

OP KANAAL DUURZAAM GEBOUWEN

VENTILATIE :
ONTWERP EN AFSTELLING

LENTE 2024

Indienststelling, service en onderhoud van een installatie

Instellingen, metingen, luchtkwaliteit

Sébastien PECCEU

 **Buildwise**



- ▶ De noodzaak van de afstelling van de debieten begrijpen
- ▶ Het principe en de verschillende stappen van de afstelling begrijpen
- ▶ Een goed overzicht verkrijgen van debietmeetmethodes, alsook van en hun beperkingen, voor- en nadelen

- ▶ 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



INDIENSTSTELLING

- Afstelling
- Metingen

SERVICE EN ONDERHOUD VAN EEN INSTALLATIE



Disclaimer

- De cursusnota's maken geen deel uit van de officiële Buildwise publicaties en kunnen dus niet als referentie worden gebruikt.
- Reproductie of vertaling, zelfs gedeeltelijk, van deze toelichting is alleen toegestaan met toestemming van Buildwise.

INDIENSTSTELLING

- ▶ **Afstelling**
- ▶ Metingen

SERVICE EN ONDERHOUD VAN EEN INSTALLATIE



De afstelling van de debieten beoogt het juiste debiet in de juiste ruimte te realiseren en gelijktijdig de drukverliezen te beperken

- Gerealiseerde debieten
 - Zo dicht mogelijk bij het ontwerpdebiet
 - Maar altijd hoger dan het minimale geëiste minimumdebiet
 - Met balans toevoer/afvoer(D), zie “Ontwerp”
- Beperk de drukverliezen (en het lawaai!)
 - **Ventielen zo open mogelijk**
 - Beperk de ventilatorsnelheid



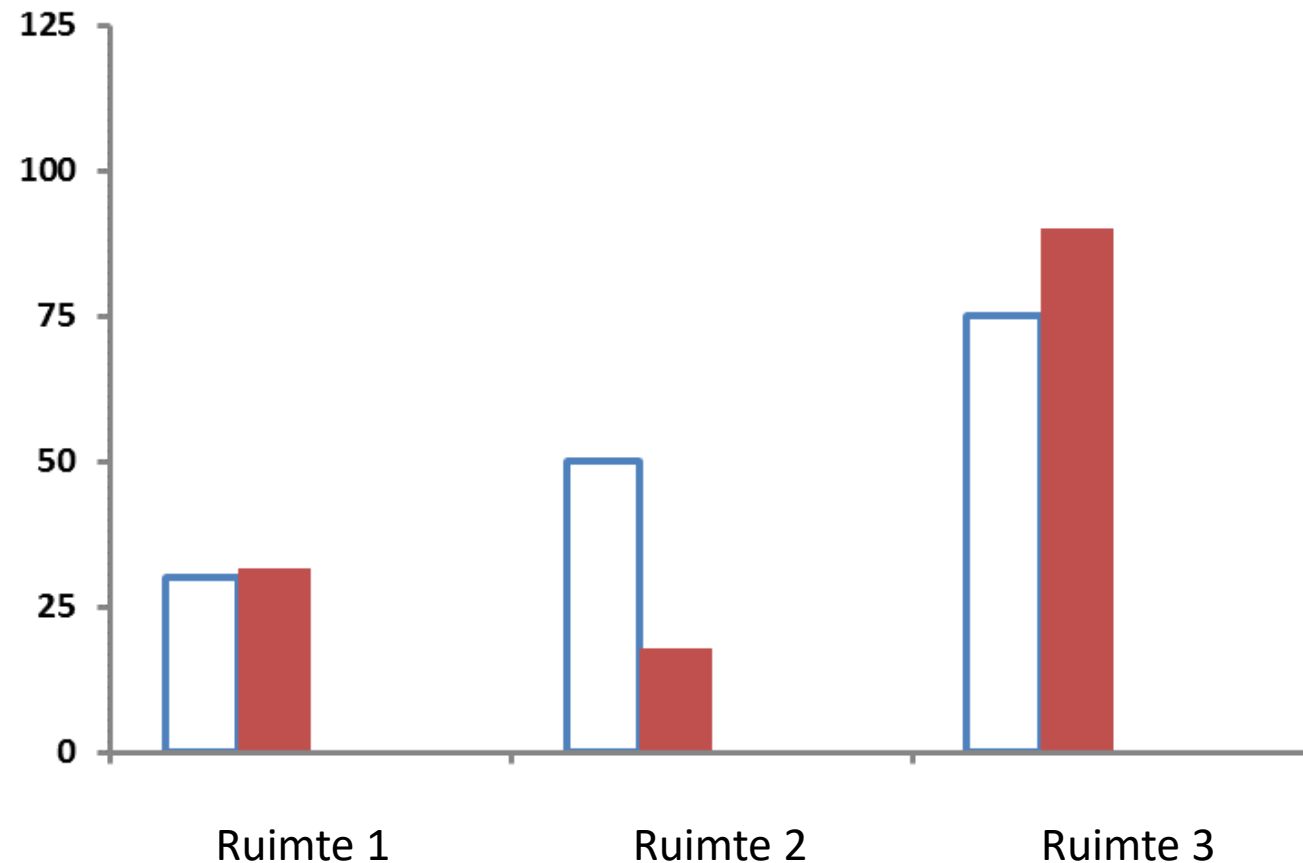
Afstelling ≠ regeling

- Afstelling
 - Afstellen van het juiste debiet in de juiste ruimte
 - Bereiken van de ontwerpdebieten (en minimaal geëiste debieten)
→ ventielen/kleppen, ventilatorstand, enz.
- Regeling
 - Aanpassing van het debiet aan de behoeften (gebruik)
 - Beperken van het energieverbruik samen met het garanderen van een voldoende binnenluchtkwaliteit
→ 3-standenschakelaar, klok, sensoren en vraagsturing, enz.

Zelfs met een berekening verschillen de werkelijke debieten van de ontwerpdebieten

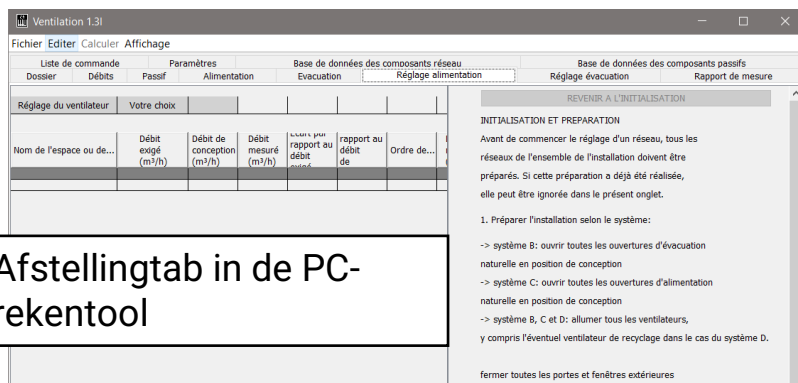
Ontwerp

Initiële meting



Optivent afstelgereedschap

- Het aanpassen van een ventiel → verandert het debiet naar de andere roosters → de volledig afstelling kan snel tijdrend worden.
- De berekeningstool biedt een vereenvoudigde methode
 - Met enkele eenvoudige veronderstellingen kan vooraf worden berekend hoe de debieten zullen veranderen na een wijziging
 - De juiste afstellingorde kan op voorhand bepaald worden

