



ENERGIEBEHEER: ENERGIEVERANTWOORDELIJKE

Getuigenis: infiltrometrietest (blowerdoortest)

Lente 2024

DANIEL DE VROEY
DANIEL DE VROEY SRL



DOELSTELLINGEN VAN DE PRESENTATIE

- Feedback over de praktijk van blowerdoortests
- Uitvoeringsmodaliteiten
- Terugkerende vaststellingen
- Aandachtspunten



INHOUDSOPGAVE

- I. Waarom luchtdichtheid?
- II. Risicoanalyse
- III. Uitvoeringsdetails
 - I. Schrijnwerk
 - II. Hellende daken
 - III. Technische kokers
- IV. Waarop heeft de test betrekking?
- V. Te onthouden van de uiteenzetting

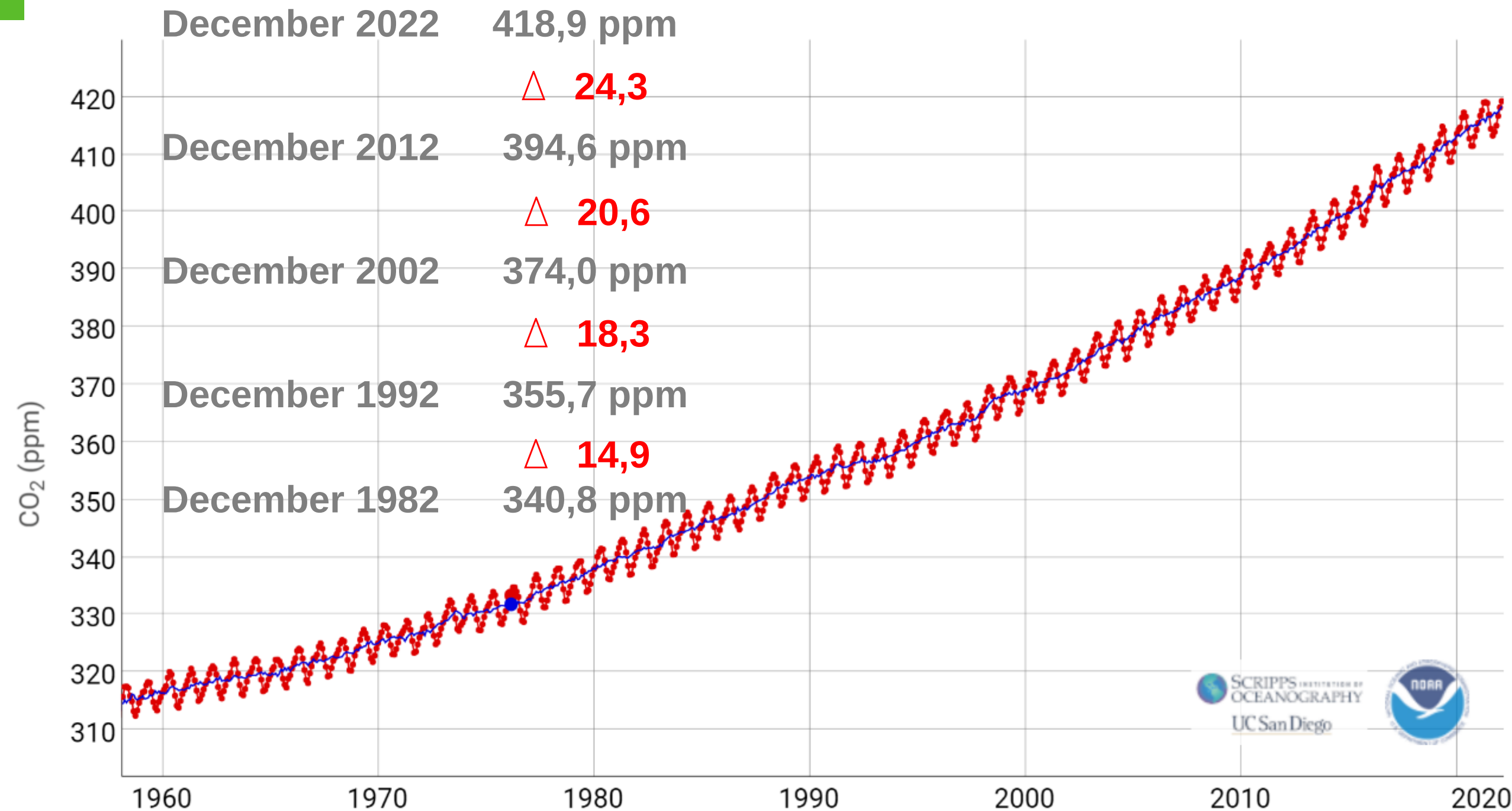


I. WAAROM LUCHTDICHTHEID

- Contractueel
- EPB-waarde
- Verkrijgen van premies
- Verbeteringsproces



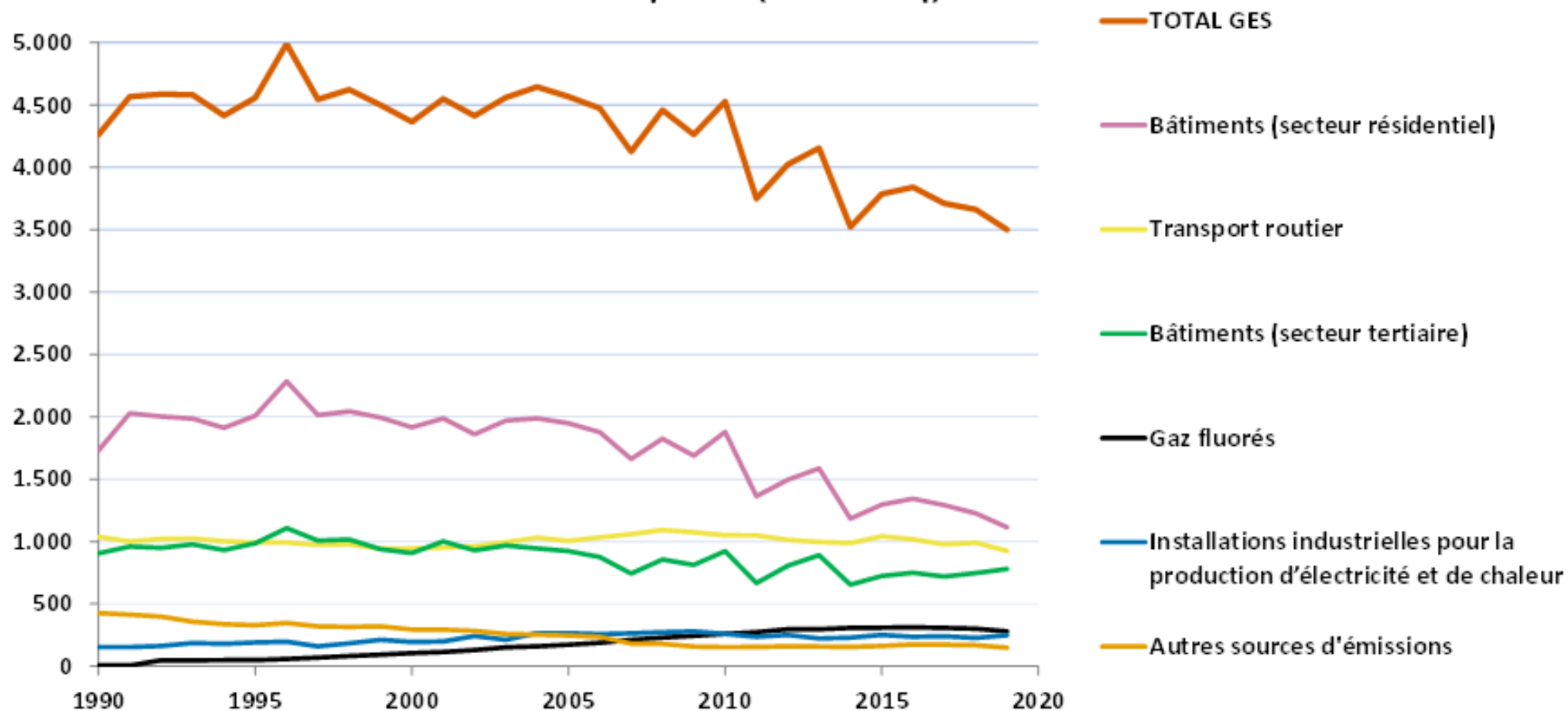
WAAROM DICHT?





WAAROM DICHT?

Evolution des émissions de gaz à effet de serre de la Région de Bruxelles
Capitale (kt CO₂ eq)





PROTOCOLLEN

norme belge
enregistrée

NBN EN 13829

1^{re} éd., février 2001

Indice de classement : B 62

Performance thermique des bâtiments - Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments - Méthode de pressurisation par ventilateur (ISO 9972:1996, modifiée)



Spécifications supplémentaires
sur la mesure de l'étanchéité à l'air des bâtiments
dans le cadre de la réglementation PEB

Version 3

28 mai 2013

En complément des textes réglementaires, les trois Régions (la Région wallonne, la Région de Bruxelles-Capitale et la Région flamande) ont fixé ensemble les précisions suivantes pour l'exécution de la mesure de l'étanchéité à l'air dans le cadre de la réglementation PEB.

