OP KANAAL
DUURZAME GEBOUWEN

VENTILATIE :
ONTWERP EN CONTROLE

LENTE 2023

Verbetering en waarborg luchtkwaliteit

Sébastien PECCEU
Buildwise

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

DOELSTELLINGEN VAN DE PRESENTATIE



- 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

INHOUDSOPGAVE

ZIJN DE PRESTATIES VAN DE SYSTEMEN GELIJKWAARDIG?
ALTERNATIEVE SYSTEMEN VOOR RENOVATIE
ZIJN DE SYSTEMEN EN DEBIETEN IN DE PRAKTIJK CONFORM?
IS HET SYSTEEM ZELF GEEN BRON VAN (MICROBIOLOGISCHE) POLLUENTEN?

Disclaimer

- Het cursusmateriaal maakt geen onderdeel uit van de officiële publicaties van Buildwise 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 Buildwise

INHOUDSOPGAVE

ZIJN DE PRESTATIES VAN DE SYSTEMEN GELIJKWAARDIG?

ALTERNATIEVE SYSTEMEN VOOR RENOVATIE

ZIJN DE SYSTEMEN EN DEBIETEN IN DE PRAKTIJK CONFORM?

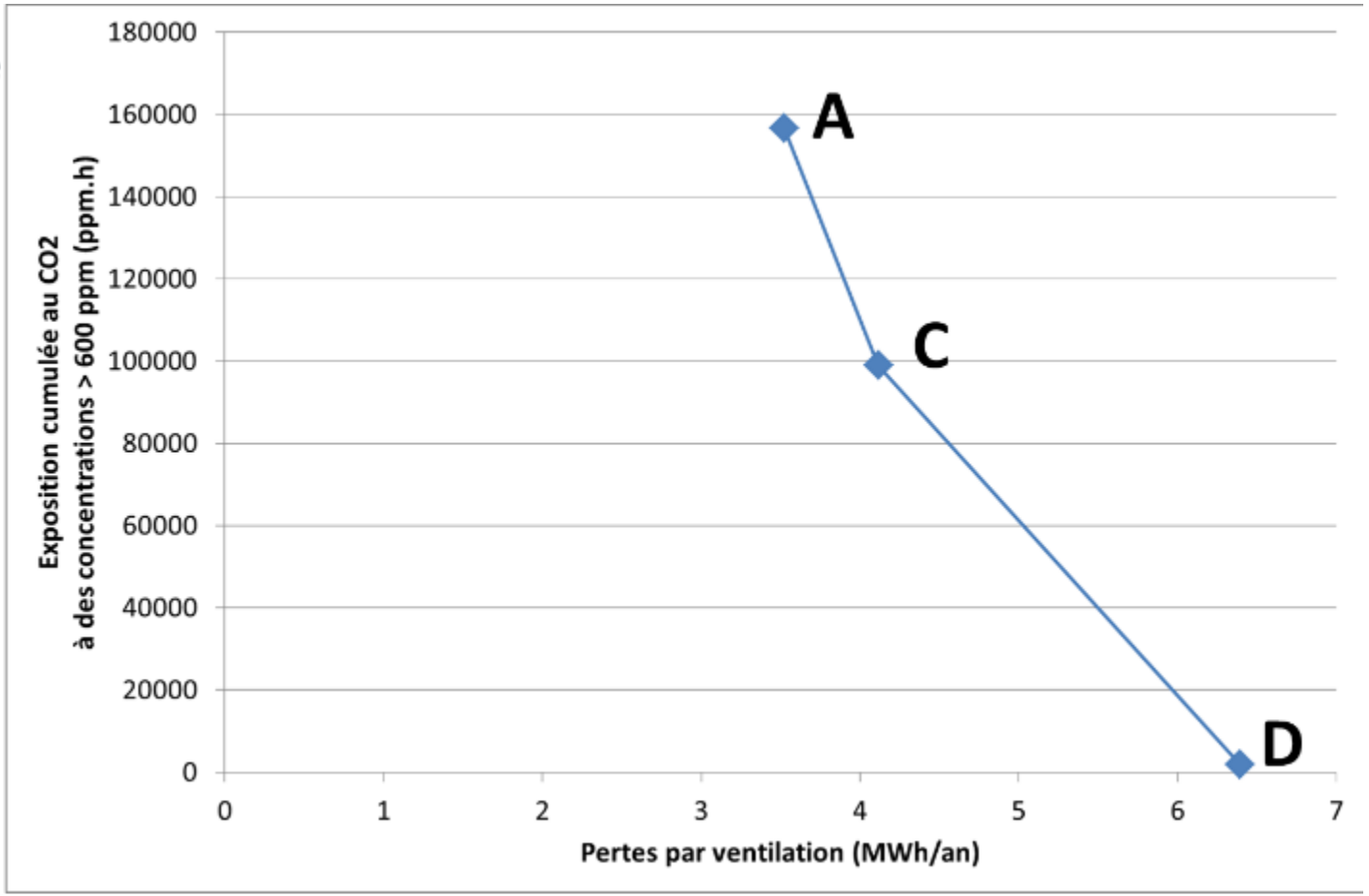
IS HET SYSTEEM ZELF GEEN BRON VAN (MICROBIOLOGISCHE) POLLUENTEN?

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

Slecht

Luchtkwaliteit

Goed



Energie* (debiet)

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

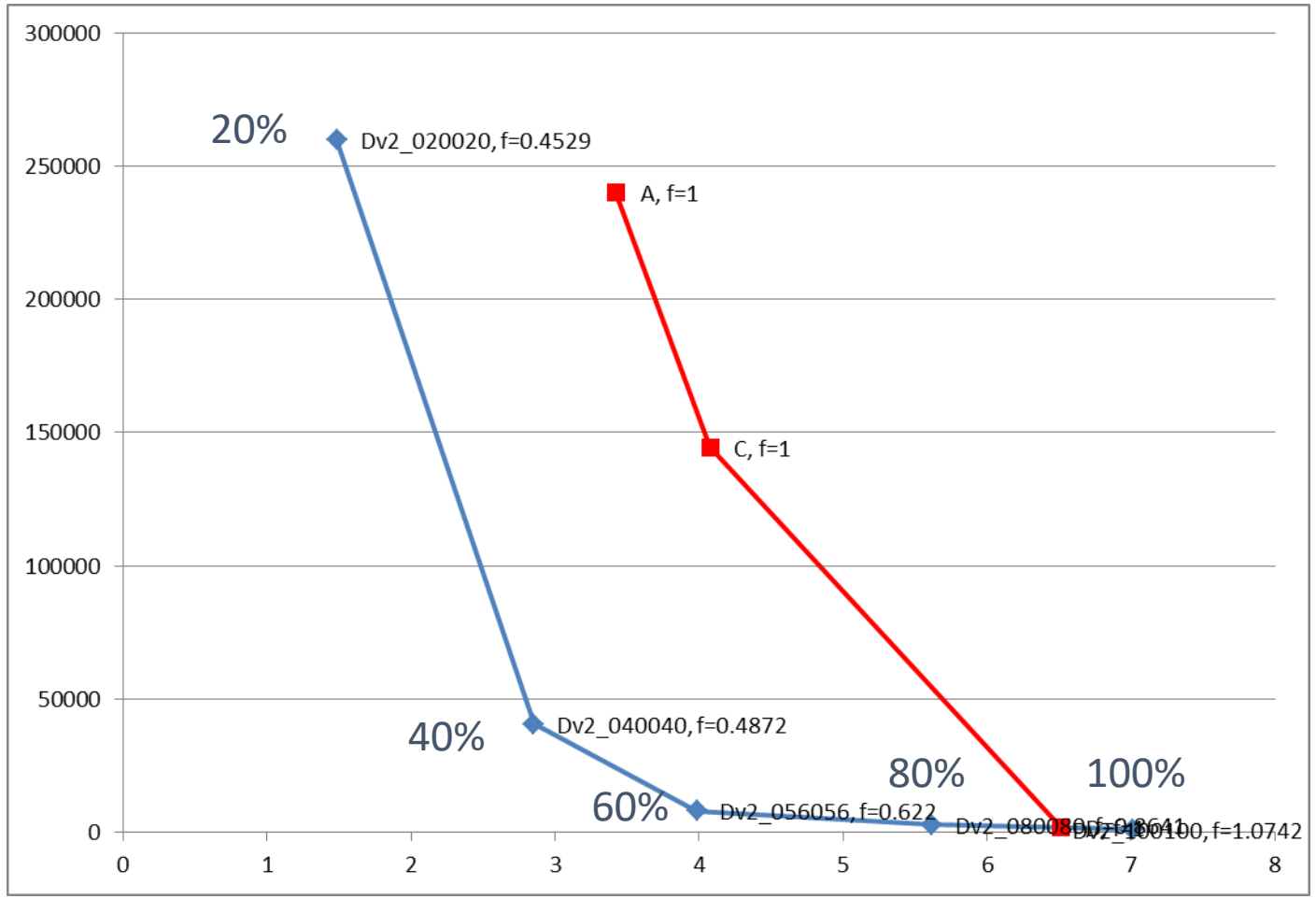
Buildwise

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

Slecht

Luchtkwaliteit

Goed



Energie* (debiet)