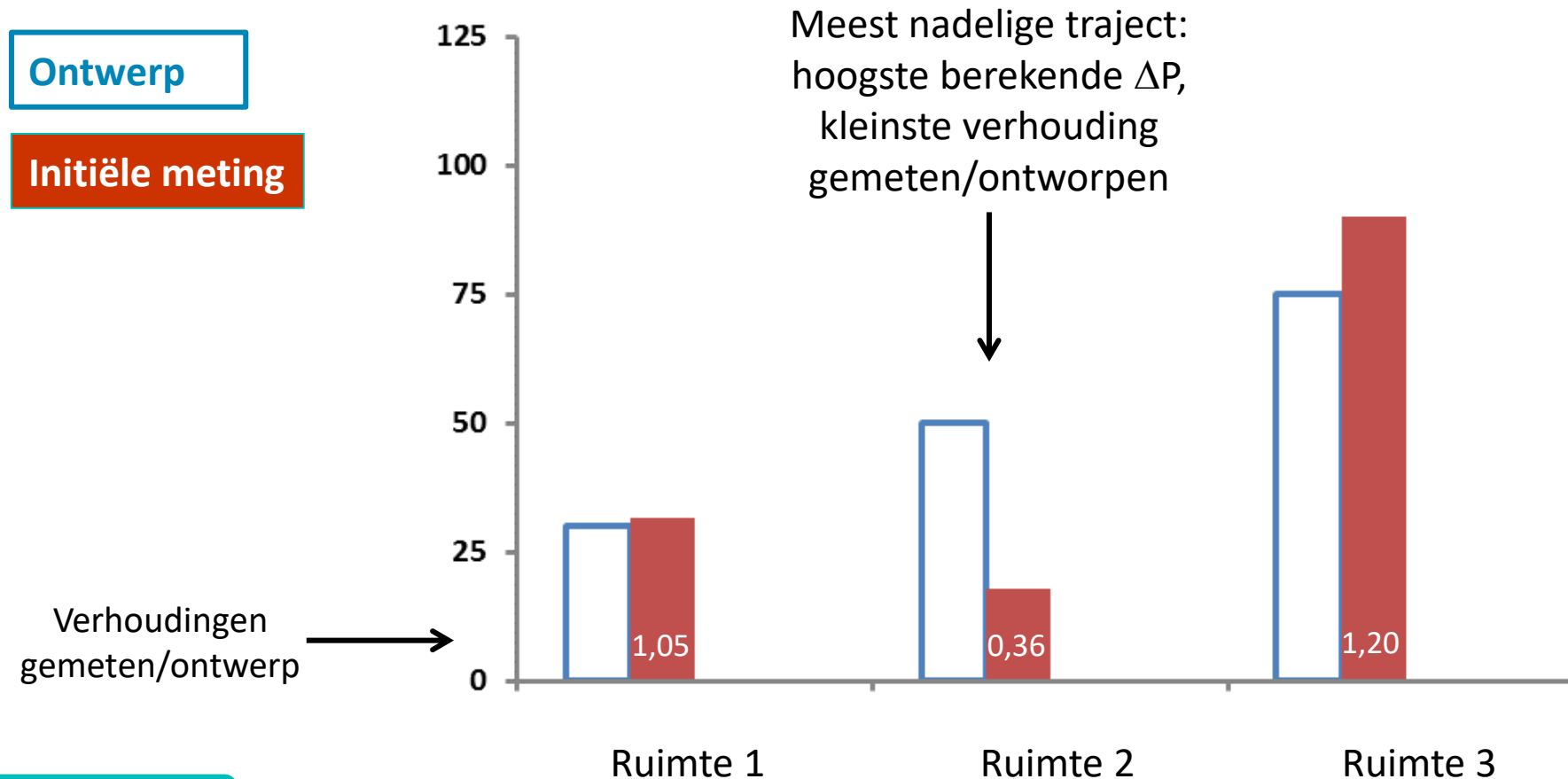


Afstellingtool beschikbaar in 2 versies:

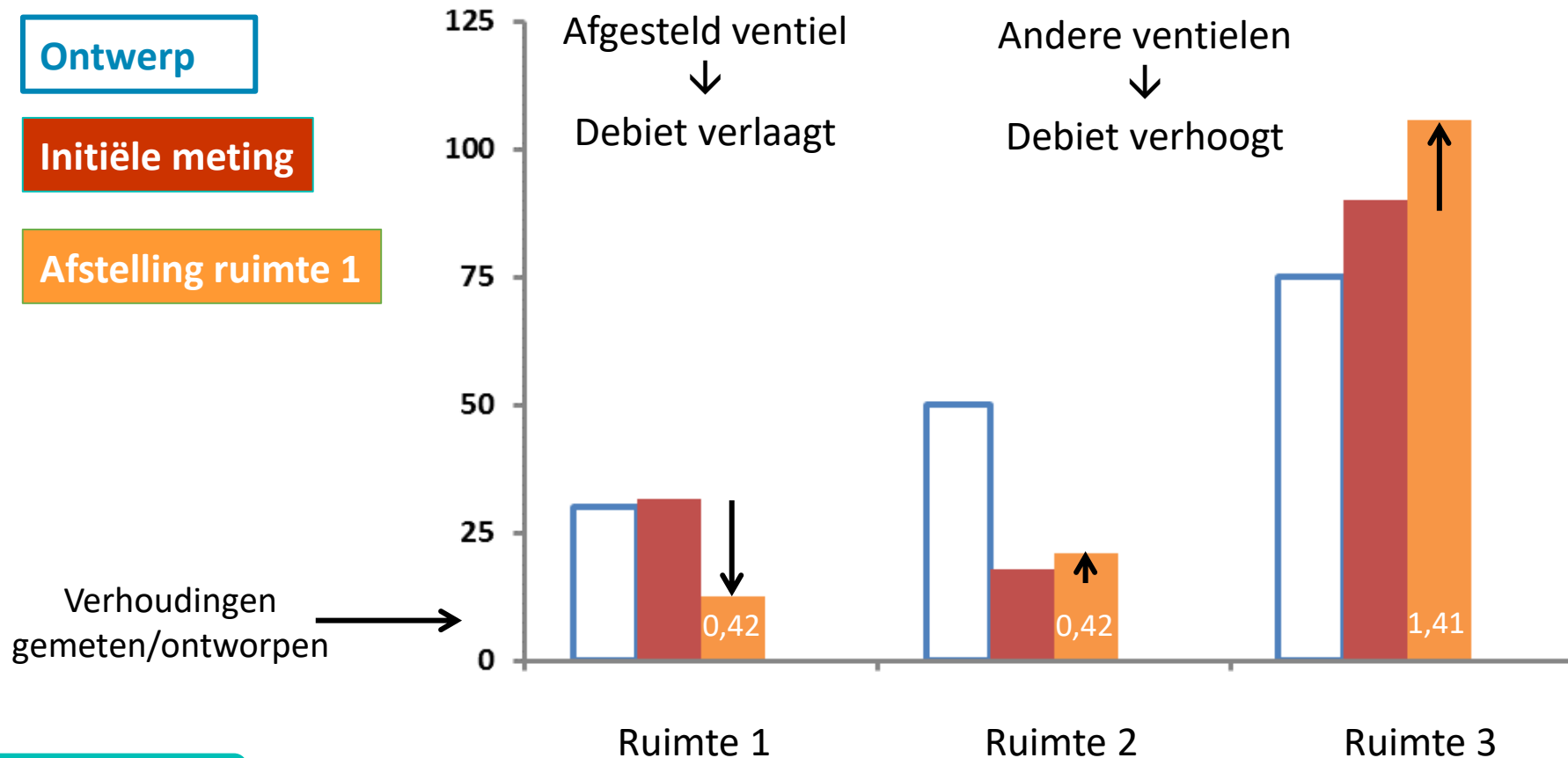
- In de Optivent-rekentool (PC)
- Als webapplicatie (pc, smartphone, tablet) op <https://optivent-app.buildwise.be>



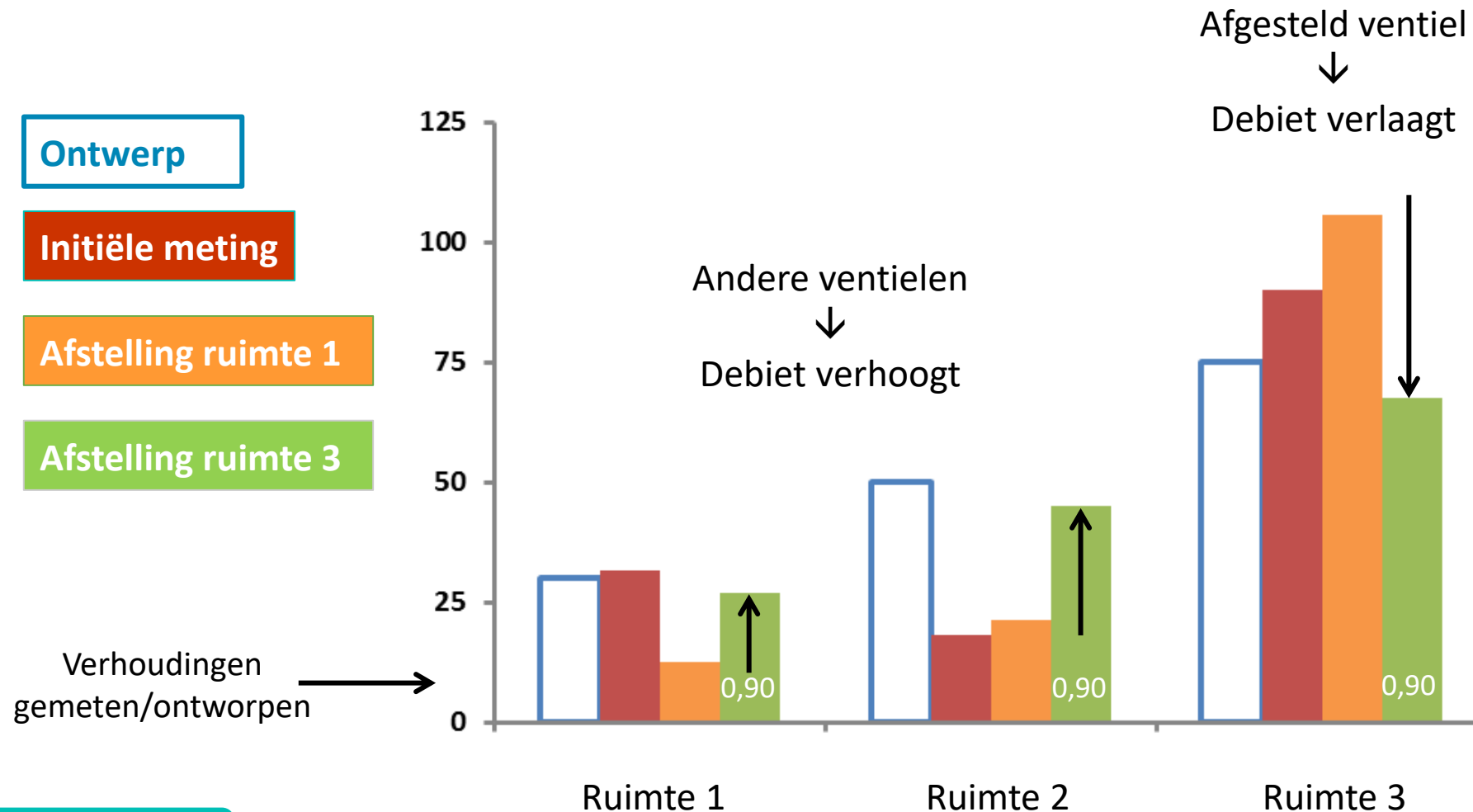
Het ventiel met de meest nadelige traject moet volledig open blijven
(mag niet worden afgesteld!)



