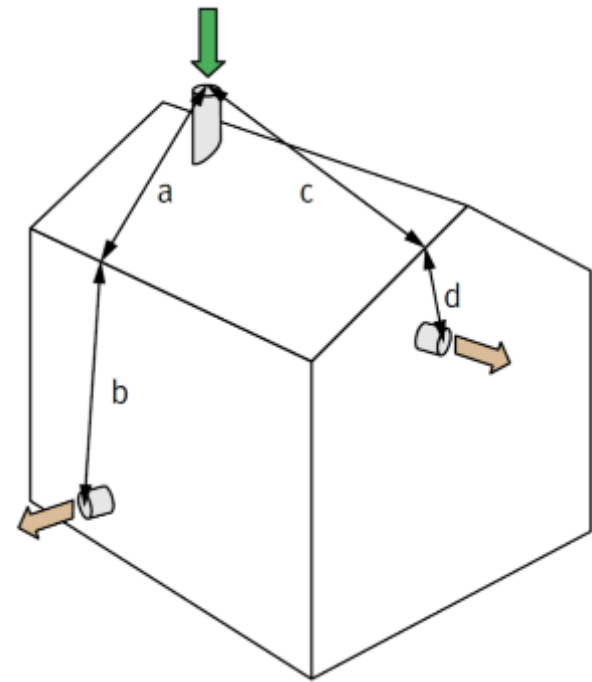


- Praktische voorbeelden
 - Luchttoevoeropeningen in een gevel en de afvoeren op het dak



Voor de afvoer van mazout- en houtkachels, dient een grotere afstand voorzien te worden

- Vereenvoudigde regels
 - Afstand van min. 10 m
 - En op een andere gevel



- Of gedetailleerde berekening (zie hierboven)

Plaats de luchttoevoeropening ver genoeg van vervuilingsbronnen en zorg voor een bescherming tegen regen

- Ver van vervuilingsbronnen
 - Dieren, maaiveld : min 0.7 m van het maaiveld
 - Parking, afvallokalen, beplanting, enz.
 - Verkeer: keuze van andere gevel indien mogelijk
- Bescherming tegen regen
 - Beschermingskap
 - Luchtsnelheid max 2 m/s (maar moeilijk)



De luchttoevoeropening wordt voorzien van een grof roosterwerk

- Grof rooster: mazen 10 mm
 - Grof vuil: bladeren, enz.
 - Verhindert toegang voor kleine dieren
- Fijn rooster?
 - Te vermijden!
 - Snelle vervuiling
 - Zeer hoge drukverliezen

want veel kleinere oppervlakte dan een filter



Waarom filters bij systeem D?

- Prioriteit = **bescherming** van het systeem
 - Min. klasse G4 (klasse volgens EN 779)
 - Kwaliteit en luchtdichtheid van de filter: belangrijker dan klasse!

- Bonus = **verbeteren** van de kwaliteit van de verse lucht
 - Doel: filteren van buitendeeltjes
 PM_{10} , $PM_{2.5}$, pollen, schimmels, enz.
 - Enkel mogelijk met systemen B en D
 - Om dit doel te bereiken, dient de gebouwschil goed luchtdicht te zijn

De filter en de filterbehuizing moeten voldoende luchtdicht zijn

- Vermijd filters in de vorm van “kousen”
- Kies een goed opgebouwde unit om “by-pass” lekken te vermijden



Filter in de verkeerde richting



Slechte filter → vervuilde kanalen!

Een fijnfilter, bij voorkeur met een voorfilter, kan de luchtkwaliteit verbeteren

- Idem: let op luchtdichtheid van de filter!
- Filterklasse
 - Klasse F7
 - En voorfilter G3 of G4
- Voorbeelden
 - Bijkomende behuizing F7 na de groep
 - Bepaalde groepen bestaan uit 2 filters
 - Voorfilter G3 in het kanaal
 - Voorfilter G3 onmiddellijk bevestigd op de filter van de groep





Voor een correct onderhoud is een toegankelijke installatie vereist

■ Toegankelijk kanaalennet

• Via toegangen:

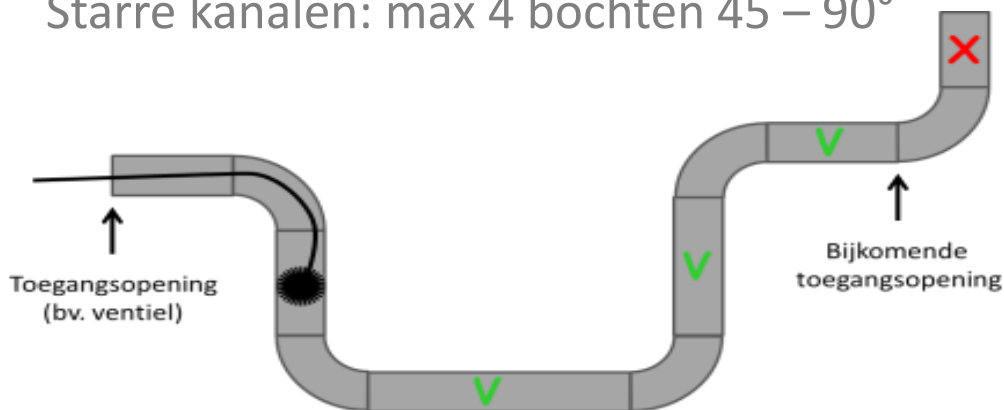
Rooster of ventiel

Opening of demonteerbaar deel

• Tussen 2 toegangen:

Maximum 1 obstakel (klep, filter, demper,...)