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

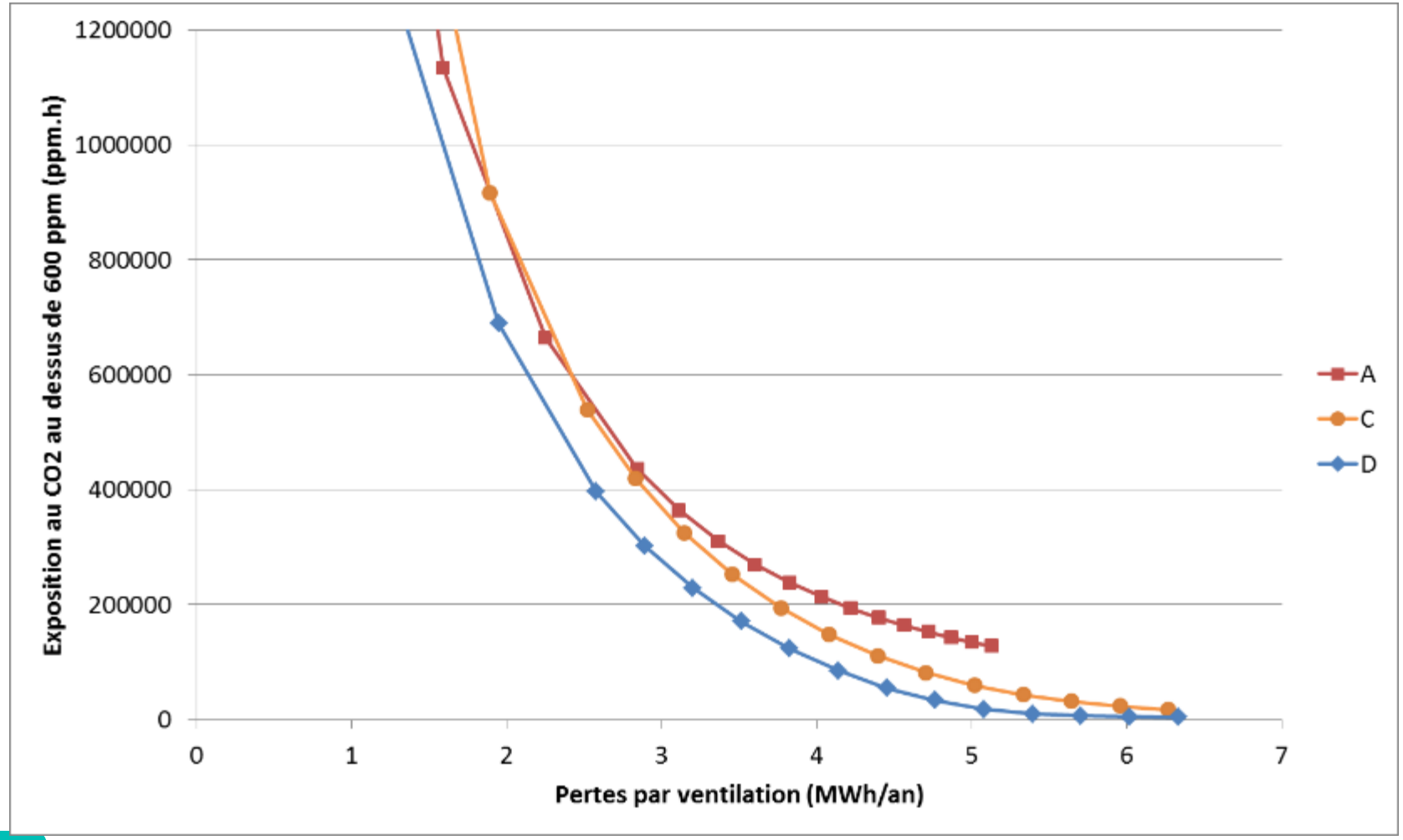
Buildwise

De prestaties van de systemen A en C kunnen worden verbeterd

Slecht

Luchtkwaliteit

Goed



Energie* (debiet)

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

Buildwise

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.

ZIJN DE PRESTATIES VAN DE SYSTEMEN GELIJKWAARDIG?
ALTERNATIEVE SYSTEMEN VOOR RENOVATIE
ZIJN DE SYSTEMEN EN DEBIETEN IN DE PRAKTIJK CONFORM?
IS HET SYSTEEM ZELF GEEN BRON VAN (MICROBIOLOGISCHE) POLLUENTEN?

Alternatieven voor de systemen A, B, C, D bij renovatie

- EPB-regelgeving → systemen A, B, C of D verplicht in nieuwe gebouwen
- Andere systemen met een goede luchtkwaliteit werden ontwikkeld
- Niet noodzakelijk conform aan NBN D 50-001 (en de EPB)
  → Sommige zijn alleen van toepassing als er geen EPB-eisen zijn (d.w.z. renovaties).

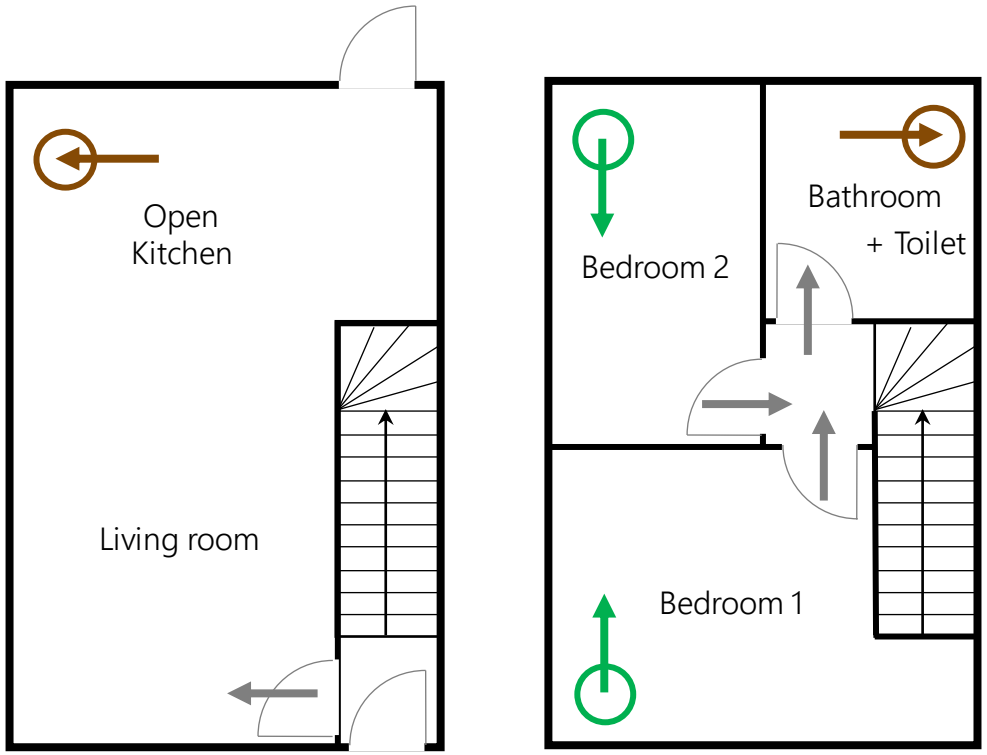
- Enkele bestudeerde systemen:
  - D Cascade
  - C Hall
  - C zonal met gemotoriseerde RTOs
  - C Cascade

Niet opgenomen in NBN D 50-001

D cascade: principe

- Mechanische toevoer:
  - Slaapkamers
- Vrije doorvoer:
  - Naar hallen
  - Naar woonkamer
  - Naar natte ruimtes
- Mechanische afvoer:
  - Natte ruimtes
- Geen toevoer woonkamer