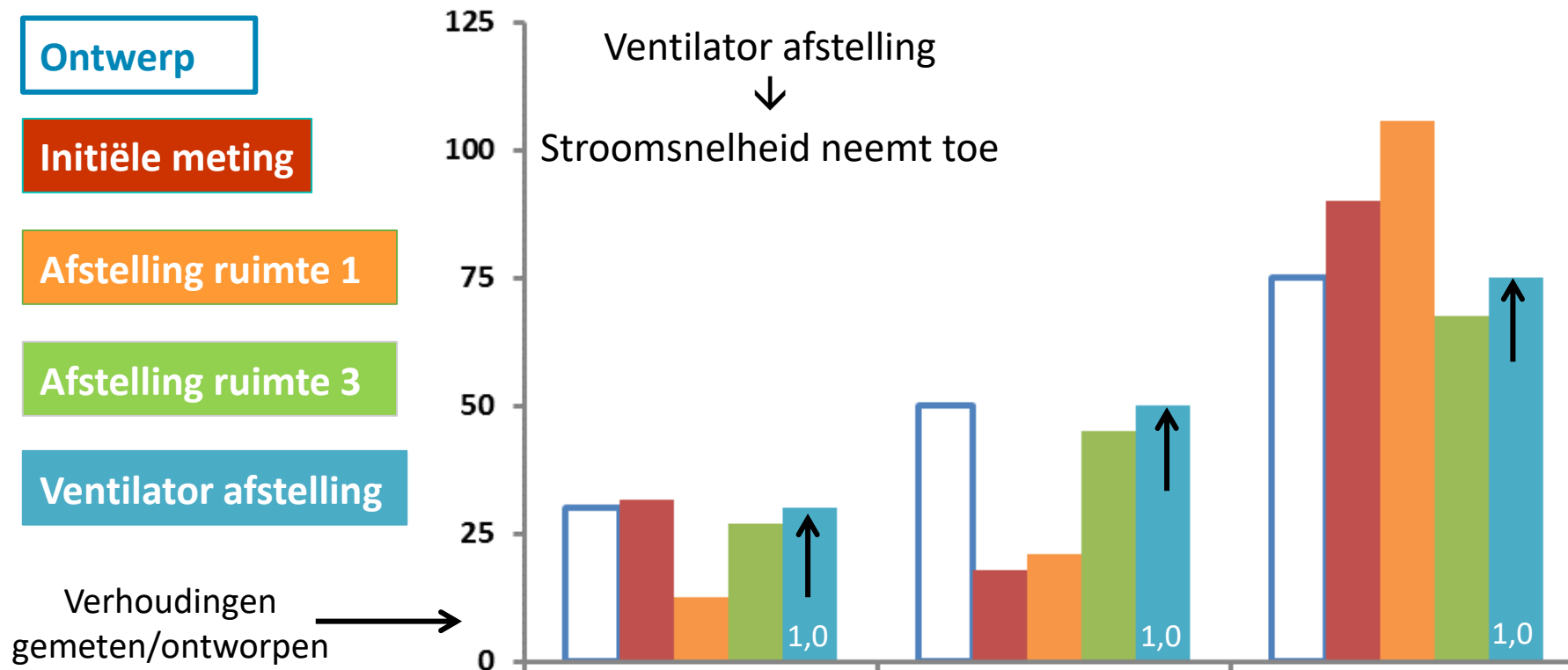
Als ik een ventiel sluit, verandert het debiet in de andere ventielen
(het is evenredig verdeeld)



Wanneer alle ventilatieopeningen zijn ingesteld, zijn de "gemeten/ontworpen" verhoudingen overal gelijk.

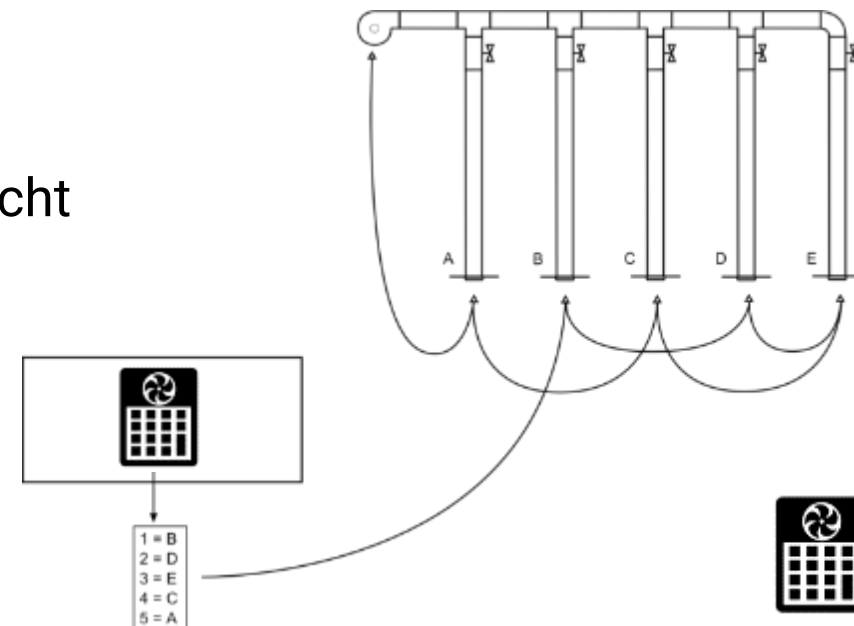


Door de ventilator af te stellen, worden alle debieten aangepast aan de ontwerpdebieten (verhouding gemeten/ontwerp = 1)



Met behulp van het rekenhulpmiddel vermindert de vereenvoudigde methode de aanpassingstijd zonder aan nauwkeurigheid in te boeten

- Basishypothese
 - De debietvariatie is proportioneel verdeeld in de verschillende trajecten
- Principe
 - Tijdrovende iteraties worden vervangen door berekende schattingen
- Beperkingen
 - Beperkt aantal ventielen (max. 10)
 - Netwerk met een voldoende natuurlijk evenwicht
 - Ventilatordebiet dichtbij tot totaal ontwerpdebiet



INDIENSTSTELLING

- Afstelling

- **Metingen**

SERVICE EN ONDERHOUD VAN EEN INSTALLATIE

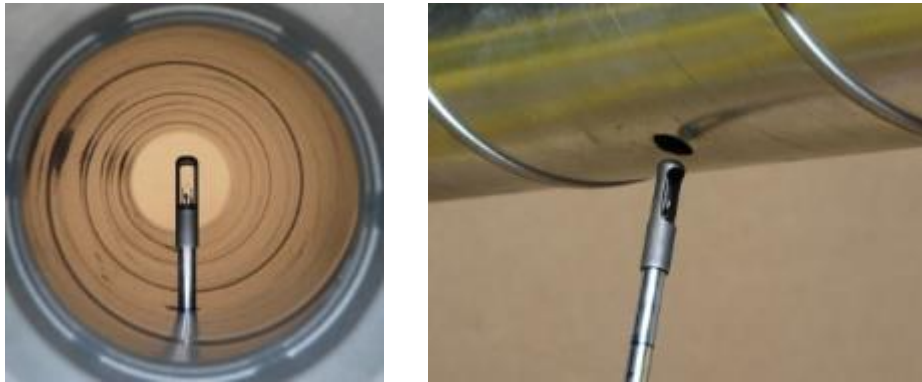


Debietmetingen

- Metingen nodig om te controleren of de juiste debiet op de juiste plaats zit.
 - Om de naleving van de voorschriften te controleren en/of de afstelling uit te voeren
 - Voor een goede luchtkwaliteit!
- Er zijn verschillende families van meetmethoden
- Methode 1: Kanaalmeting
- Methode 2: Meting via een drukverschilcomponent
- Methode 3: Meting ter hoogte van het ventiel



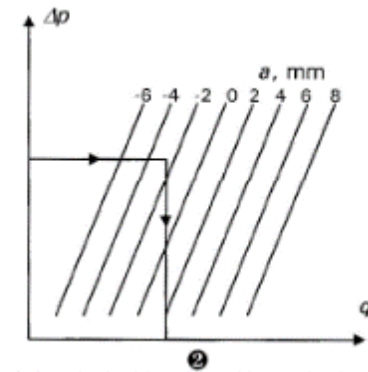
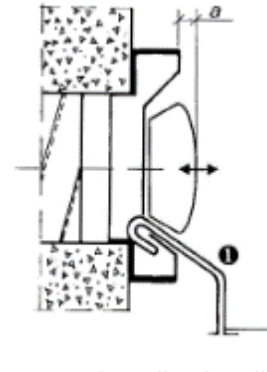
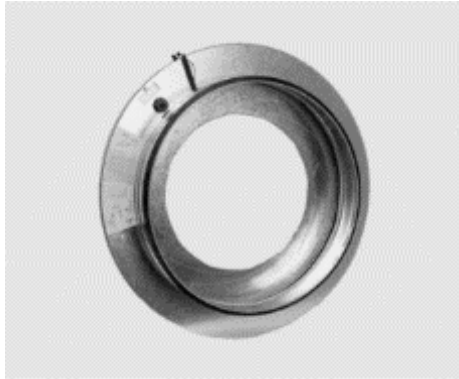
Meetmethode 1: kanaalmeting



+ Betrouwbaar (10-15% fout)

- Minder praktisch (toegankelijkheid, recht stuk kanaal, berekening, ...)

Methode 2: Drukverschil op een onderdeel



+ veelbelovende methode

- Betrouwbaarheid van de gegevens?

Methode 3: In het ventiel



+ Praktisch en wijd verspreid

- Grote fout (>50%) onder bepaalde omstandigheden

Methode 3: In het ventiel

- Er zijn veel instrumenten en methoden beschikbaar...

Vleugelradanemometer (kleine of grote conus)



Drukcompensatie



Vleugelradanemometer
+ stabilisator



Kleine sonde + conus (vleugelrad of thermisch)



Sonde + kanaal ter hoogte van ventiel



Methode 3: In het ventiel

- Er zijn veel instrumenten en methoden beschikbaar...