Starre kanalen: max 4 bochten 45 – 90°



De vervuiling tijdens de werf beperken

- Beschermen van alle onderdelen
 - Gedurende het transport EN de opslag
 - Tijdens de montage (met andere lopende werken)
- Gebruik de ventilatie niet om het gebouw te drogen!



Voorbeelden van vervuilde kanalen

Toevoerkanalen

Afvoerkanalen

6 jaar



horizontaal



verticaal...



9 jaar



16 jaar



Overzicht van de inspectiefrequenties voor de verschillende componenten van de ventilatiesystemen en indicatieve reinigings- en vervangingsfrequenties

Componenten van de ventilatiesystemen	Systeem				Inspectie-frequentie	Indicatieve reinigings-frequentie	Indicatieve vervangings-frequentie
	A	B	C	D			
Natuurlijke toevoeropeningen	X		X		3 maanden	1 jaar	
Luchttoevoeropeningen		X		X	3 maanden	1 jaar	
Filters		(X)	(X)	X	1 maand	3 maanden	1 jaar
Warmtewisselaar				X	1 jaar	3 jaren	
Ventilatoren • Beschermd door een filter • Niet beschermd							
		(X)	(X)	X	1 jaar	3 jaren	
		X	X		1 jaar	1 jaar	
Kanalen • Stijf • Flexibel							
		X	X	X	3 jaren	9 jaren	
		(X)	(X)	(X)	3 jaren	– (*)	9 jaren (*)
Ventielen		X	X	X	3 maanden	1 jaar	
Natuurlijke afvoeropeningen	X		X		3 maanden	1 jaar	
Natuurlijke afvoerkanalen	X		X		3 jaren	9 jaren	

X: van toepassing op dit systeem
 (X): van toepassing indien aanwezig in dit systeem
 (*) Flexibele kanalen kunnen meestal slechts moeilijk gereinigd worden en moeten dus vervangen worden.

Voor een correct onderhoud is een toegankelijke installatie vereist

- Ventilatiegroep en kanalen toegankelijk
- RTO en RAO schoonmaken zonder gereedschap

- Ventielen schoonmaken zonder gereedschap
 Regelpositie geblokkeerd en gemarkeerd



- Flexibele kanalen bereikbaar (om ze te kunnen vervangen)
- Filters vervangen zonder gereedschap

Principe reiniging van kanalen

- Stofvrij maken
 - Roterende borstel via een opening (ventiel / diffuser)
- Stofafzuiging
 - Alle andere openingen zijn afgedicht
 - Afzuigstelsysteem + specifieke filtratie





- ▶ Basissystemen A, C en D niet gelijkwaardig
- ▶ Ontwerp, inwerkingstelling en onderhoud zijn de sleutels om
 - De debieten te bereiken
 - Het risico van vervuiling in het systeem zelf te vermijden





Websites

- ▶ STS ventilatie

http://economie.fgov.be/nl/binaries/STS-P_73-1_Ventilatie_tcm325-269531.pdf

- ▶ EPB

Bruxelles <http://www.environnement.brussels/thematiques/batiment/la-performance-energetique-des-batiments-peb>

- ▶ CSTC

Vidéo ventilatie

www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=information&sub=video



Artikelen

- ▶ Verse lucht in oude woningen

<https://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=search&id=CSTC1103966>





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- ▶ [Dossier | Een energie-efficiënt ventilatiesysteem ontwerpen](#)
[Filters](#)
[Ventilatieleidingen](#)





Artikelen

- Debieten opmeten

http://www.wtcb.be/homepage/download.cfm?dtype=publ&doc=wtcb_artonlin_e_2012_3_nr12.pdf&lang=nl

- Onderhoud

http://www.wtcb.be/homepage/download.cfm?dtype=publ&doc=wtcb_artonlin_e_2014_2_nr11.pdf&lang=nl

- Renovatie

<http://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact49&art=742>

- Resultaten Optivent

http://www.cstc.be/homepage/download.cfm?dtype=research&doc=2013_Van_Herreweghe_et_al_AIVC.pdf&lang=en



Sébastien PECCEU

Adjunct Labo hoofd

Labo Verwarming en Ventilatie, WTCB

☎ 02/655 77 97

✉ sebastien.pecceu@bbri.be



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