Debiet	D cascade	C/D klassiek
Totaal	125 m³/h	150 m³/h

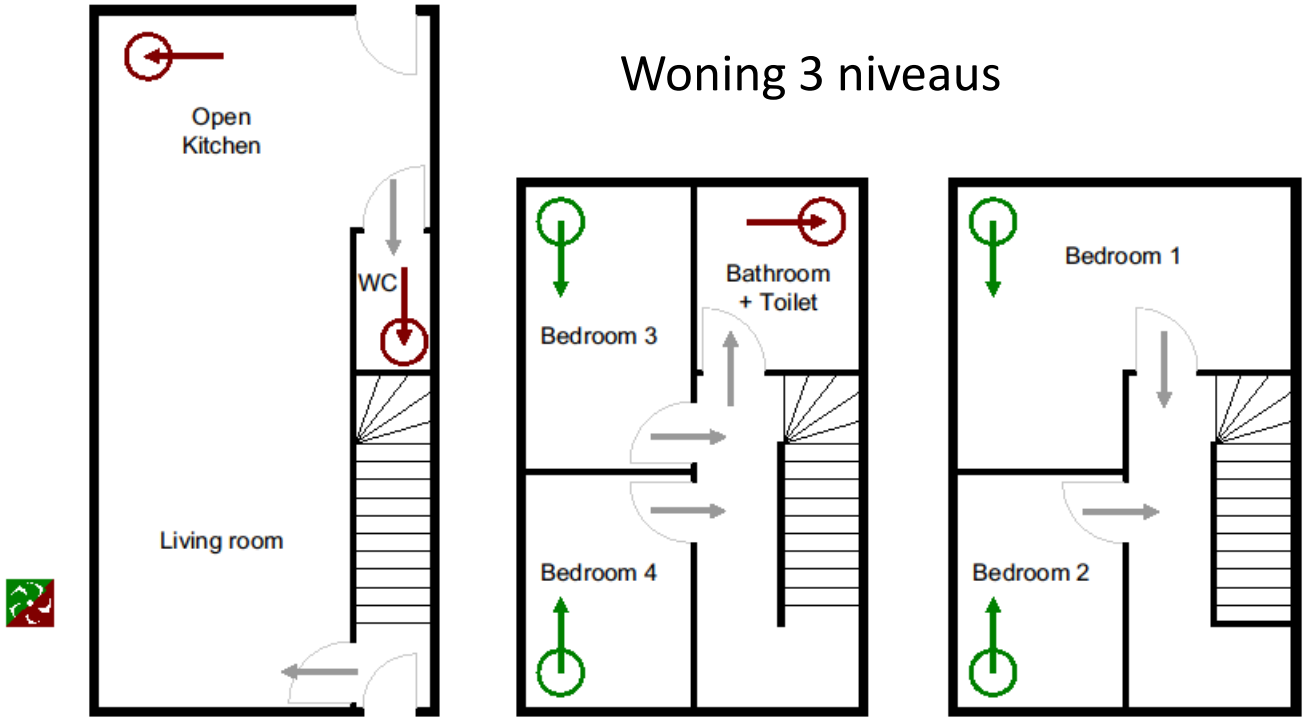


Woning 2 niveaus

D cascade: kenmerken

- Basisprincipe
  - Systeem D zonder toevoer in de woonkamer
  - Lucht van de slaapkamers wordt gebruikt om de woonkamer te ventileren (vermoedelijk zijn de slaapkamers en de woonkamer niet tegelijkertijd 100% bezet)
- Voordelen
  - Gemakkelijker te installeren (geen woonkamer toevoer, minder kanalen)
  - Verlaagd debiet (energieverlies, kleinere ventilatiegroep)
  - Binnenluchtkwaliteit (IAQ) zeer goed
- Toepasselijkheid
  - Open keuken of vergelijkbaar (debiet door de woonkamer naar het keuken)

D cascade: bv. grote woningen



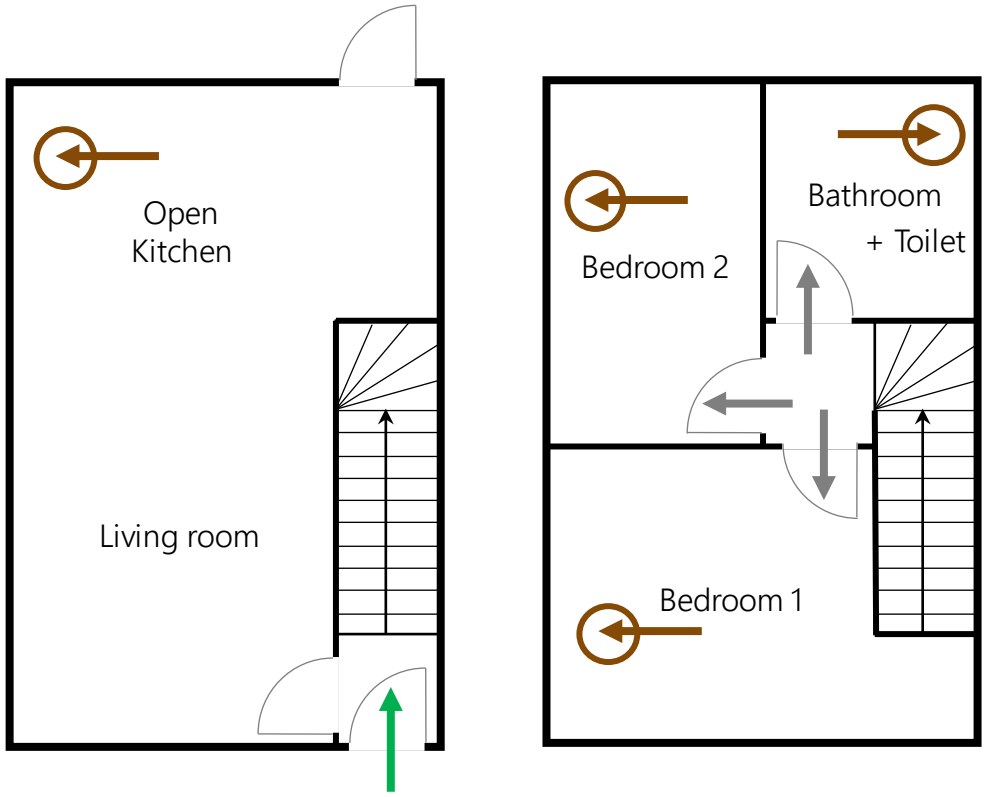
Debiet	D cascade	C/D klassiek
Totaal	150 m³/h	250 m³/h

Buildwise

C hall: principe

- Natuurlijke toevoer:
  - Gang / hal
- Vrije doorstroom:
  - Naar slaapkamers
  - Naar woonkamer
  - Naar natte ruimtes
- Mechanische afvoer:
  - Natte ruimtes
  - Slaapkamers
- Geen toevoer slaapkamers

Niet opgenomen in NBN D 50-001



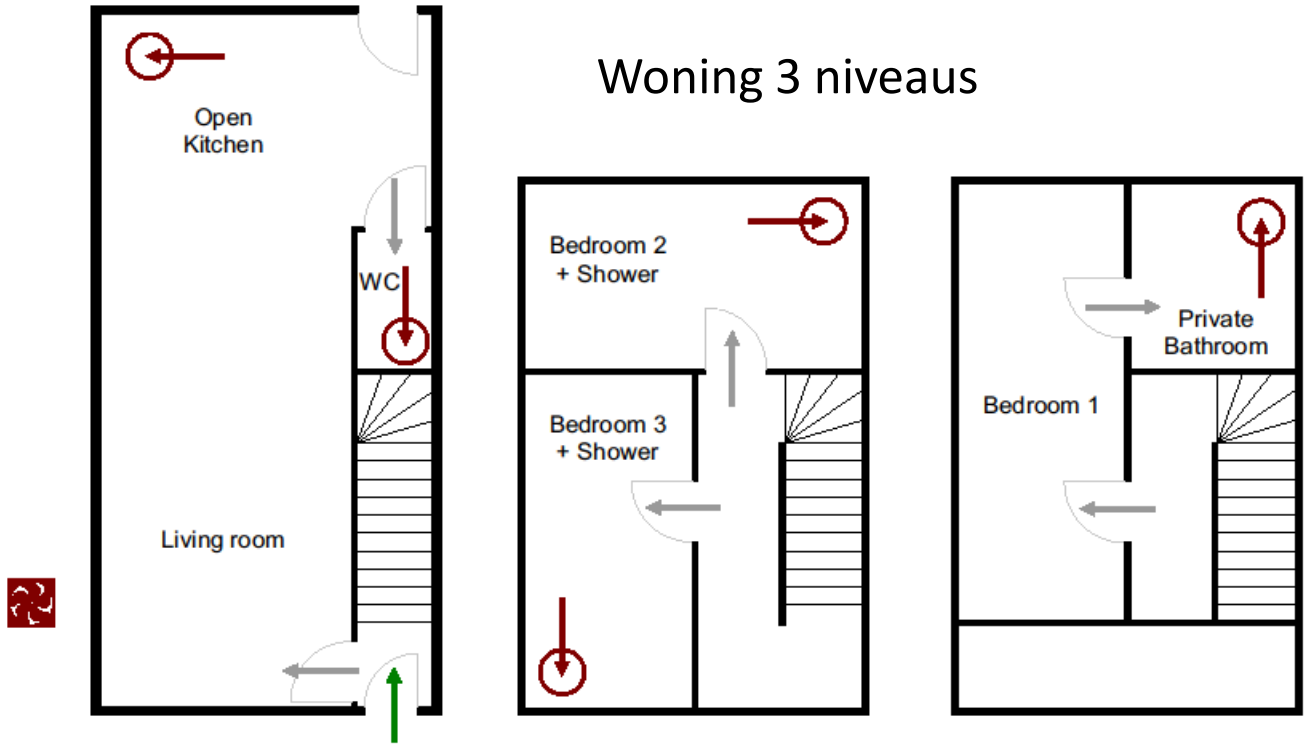
Woning 2 niveaus

Debiet	C hall	C/D klassiek
Totaal	200 m³/h	150 m³/h

C hall: kenmerken

- Basisprincipe
  - Afvoerventilatie met afzuiging in alle ruimtes
  - Buitenluchttoevoer alleen in hallen of gangen
- Voordelen
  - Goede IAQ, ongeacht de luchtdichtheid
  - Thermisch en akoestisch comfort in de bezette ruimten (geen direct contact met buiten)
  - Minder roosters te installeren
  - Kan volledig gecentraliseerd, gedecentraliseerd of gemengd zijn
- Toepasselijkheid
  - Open keuken of vergelijkbaar (doordebiet in de woonkamer)
  - Afvoer in elke ruimte → kanalen
  - Nood aan sensoren (vraagsturing) om energie-efficiënt te zijn