Vleugelradanemometer (kleine of grote conus)



Drukcompensatie



Vleugelradanemometer
+ stabilisator



Kleine sonde + conus (vleugelrad of thermisch)



Sonde + kanaal ter hoogte van ventiel



	Afvoer		Toevoer		
	Normaal open ventiel	Zeer gesloten ventiel	Klassiek ventiel + open + gecentreerd	Niet-gecentreerd instrument	Speciaal ventiel OF Sterk gesloten
Meting bij de ontluchter					
Compensatie Met rooster	V	V	V	V	V
Compensatie Zonder rooster	V	X	V	V	X
Vleugelrad Met conus	V	X	V	X	X
Schroefanemometer Met stabilisator	V	V	V	V	V
Kleine sonde + conus	X	X	X	X	X
Kleine sonde “in het kanaal” (ventiel)	V	V	V	-	V
Meting in het rechte gedeelte van een kanaal					
Kleine sonde in kanaal	V	V	V	-	V

Installeer meetbare ventielen!



Inbedrijfstelling - documentatie

- Voor de gebruiker (zie TV 258 §8.2.6)
 - Een gebruikershandkanaal voor de installatie of ten minste voor het toestel en uitleg over de regeling (automatisch, 3-standen knop, boost, enz.)
 - Een onderhoudshandkanaal voor de installatie en het toestel met instructies voor het onderhoud (vervangingsfrequentie van de filters, reiniging van de kanalen, enz.)
 - Prestatiespecificatiedocumenten voor ontwerp en inbedrijfstelling
 - tabel met bediende ruimten, vereiste en gemeten debieten, enz.
 - basissysteemschema met de ontwerpdebieten voor elke ruimte en de luchtoverdrachten

→ Deze informatie moet schriftelijk worden verstrekt en ook mondeling worden toegelicht

Inbedrijfstelling - documentatie

- Technische gegevens vereist voor ILL of ILL-certificering (zie TV 258 §8.2.7)
 - Systeemtype (A,B,C,D), motortype (AC/DC/EC)
 - Warmteterugwinning:
 - rendement van het warmteterugwinningsapparaat bij welk debiet
 - automatische debietbalans of niet
 - volledige of gedeeltelijke bypass
 - Vraagsturing: gedetailleerde kenmerken van de regeling (welke sensor in welke ruimte)
 - Verslag van de debietmetingen en eventueel vermogensmeting
 - (kenmerken van RTOs: capaciteit, zelfreguleringsklasse, enz.)
- De meeste informatie is te vinden in de documentatie van de fabrikant of de EPBD, maar niet noodzakelijkerwijs alle! (vooral de metingen!)

INDIENSTSTELLING

SERVICE EN ONDERHOUD VAN EEN INSTALLATIE

- ▶ **Zijn de prestaties van de systemen gelijkwaardig?**
- ▶ Zijn de systemen en DEBIETEN in de praktijk conform?
- ▶ Is het systeem zelf geen bron van (microbiologische) polluenten?

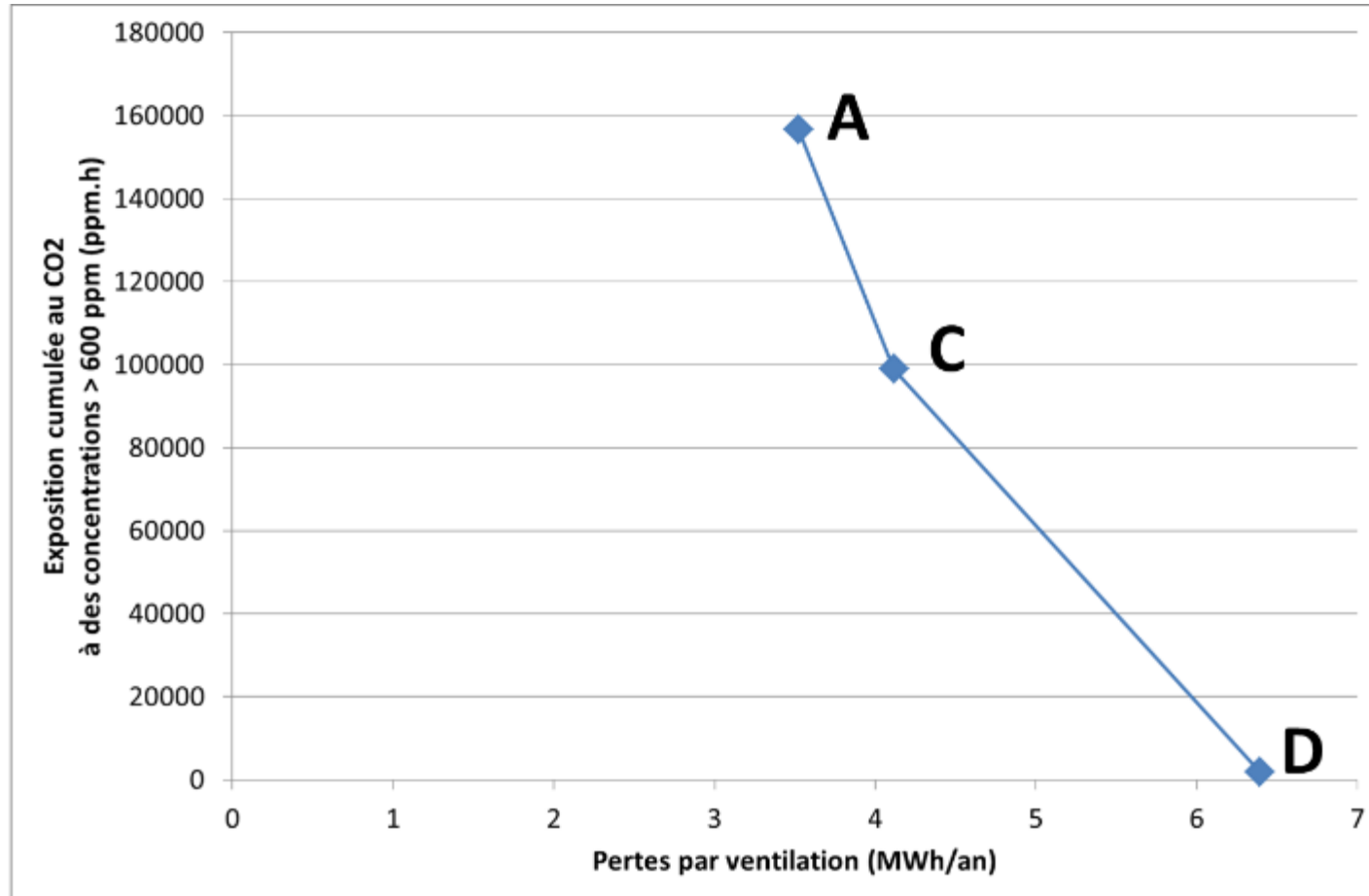


De systemen A, C en D gedimensioneerd volgens NBN D 50-001 zijn niet gelijkwaardig

Slecht

Luchtkwaliteit
↓

Goed



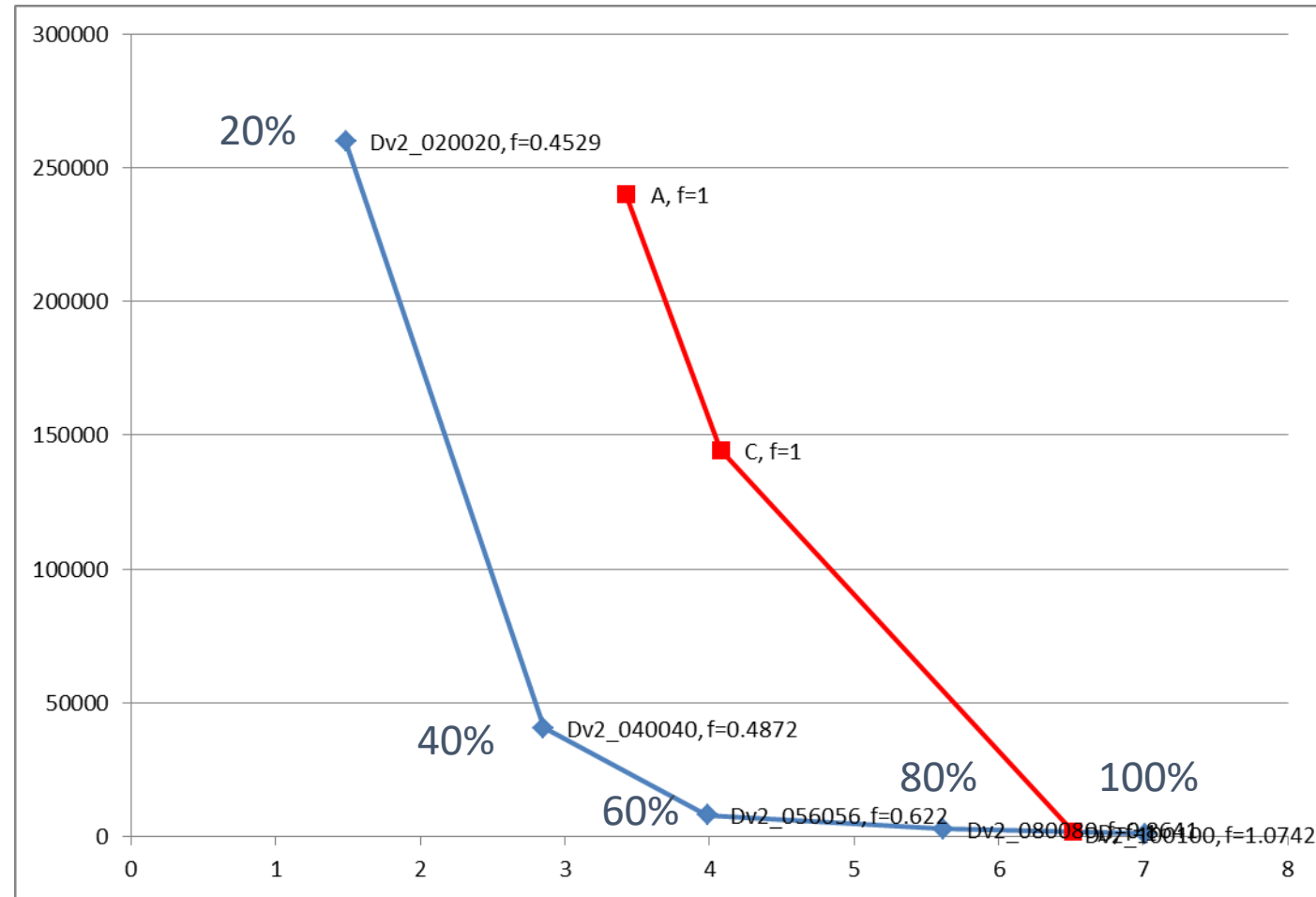
Energie* (debiet) →

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

Slecht

Luchtkwaliteit
↓

Goed



Energie* (debit) →

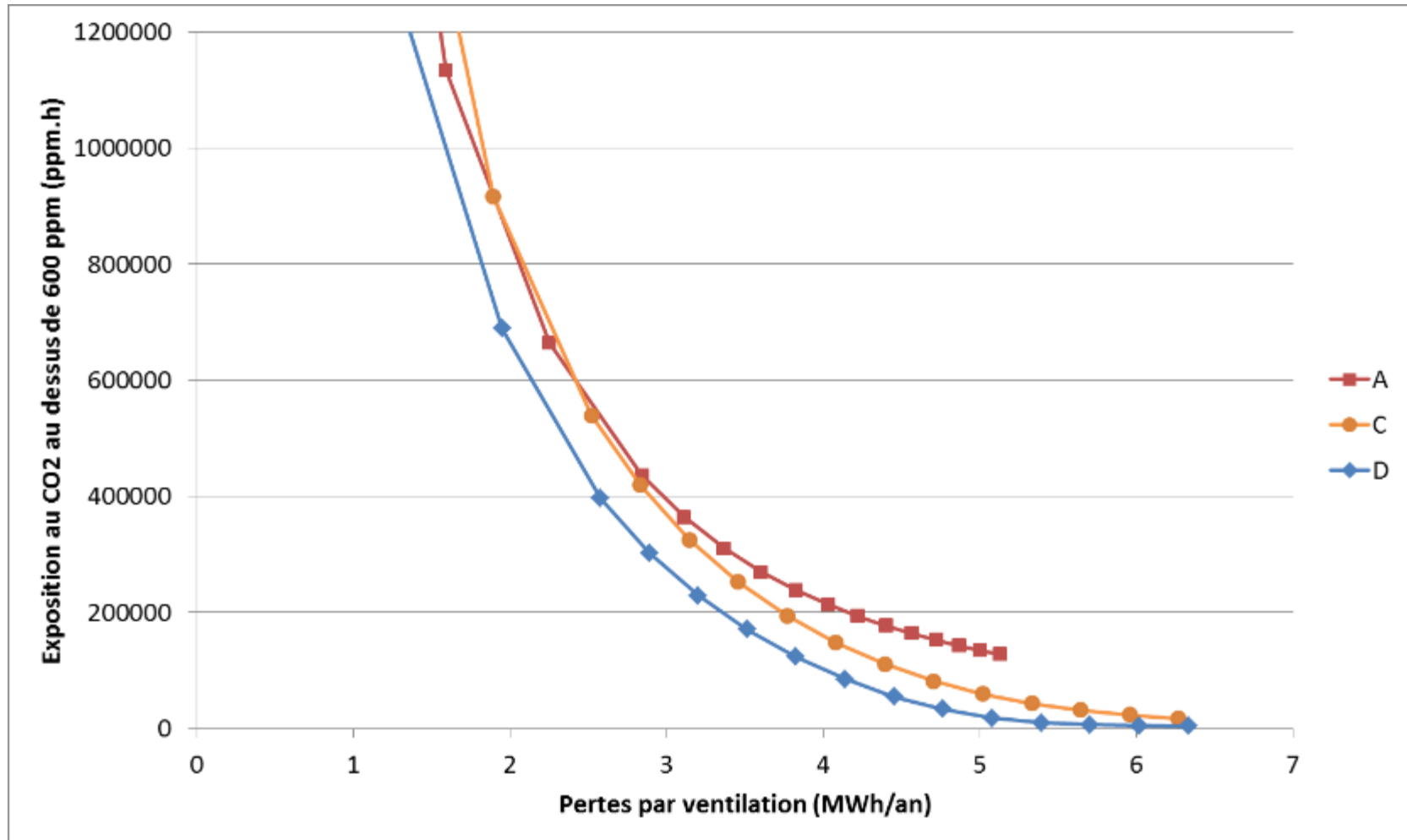
* Alleen gebaseerd op luchtdebit - houdt geen rekening met warmteterugwinning.

De prestaties van de systemen A en C kunnen worden verbeterd

Slecht

Luchtkwaliteit
↓

Goed



Energie* (debiet) →

De prestaties van de systemen A en C kunnen worden verbeterd

- Evenwicht van de ontwerpdebieten tussen toevoer en afvoer
- Hybride systeem A
 - Intermitterende ventilatoren die draaien wanneer nodig
- Systeem C
 - Extra mechanische afvoer in de slaapkamers
- Enz.