C hall: bv. grote woning



Woning 3 niveaus

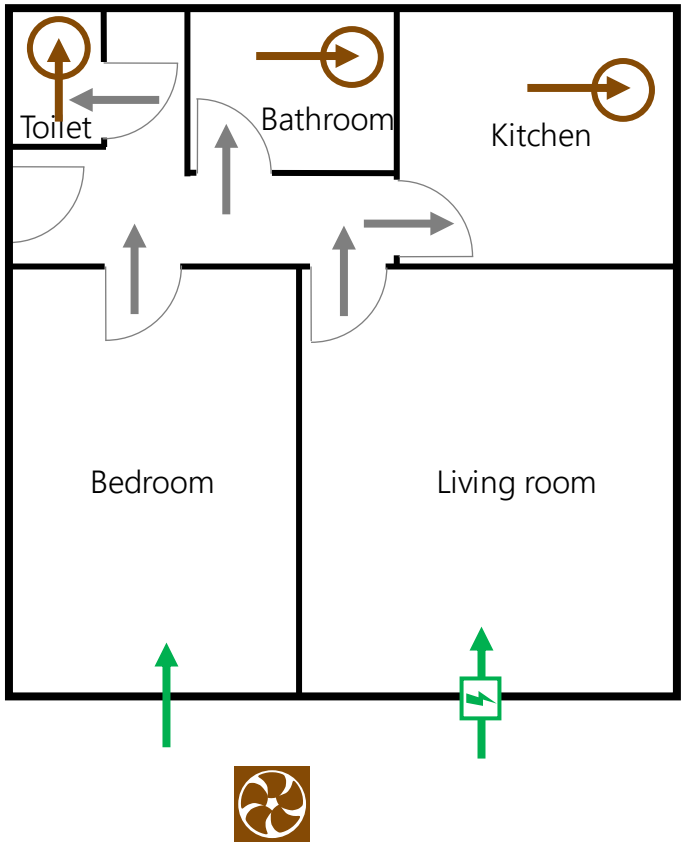
Debiet	C hall	C/D klassiek
Totaal	250 m³/h	250 m³/h

Buildwise

Conform
NBN D 50-001

C zonaal: principe

- Natuurlijke toevoer:
  - Woonkamer
    - Altijd gemotoriseerd
  - Slaapkamers
    - Gemotoriseerd of niet
- Natuurlijke doorvoer:
  - Naar woonkamer
  - Naar natte ruimtes
- Mechanische afvoer:
  - Natte ruimtes



Buildwise

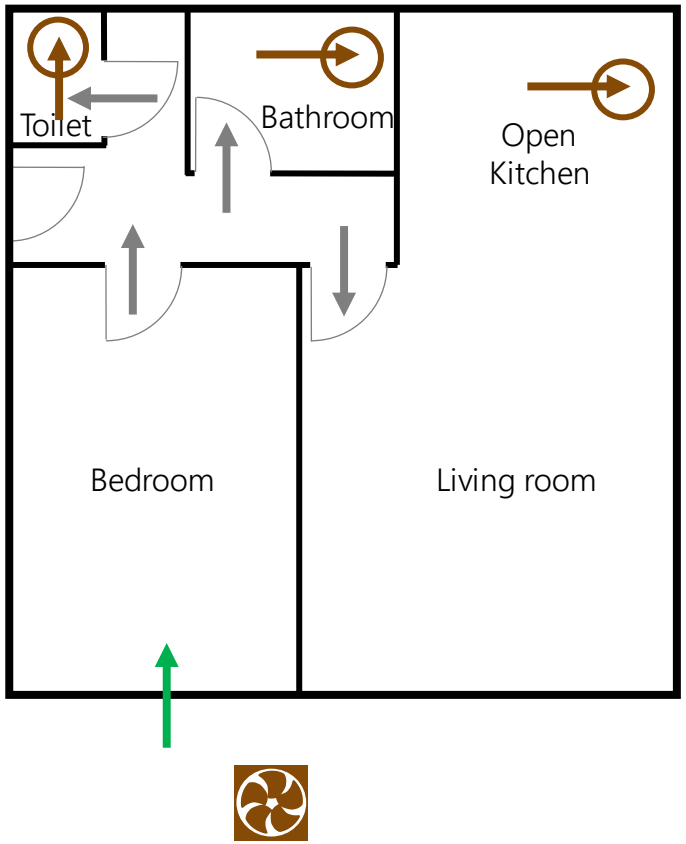
C zonaal: kenmerken

- Basisprincipe
  - Systeem C, met een of meer gemotoriseerde CO2 gestuurde RTOs
- Voordelen:
  - Betere IAQ dan normaal C-systeem
  - Goede energieprestaties
  - Zorgt ook voor een goede sturing van droge gebieden
- Toepasselijkheid:
  - Gevoelig voor slechte luchtdichtheid

Niet opgenomen in NBN D 50-001

C-cascade: principe

- Natuurlijke toevoer:
  - Slaapkamers
- Natuurlijke doorvoer:
  - Naar halls/gangen
  - Woonkamer
  - Naar natte ruimtes
- Mechanische afvoer:
  - Natte ruimtes
- Geen toevoer woonkamer