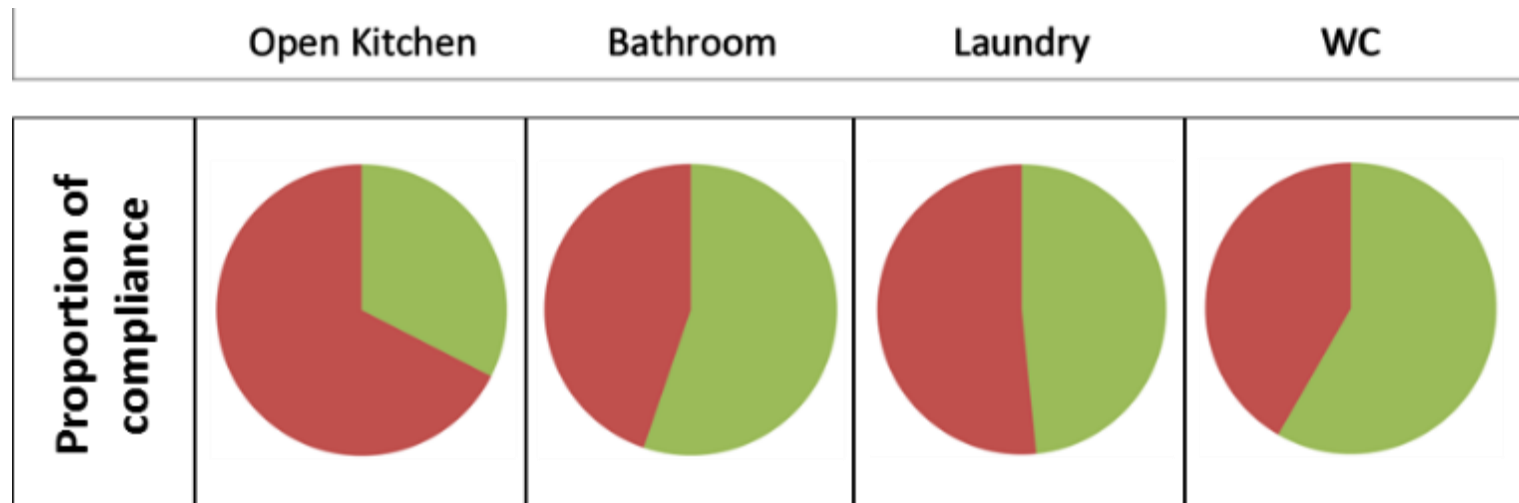
INDIENSTSTELLING

SERVICE EN ONDERHOUD VAN EEN INSTALLATIE

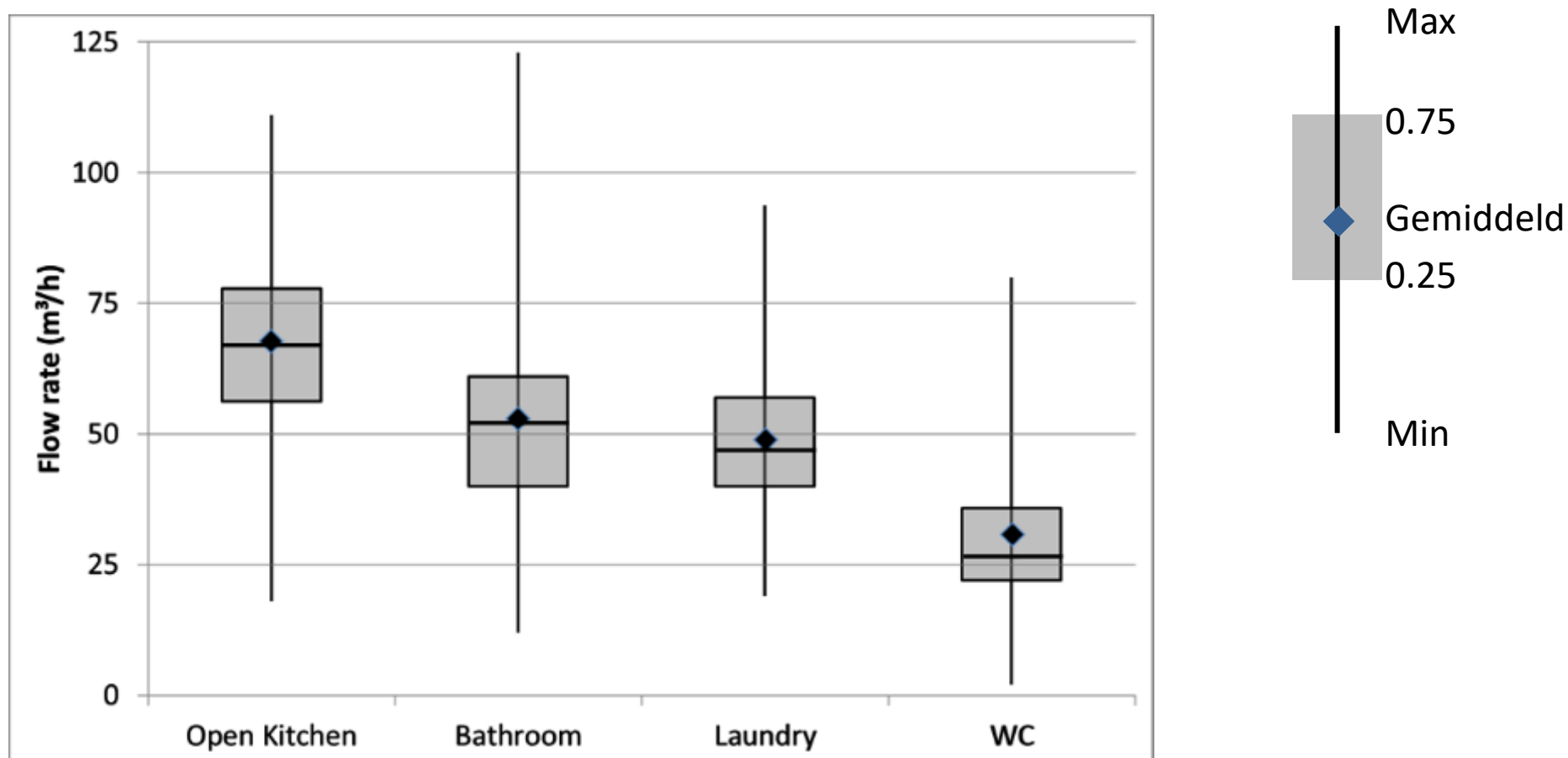
- Zijn de prestaties van de systemen gelijkwaardig?
- **Zijn de systemen en DEBIETEN in de praktijk conform?**
- Is het systeem zelf geen bron van (microbiologische) polluenten?



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



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



INDIENSTSTELLING

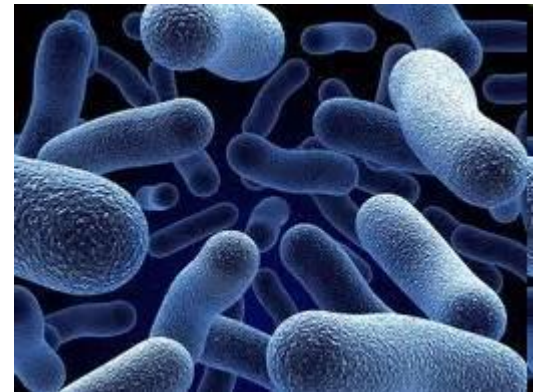
SERVICE EN ONDERHOUD VAN EEN INSTALLATIE

- Zijn de prestaties van de systemen gelijkwaardig?
- Zijn de systemen en DEBIETEN in de praktijk conform?
- **Is het systeem zelf geen bron van (microbiologische) polluenten?**



Schimmel en bacteriën?

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



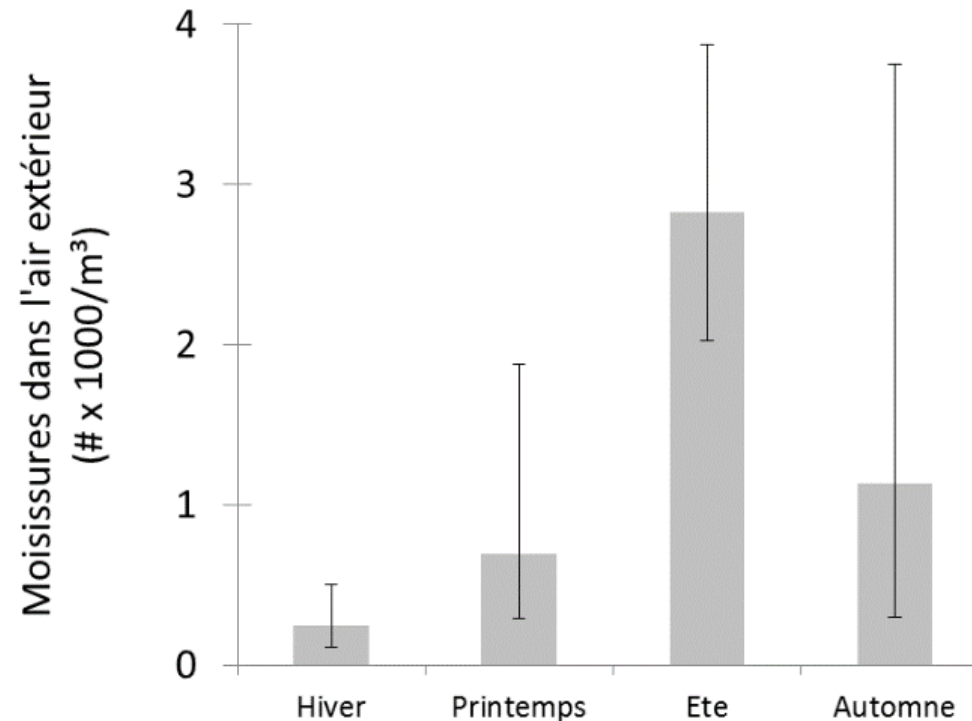
Systemen C en D: microbiologische analyse in situ

- Methode
 - Analyse van schimmels en bacteriën
 - Luchtstalen
 - Toevoerlucht
 - Altijd vergeleken met buitenlucht



OPTIVENT-project (IWT/VLAIO, Vlaanderen)

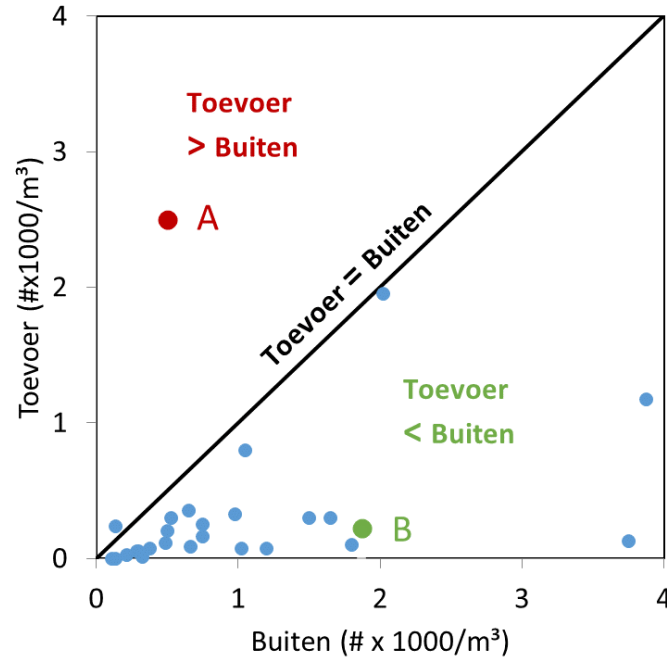
Het aantal schimmels in de buitenlucht varieert sterk, afhankelijk van het seizoen



- Belang van methodologie: altijd vergelijken met buitenlucht!

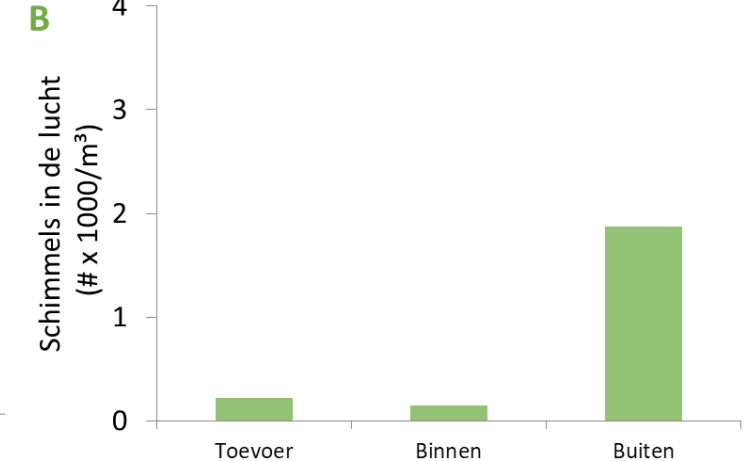
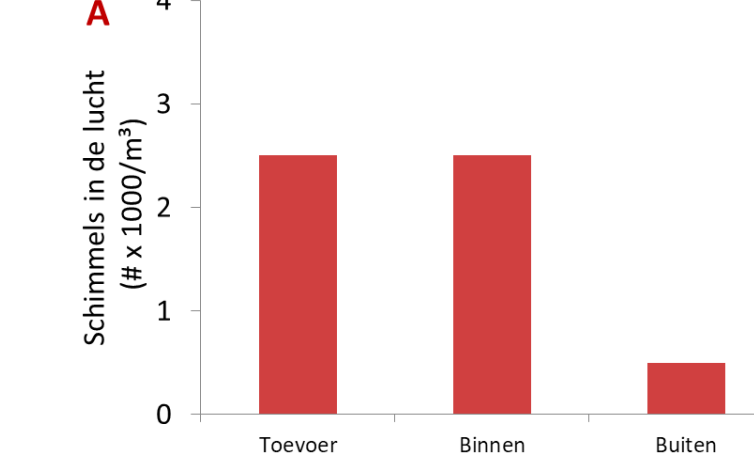
Systeem D: het aantal schimmels in de toevoerlucht is meestal veel lager dan in de buitenlucht

- In de meeste gevallen

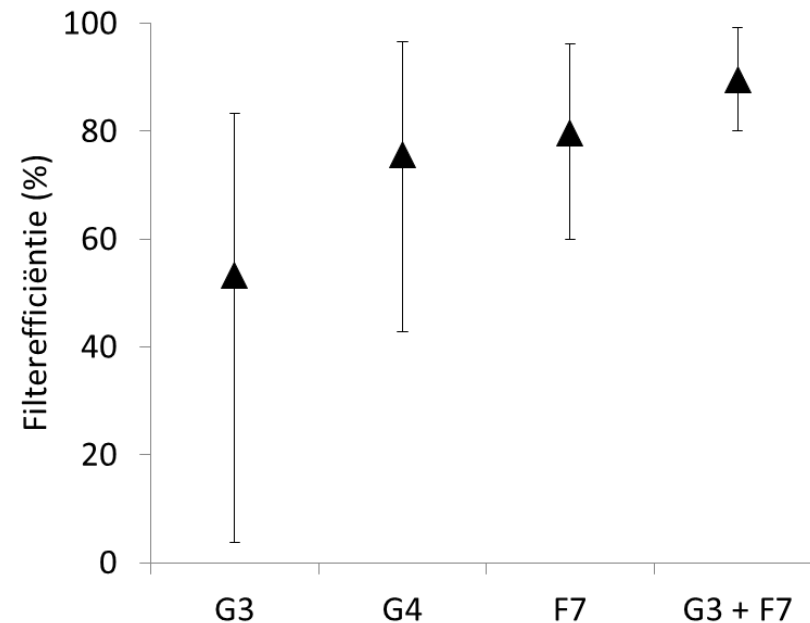


zelf

filter

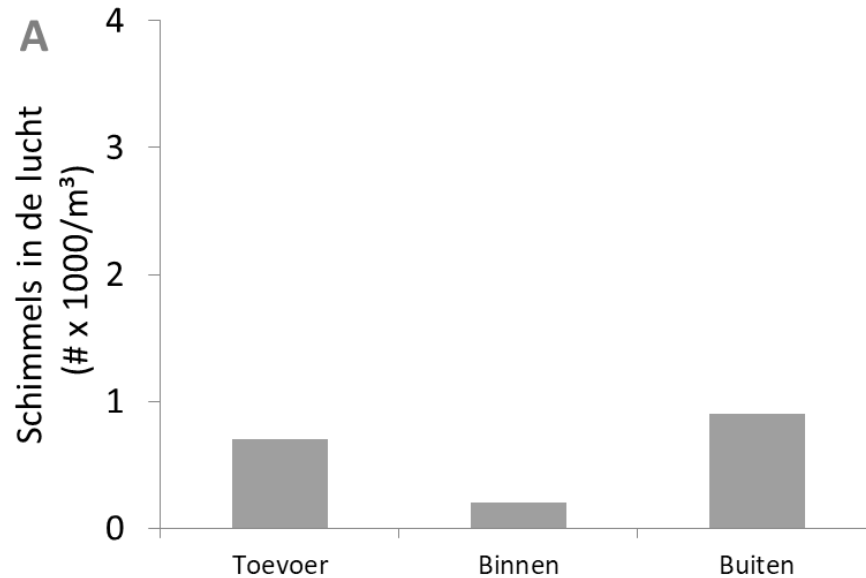
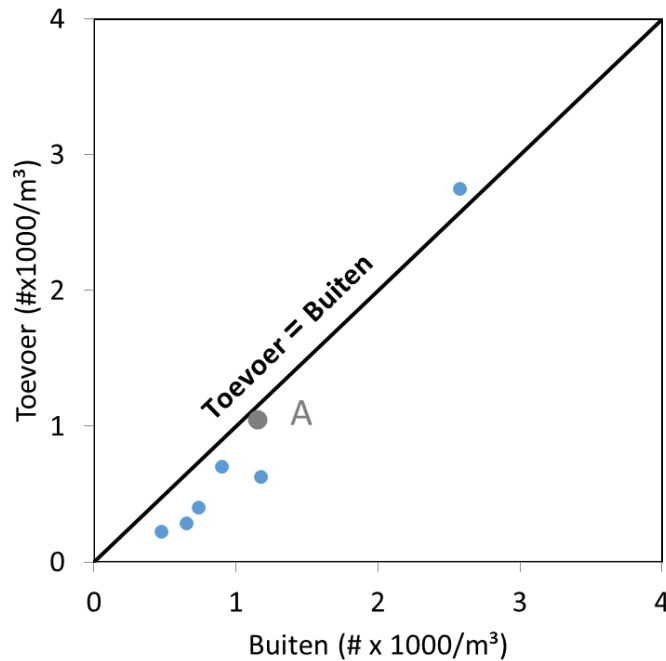


Systeem D: de schimmels worden door de filters tegengehouden, met een licht variabele efficiëntie afhankelijk van het type filter



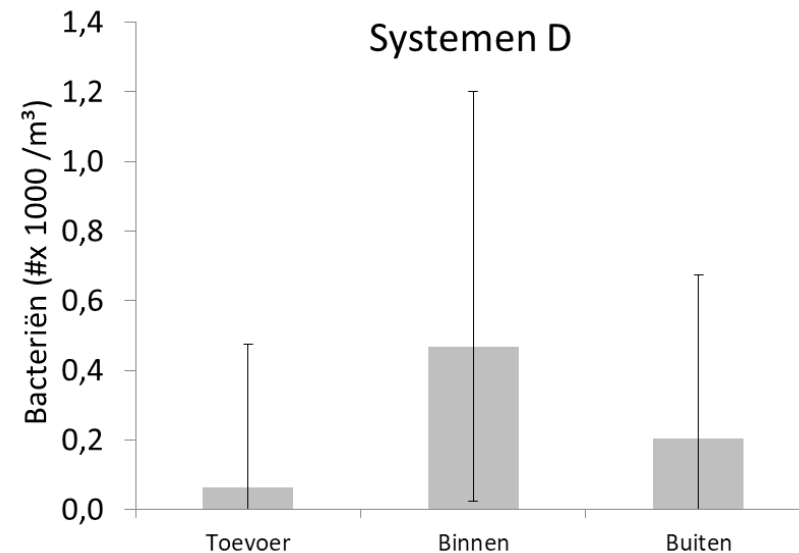
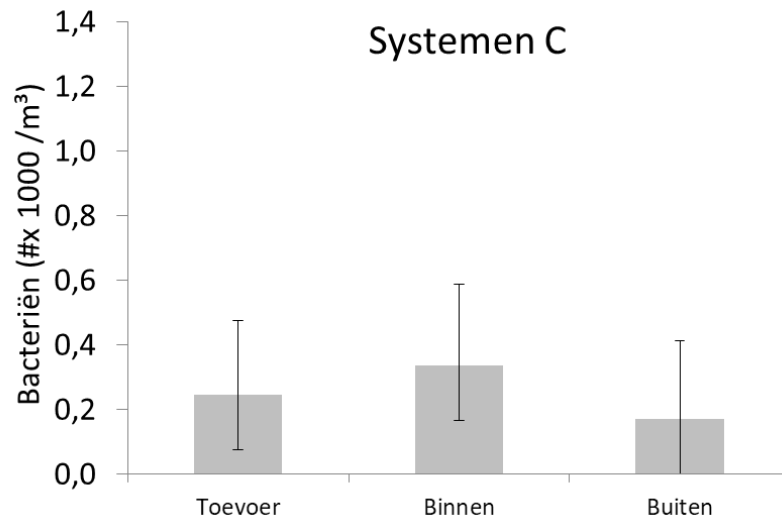
- Filter van klasse G4 weerhoudt al een groot deel van de schimmels
- Betere efficiëntie: combinatie voorfilter G3 + fijnfilter F7

Systeem C: het aantal schimmels in de toevoerlucht ligt meestal zeer dicht bij de buitenlucht



- In de meeste gevallen
 - Weinig/geen afname van de toevoerlucht (in tegenstelling tot systeem D)
 - C-systemen: geen filters!

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



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

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

- Kanalen geplaatst in een oud deel van een plat dak
 - Veel puin, waarschijnlijk 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): Schimmel en stank in een inrichting met grote 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 nooit vervangen of gereinigd na 3 jaar gebruik
 - Ontwikkeling bacteriën in filter?
 - Afgifte van opgehoopte bacteriën?

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

- In situ analyse van een huis in aanbouw
 - Hoog aantal schimmels in binnen- en toevoerlucht
- Nieuwe analyse na het eind van de werken
 - Beperkt aantal schimmels in de toevoerlucht



Samenvatting van de microbiologische analyses in situ

- Bronnen van schimmel
 - 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 filter: toevoerlucht = buitenlucht

Wat als er geen ventilatie is? Het in het gebouw geproduceerde vocht wordt niet meer voldoende afgevoerd

- Risico van te hoge vochtigheid > 70-80%
 - Koude bruggen
 - Verborgene koude muren
- Risico van schimmelgroei
 - Schade aan het gebouw
 - **Risico voor de gezondheid**



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

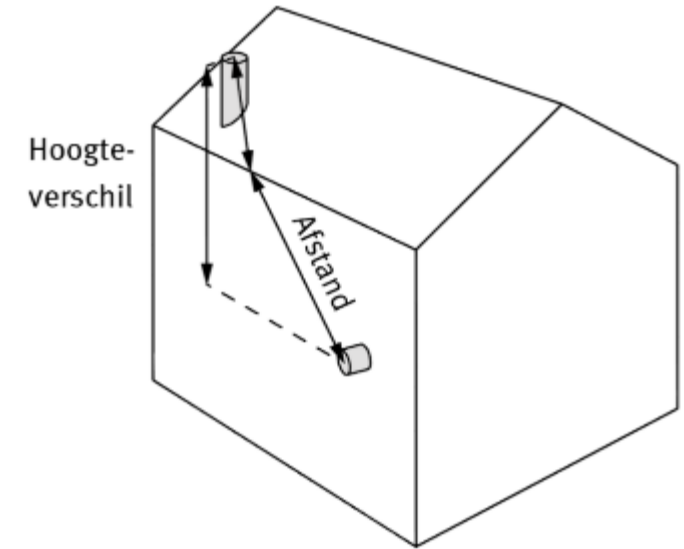


Welke luchtlozingen kunnen leiden tot recirculatie van vervuilde lucht?