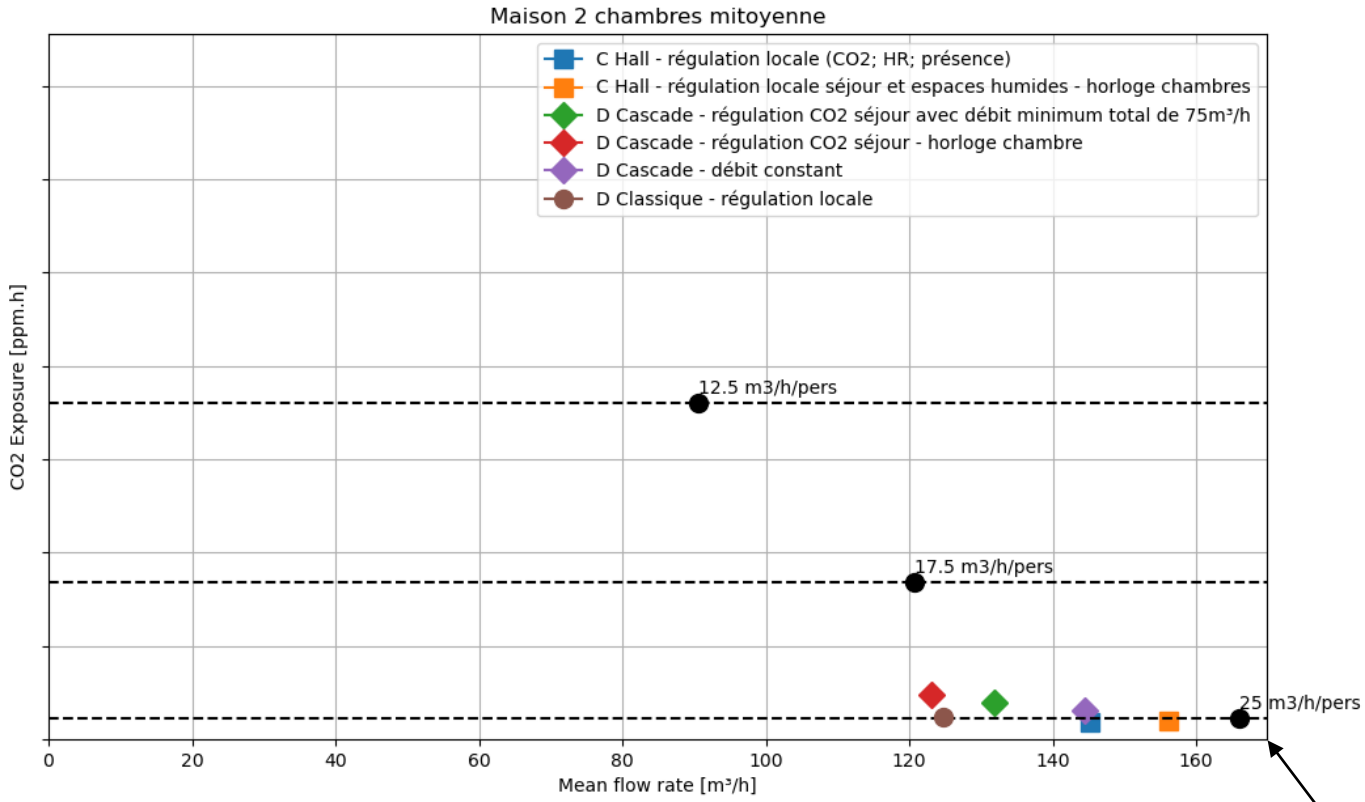


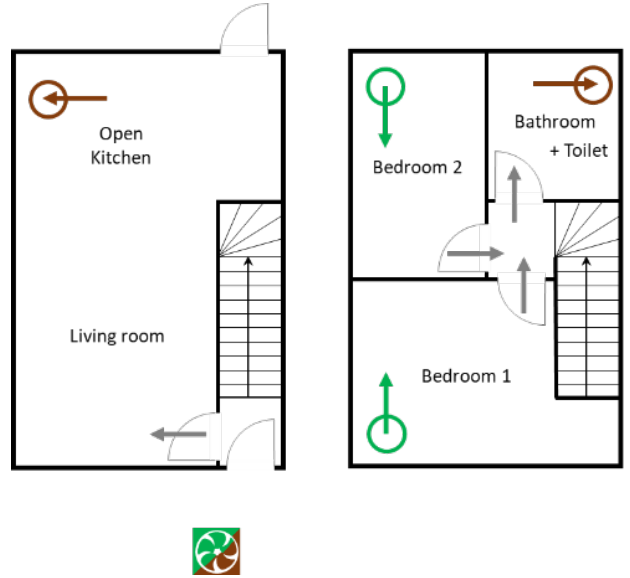
C-cascade: kenmerken

- Basisprincipe:
  - Systeem C zonder toevoer in de woonkamer (→ recycling uit de kamers, zoals voor de D-cascade)[2]
- IAQ
  - Goed (met voorwaarden)
- Energie
  - Verlaagd ontwerpdebiet (zonder vraagsturing)
  - Extra debietverlaging met lokale regeling (vraagsturing)
- Luchtdichtheid
  - **Gevoelig voor slechte luchtdichtheid**

Simulatieresultaten: D-cascade en C-hal voor een rijwoning

Slechte IAQ





Goede IAQ

Gemiddelde luchtdebiet (= ventilatieverliezen)

Houdt geen rekening met de warmteterugwinnning

D klassiek

Buildwise

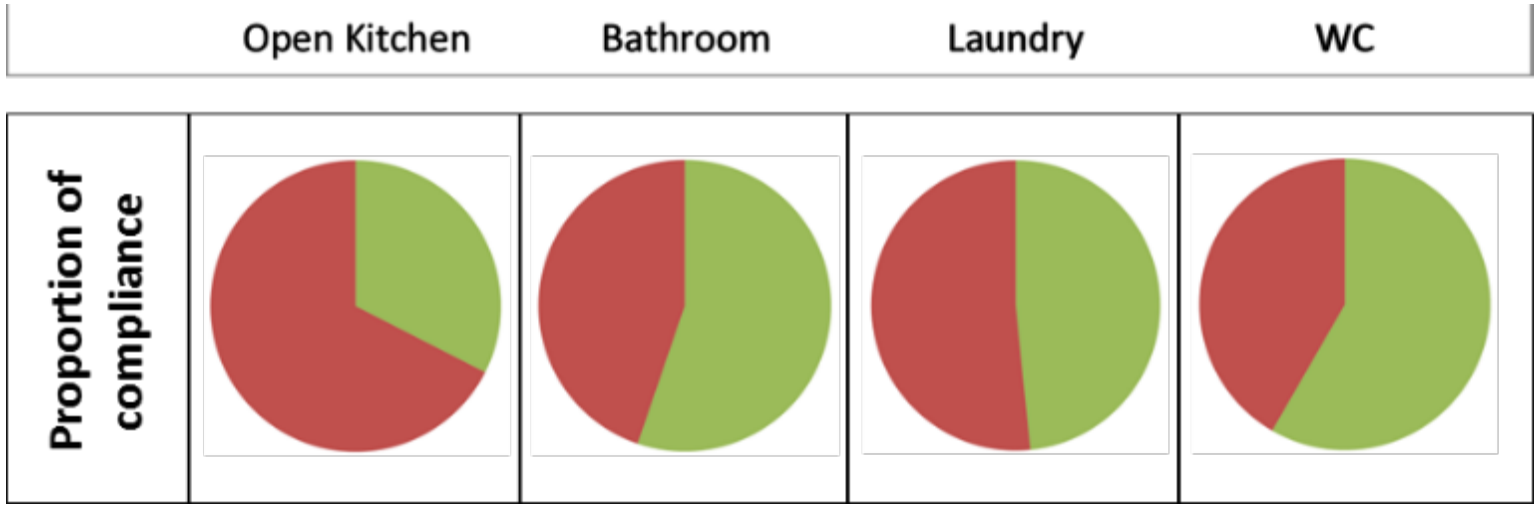
Alternatieve systemen - conclusies

- Er zijn alternatieve systemen voor de norm, die een goede luchtkwaliteit mogelijk maken
- Deze systemen voldoen vaak niet aan de EPB regelgeving en zijn dus niet bruikbaar wanneer de EPB van toepassing is
- Buiten EPB context kunnen ze gebruikt worden

INHOUDSOPGAVE

ZIJN DE PRESTATIES VAN DE SYSTEMEN GELIJKWAARDIG?
ALTERNATIEVE SYSTEMEN VOOR RENOVATIE
ZIJN DE SYSTEMEN EN DEBIETEN IN DE PRAKTIJK CONFORM?
IS HET SYSTEEM ZELF GEEN BRON VAN (MICROBIOLOGISCHE) POLLUENTEN?

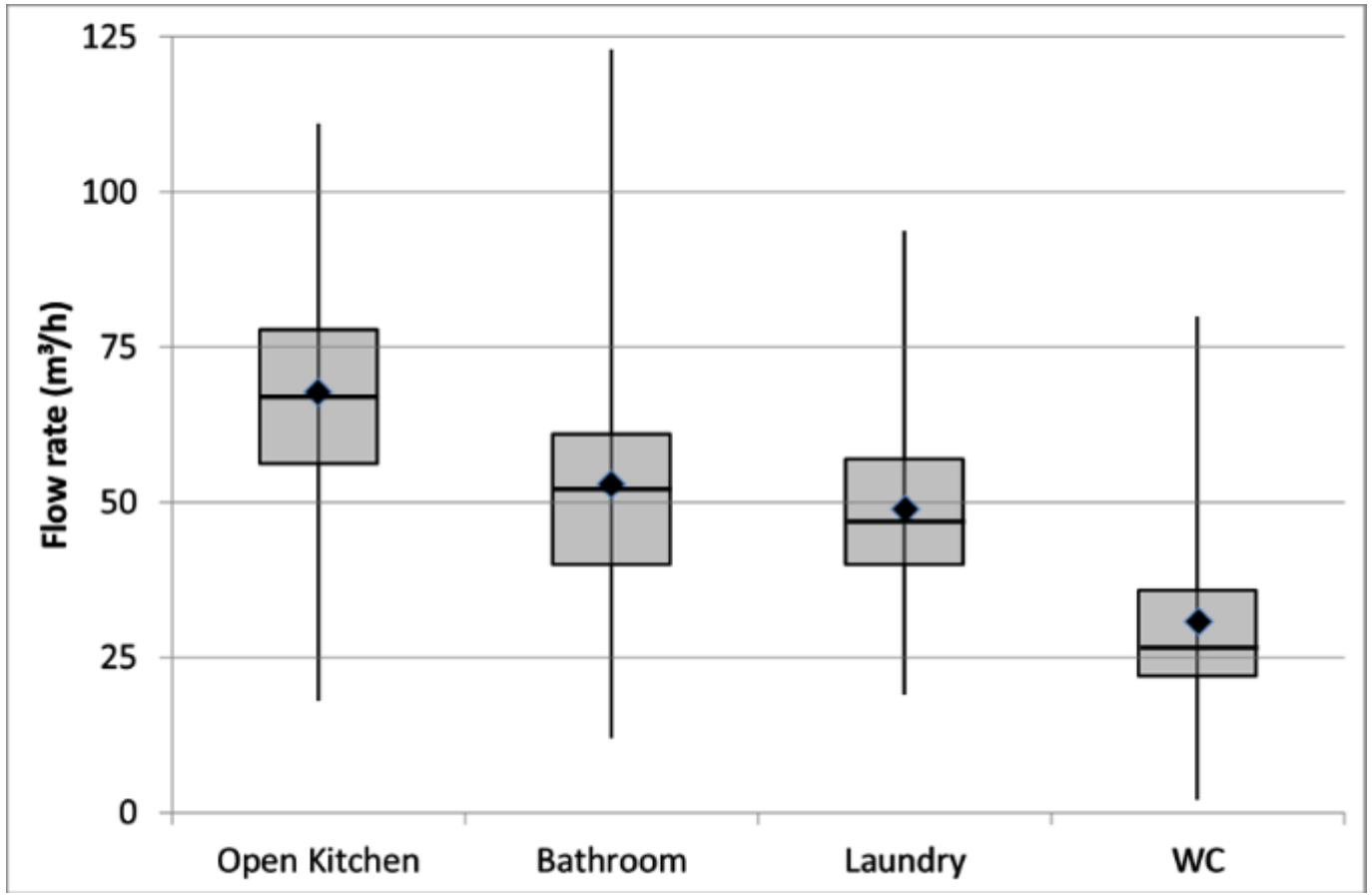
De in situ gemeten debieten (systeem C en D) zijn vaak lager dan de minimum vereiste debieten (EPB)