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

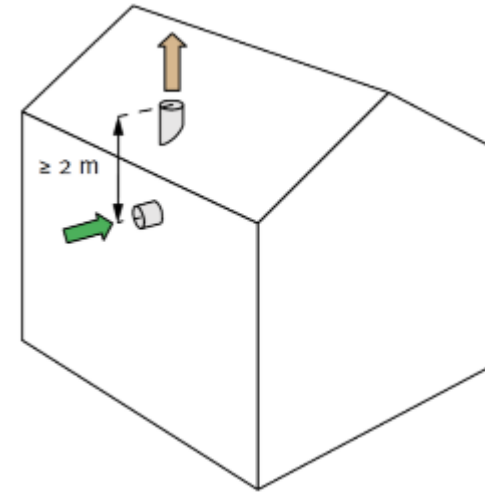
De voldoende afstand tussen de luchttoevoeropening en de (lucht)afvoeropeningen kan berekend worden met formules

- 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...



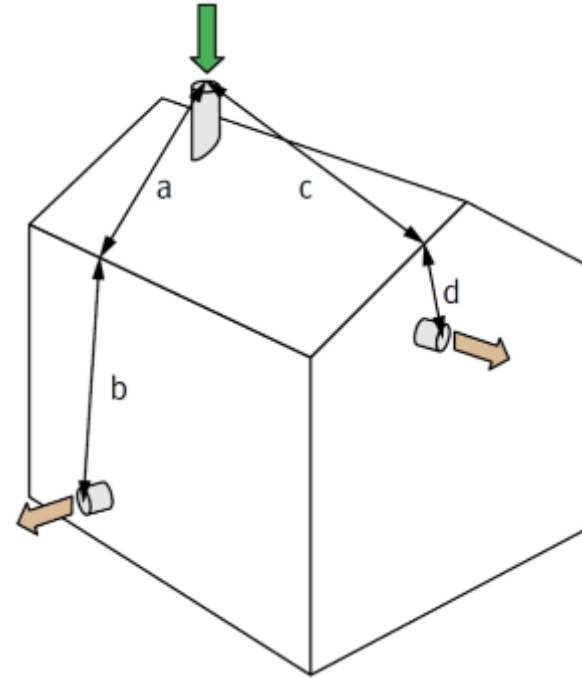
Voor ventilatie en uitlaten van gasketels is een hoogteverschil van 2 m meestal voldoende

- Vereenvoudigde regels
 - Toevoer 2 m lager dan alle andere afvoeren (ventilatie, dampkap, gasketel)
 - Op een andere muur indien mogelijk
- Praktische voorbeelden
 - Luchttoevoeropeningen in een gevel en de afvoeren op het dak



Voor olie- en houtverwarming is een grotere afstand vereist

- Vereenvoudigde regels
 - Afstand van min. 10 m
 - En op een andere muur
- 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 luchtinlaat is voorzien van een grove maas

- Grof rooster: mazen 10 mm
 - Groot 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 filteren met systeem D?

- Prioriteit = bescherming van het systeem
 - Min. klasse G4 (klassen 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
 - PM₁₀ , PM_{2.5} , pollen, schimmels, enz.
 - Alleen mogelijk met systeem B en D
 - Om dit doel te bereiken, dient de gebouwschil goed luchtdicht te zijn

Het filter en het 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



Verkeerde filter
→ Vuile pijpen!

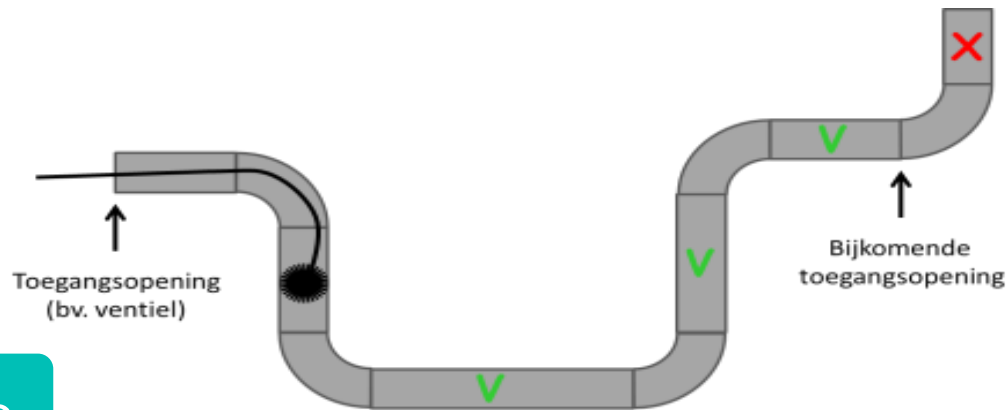
Een fijne filter, bij voorkeur met een voorfilter, kan de luchtkwaliteit verbeteren

- Idem: let op luchtdichtheid van de filter!
- Filterklasse
 - Klasse F7
 - En voorfilter G3 of G4
- Voorbeelden
 - Bijkomende behuizing F7 na de groep
 - Sommige groepen zijn ontworpen met 2 filters
 - G3 voorfilter in het kanaal
 - G3 voorfilter rechtstreeks geplaatst op het filter in het toestel



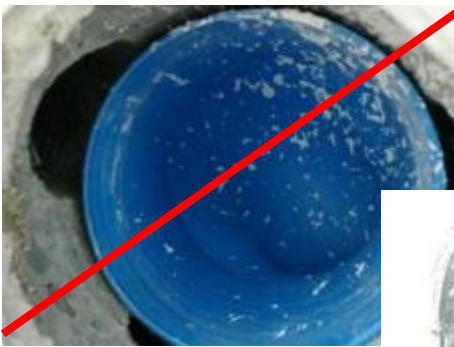
Voor goed onderhoud is toegankelijkheid noodzakelijk

- Toegankelijk kanalennet
 - Via toegangen :
 - Rooster of ventiel
 - Opening of demonteerbaar deel
 - Tussen 2 toegangen :
 - Maximaal 1 obstakel (klep, filter,...)
 - Starre kanalen: max. 4 bochten 45 - 90



Beperking van pollutanten tijdens de bouw

- Bescherming 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 oud



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 goed onderhoud is toegankelijkheid noodzakelijk

- 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



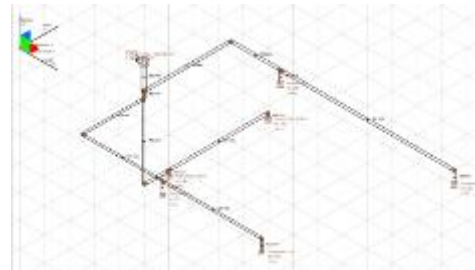
Principe van kanaalreiniging

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





- ▶ De afstelling van een ventilatie-installatie is even belangrijk als het ontwerp en de dimensionering ervan.
- ▶ Basissystemen A, C en D zijn niet gelijkwaardig
- ▶ Ontwerp, inbedrijfstelling en onderhoud zijn de sleutels tot
 - De debieten te bereiken
 - Het risico van vervuiling in het systeem zelf te vermijden





Gids Duurzame Gebouwen

<https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/>

- ▶ [Dossier | Ontwerp van een energie-efficiënt ventilatiesysteem](#)
[Apparaat | Filters](#)
[Apparaat | kanaalen](#)



Websites

- ▶ STS Ventilatie
http://economie.fgov.be/fr/modules/publications/sts/sts_73_1.jsp
- ▶ EPB (Brussel)
<http://www.environnement.brussels/thematiques/batiment/la-performance-energetique-des-batiments-peb>
- ▶ Buildwise
Video ventilatie <https://www.youtube.com/watch?v=W4NEJ4pxOiQ>
Optivent rekentool :
<https://www.buildwise.be/nl/expertise-ondersteuning/buildwise-tools/optivent-rekentool-voor-de-ventilatieinstallaties/>
- ▶ www.energiesparen.be





Publicaties

- ▶ TV 258
<https://www.buildwise.be/nl/publicaties/technische-voorlichtingen/258/>
- ▶ Rapport nr. 15: Berekening van drukverliezen en dimensionering van luchtdistributienetwerken
<https://www.buildwise.be/nl/publicaties/dimensioneringsmethodes/15/>
- ▶ Akoestiek
<https://www.buildwise.be/nl/publicaties/buildwise-artikels/2013-03.16/>
- ▶ Verse lucht in oude woningen
<https://www.buildwise.be/nl/publicaties/buildwise-artikels/2011-02.14/>
- ▶ Mechanische-ventilatie debieten opmeten
<https://www.buildwise.be/nl/publicaties/buildwise-artikels/2012-03.12/>
- ▶ Onderhoud van ventilatiesystemen
<https://www.buildwise.be/nl/publicaties/buildwise-artikels/2014-02.11/>
- ▶ Renovatieoplossingen voor ventilatie
<https://www.buildwise.be/nl/publicaties/buildwise-artikels/2016-01.12/>



Sébastien PECCEU

Buildwise

 02/655 77 97 sebastien.pecceu@buildwise.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