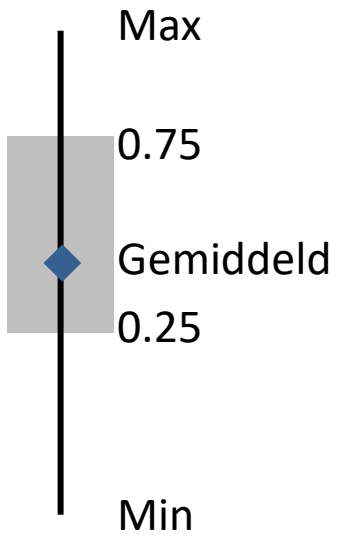


Buildwise

OPTIVENT-project (IWT/VLAIO, Vlaanderen)

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





Buildwise

OPTIVENT-project (IWT/VLAIO, Vlaanderen)

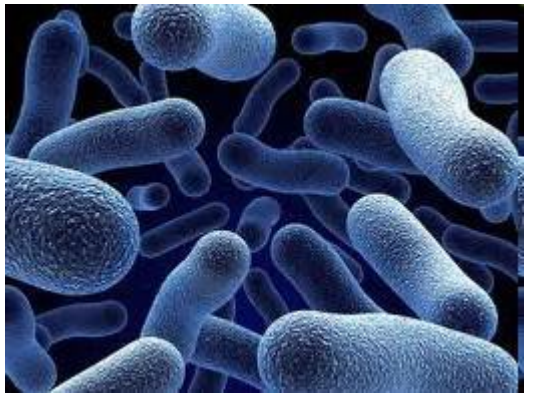
INHOUDSOPGAVE

ZIJN DE PRESTATIES VAN DE SYSTEMEN GELIJKWAARDIG?
ALTERNATIEVE SYSTEMEN VOOR RENOVATIE
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



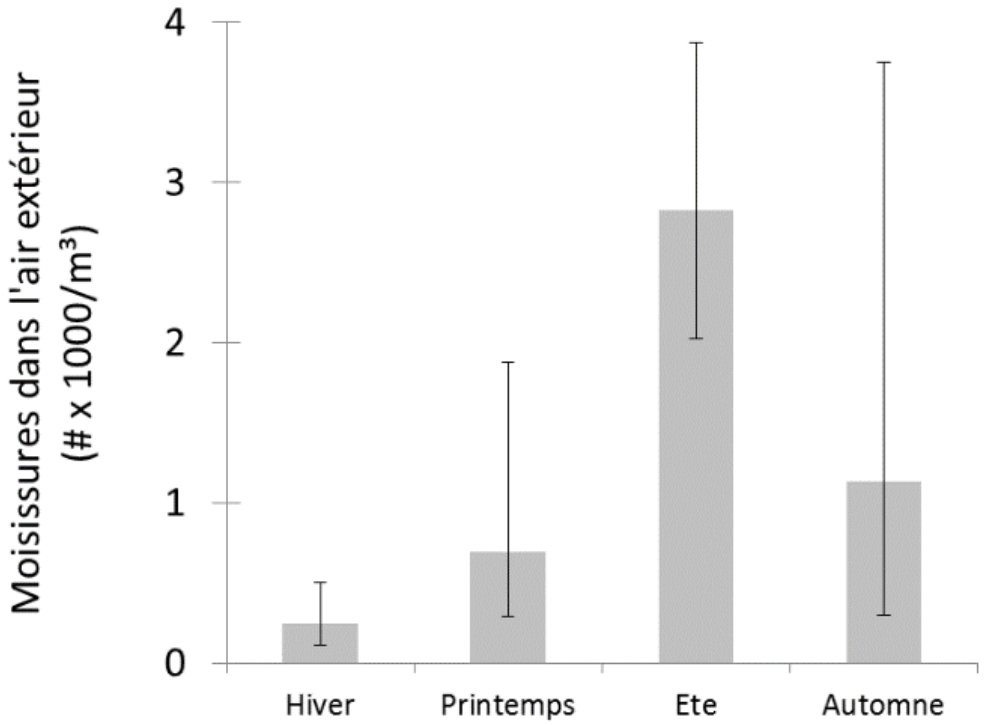




OPTIVENT-project (IWT/VLAIO, Vlaanderen)

Buildwise

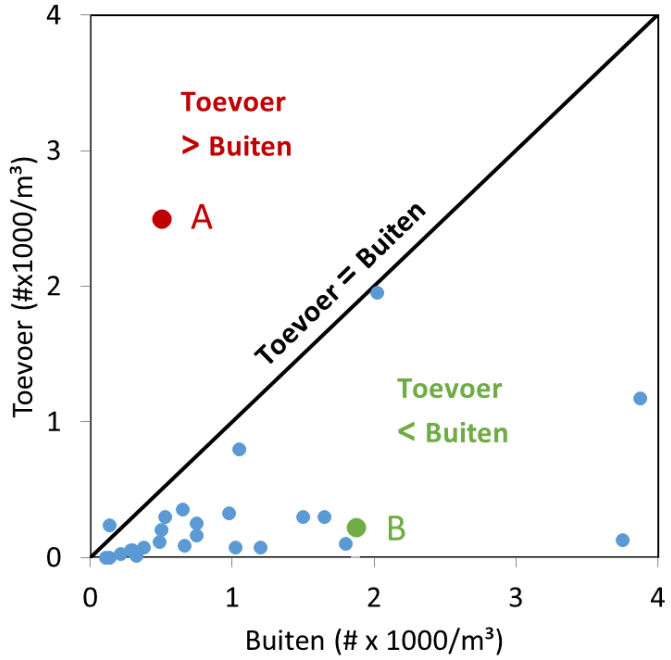
Het aantal schimmels in de buitenlucht varieert sterk, afhankelijk van het seizoen

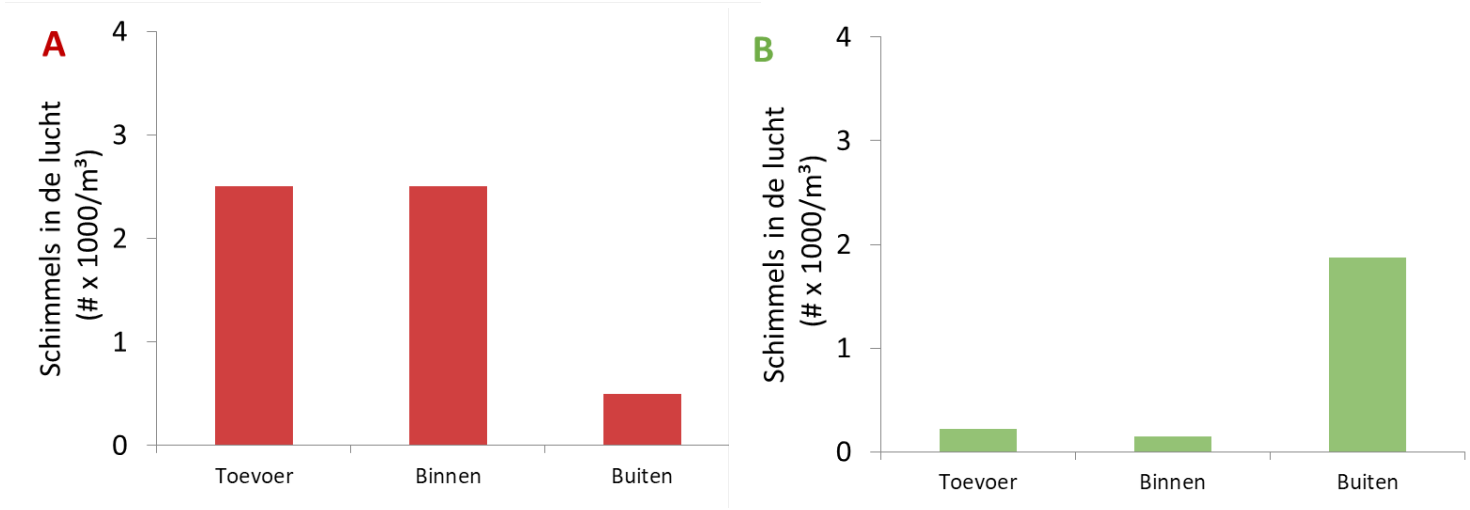


- Belang van methodologie: altijd vergelijken met buitenlucht!

Buildwise

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

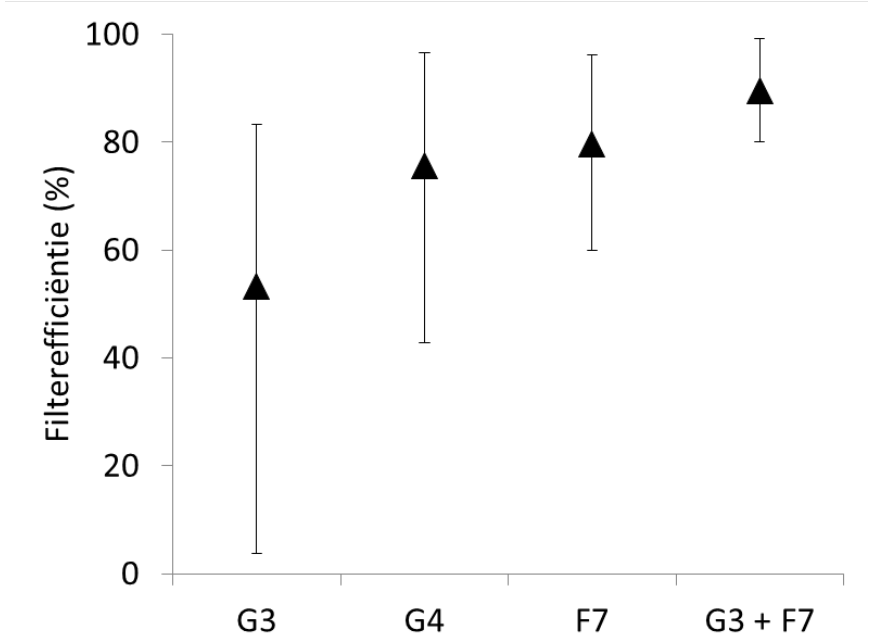




- In de meeste gevallen
  - Geen bronnen in het systeem zelf
  - Eerder een reductie dankzij de filters

Buildwise

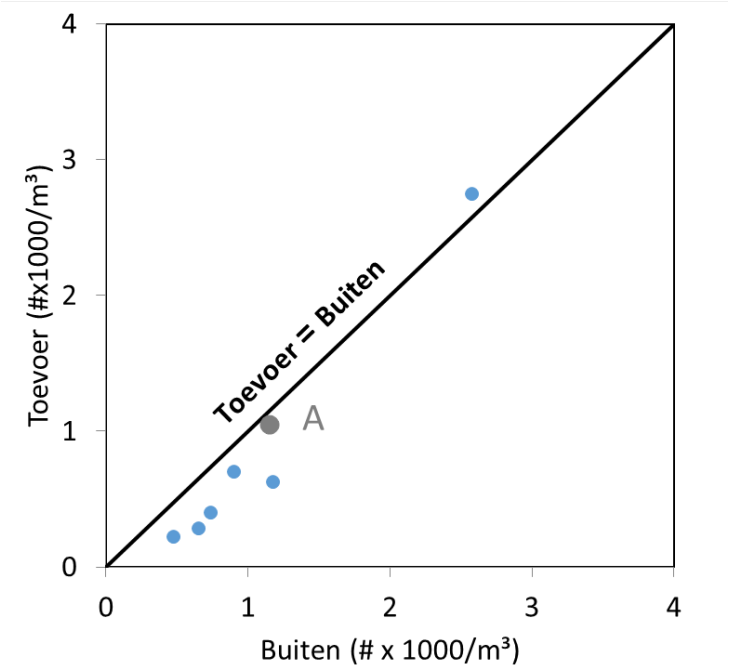
Systeem D: de schimmels worden door de filters tegengehouden, met een licht variabele efficiëntie afhankelijk van het type filter

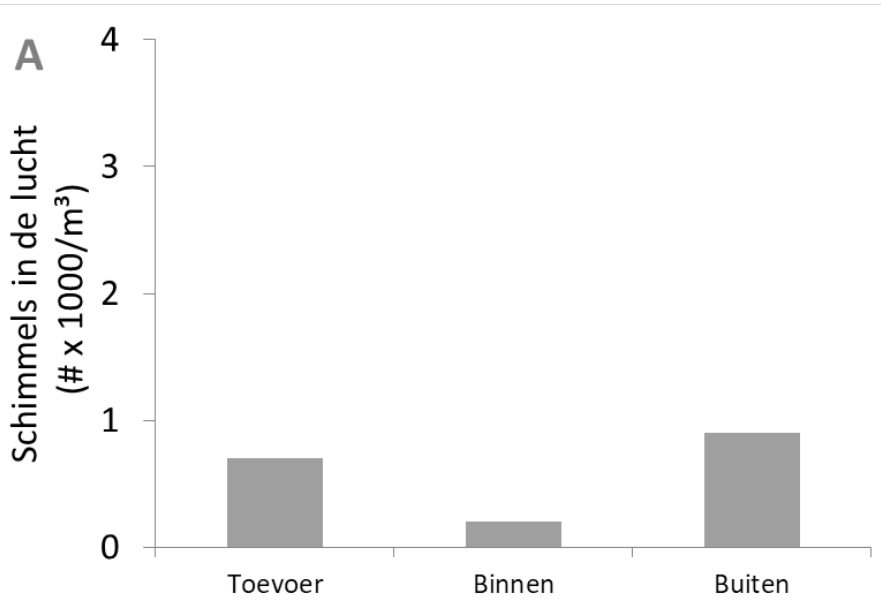


- Filter van klasse G4 weerhoudt al een groot deel van de schimmels
- Betere efficiëntie: combinatie voorfilter G3 + fijnfilter F7

Buildwise

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

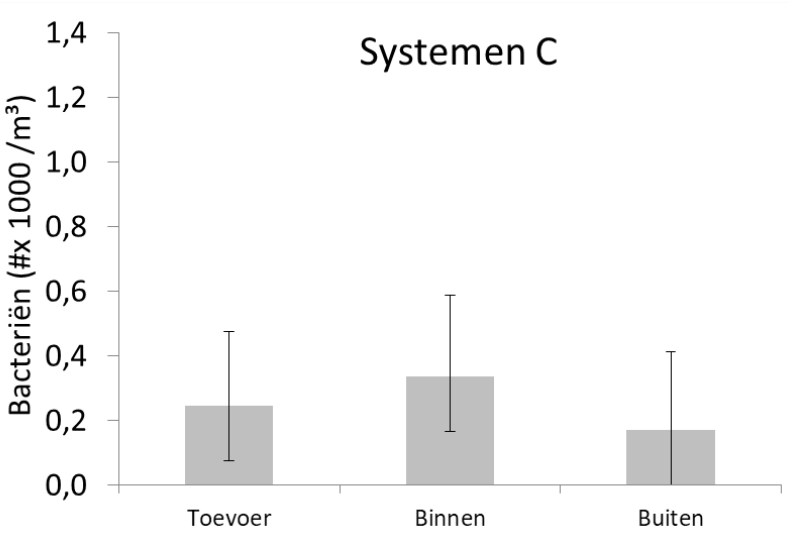


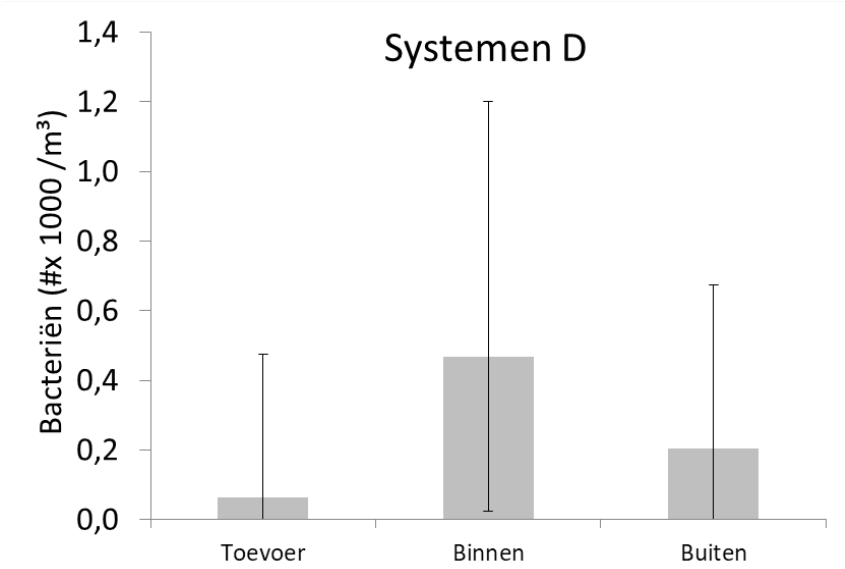


- In de meeste gevallen
  - Weinig/geen afname van de toevoerlucht (in tegenstelling tot systeem D)
  - C-systemen: geen filters!

Buildwise

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



Buildwise

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

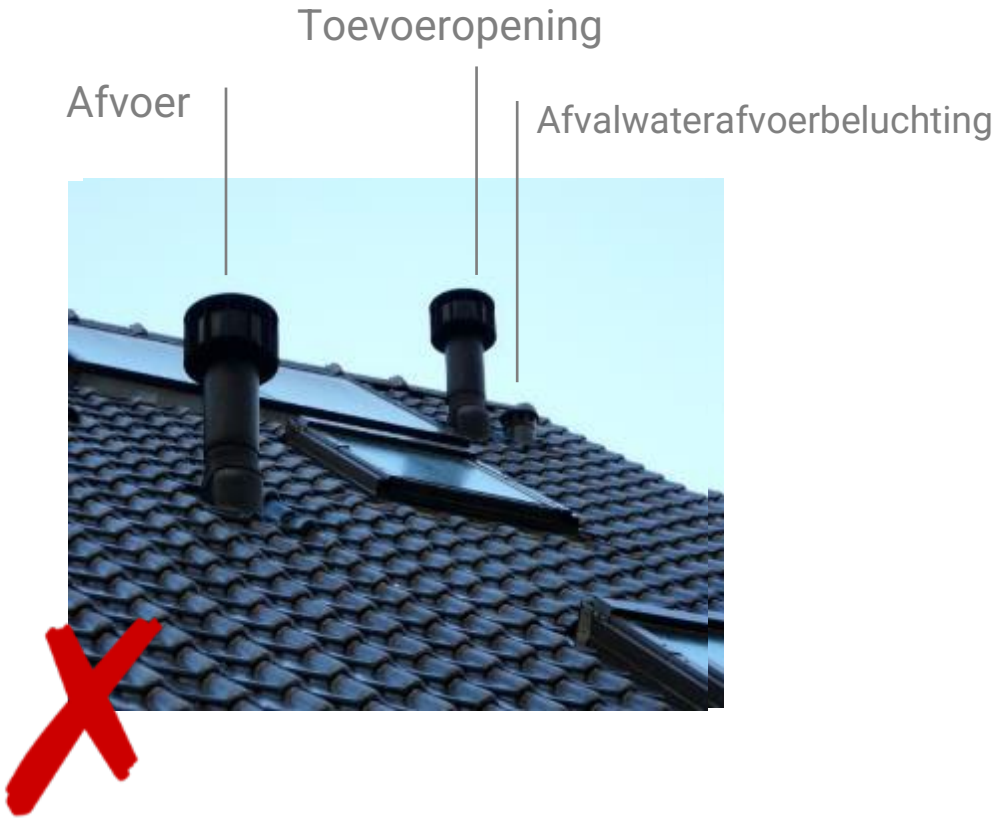
- Risico van te hoge vochtigheid > 70-80%
  - Koude bruggen
  - Verborgen koude muren

- 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





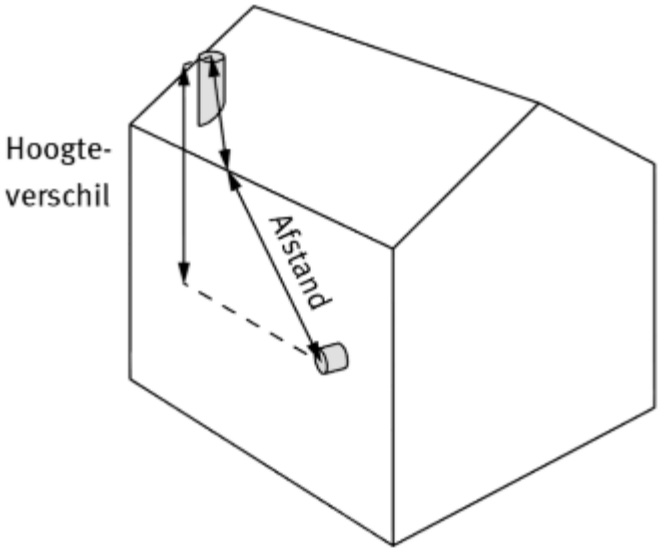
Welke luchtlozingen kunnen leiden tot recirculatie van vervuilde lucht?

- 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



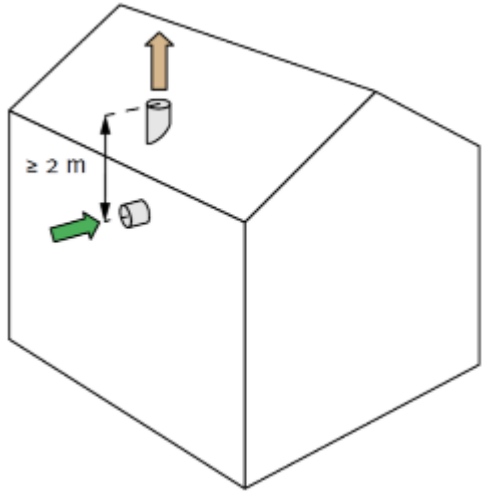
- Voorbeeld
  - Op het dak op dezelfde hoogte
  - $l\,(m) > 0.308 * \sqrt{q\,(l/s)}$
  - 450 m³/h → min 3,5 m...



Buildwise

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

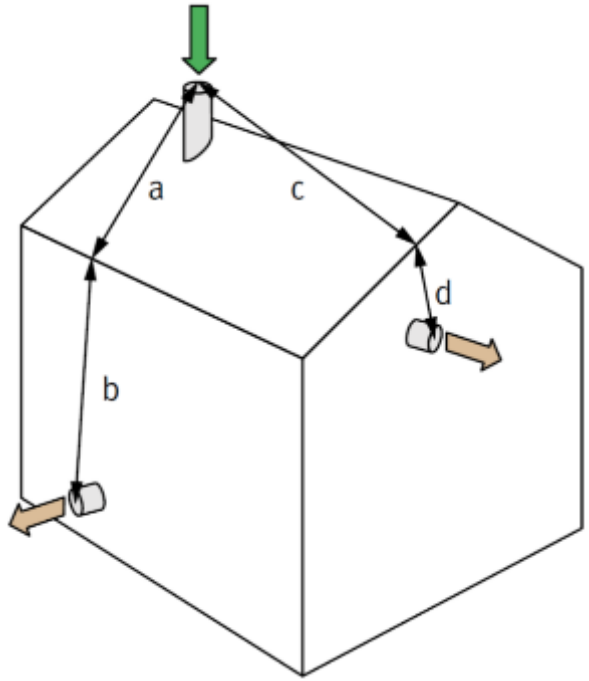




Voor olie- en houtverwarming is een grotere afstand vereist

- 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
    - PM_{10} , $PM_{2.5}$, 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

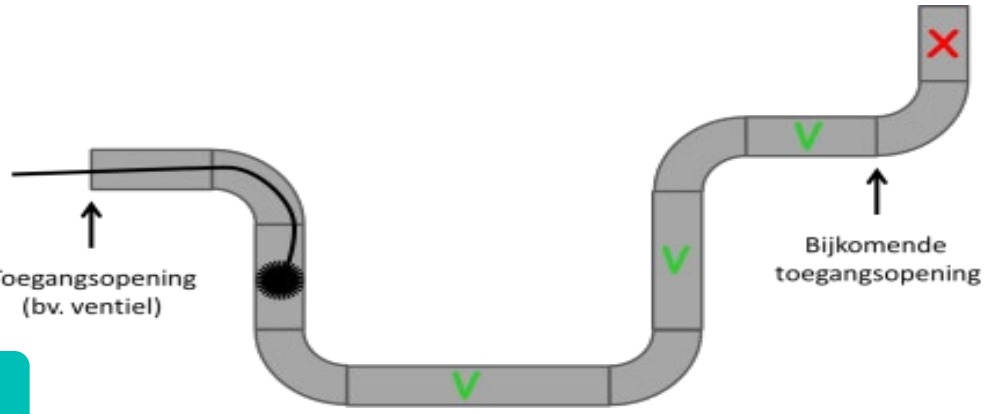


Voor goed onderhoud is toegankelijkheid noodzakelijk

- 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 polluenten 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



Buildwise

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		(X)	(X)	X	1 jaar	3 jaren	
• Niet beschermd		X	X		1 jaar	1 jaar	
Kanalen							
• Stijf		X	X	X	3 jaren	9 jaren	
• Flexibel		(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



Buildwise

Principe van kanaalreiniging

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



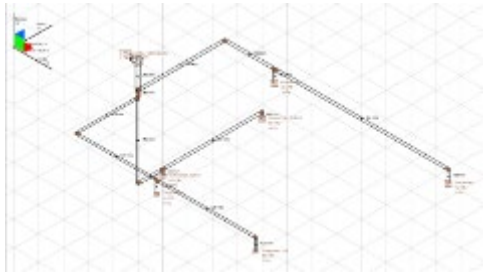




TE ONTHOUDEN VAN DE PRESENTATIE

- 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





TOOLS



Websites

- FOD Economie - STS Ventilatie

http://economie.fgov.be/nl/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



Publicaties

- Verse lucht in oude woningen

https://www.buildwise.be/nl/publicaties/buildwise-artikels/2011-02.14/

Groene bouwgids

www.guidebatimentdurable.brussels

- Dossier | Ontwerp van een energie-efficiënt ventilatiesysteem

  Apparaat | Filters

  Apparaat | kanaalen



Publicaties

- Mechanische-ventilatiedebieten 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/

CONTACT

Sébastien PECCEU

Buildwise

02/655 77 97

sebastien.pecceu@buildwise.be



BEDANKT VOOR UW AANDACHT