Daniel De Vroey



Annexe B : Justifications sur les
Spécifications supplémentaires
sur la mesure de l'étanchéité à l'air des bâtiments
dans le cadre de la réglementation PEB

Version 3

28 mai 2013

Spécifications techniques unifiées

STS-P 71-3
Etanchéité à l'air des bâtiments
Essai de pressurisation

Version 18 décembre 2014



113682

MONITEUR BELGE — 20.12.2017 — Ed. 2 — BELGISCH STAATSBAD

REGION DE BRUXELLES-CAPITALE

[C - 2017/14308]

9 NOVEMBRE 2017. — Arrêté ministériel portant modification et exécution des annexes XII et XIII de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 décembre 2007 déterminant des exigences en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments

Le Ministre en charge de l'Energie,

Vu l'Ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'Energie, l'article 2.2.2, § 1 ;

BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

[C - 2017/14308]

9 NOVEMBER 2017. — Ministerieel besluit houdende wijziging en uitvoering van bijlagen XII en XIII van het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen

De Minister belast met energiebeleid,

Gelet op de ordonnantie van 2 mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing, artikel 2.2.2, § 1 ;



PROTOCOLLEN

2. Conditions de la mesure

2.1 Zone à mesurer

Règle générale

Exigences

La zone à mesurer doit être définie, par le demandeur du test, en cohérence avec la subdivision du bâtiment effectuée dans le cadre de la réglementation PEB. La zone à mesurer doit couvrir au moins l'ensemble du volume PER ou PEN considéré et ne peut pas couvrir des espaces situés en dehors du volume protégé (VP), comme des espaces adjacents non-chauffés.

La zone effectivement mesurée doit être décrite de façon claire et précise dans le rapport d'essai par l'opérateur de mesure. Les plans du bâtiment (plans¹ des étages et coupes), indiquant clairement les limites de la zone mesurée, peuvent être annexés au rapport.



Spécifications supplémentaires sur la mesure de l'étanchéité à l'air des bâtiments dans le cadre de la réglementation PEB

Version 3

28 mai 2013

**Het beschermde
volume stemt
overeen met het
gemeten volume.**



2. Conditions de la mesure

2.1 Zone à mesurer

Règle générale

Exigences

La zone à mesurer doit être définie, par le demandeur du test, en cohérence avec la subdivision du bâtiment effectuée dans le cadre de la réglementation PEB. La zone à mesurer doit couvrir au moins l'ensemble du volume PER ou PEN considéré et ne peut pas couvrir des espaces situés en dehors du volume protégé (VP), comme des espaces adjacents non-chauffés.

La zone effectivement mesurée doit être décrite de façon claire et précise dans le rapport d'essai par l'opérateur de mesure. Les plans du bâtiment (plans¹ des étages et coupes), indiquant clairement les limites de la zone mesurée, peuvent être annexés au rapport.

Recommandations

Dans la plupart des cas, l'essai d'étanchéité peut être réalisé sur l'ensemble du volume protégé (VP). La zone à mesurer peut donc inclure plusieurs volumes PER ou PEN (Figure 1).

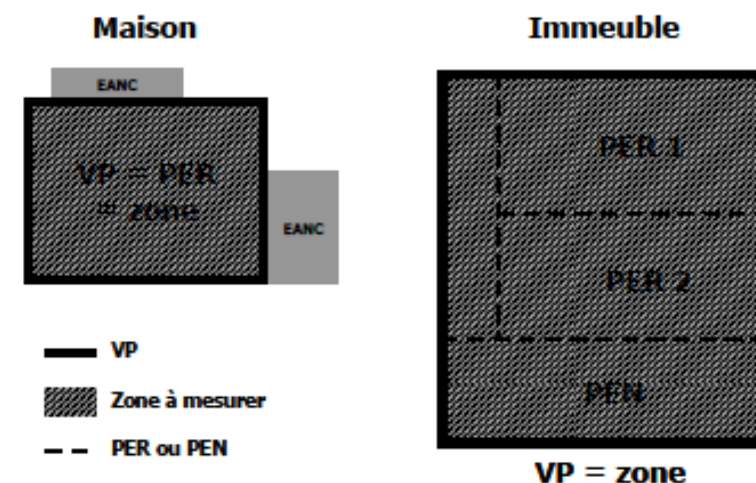


Figure 1 : Schéma de la zone à mesurer (hachuré) correspondant au volume protégé (trait continu), pour le cas d'une maison individuelle ou d'un immeuble (EANC = espace adjacent non-chauffé).

Dans certains cas, la mesure peut néanmoins être réalisée sur une partie seulement du volume protégé, mais toujours au moins sur le volume PER ou PEN considéré (un appartement individuel par exemple, Figure 2).



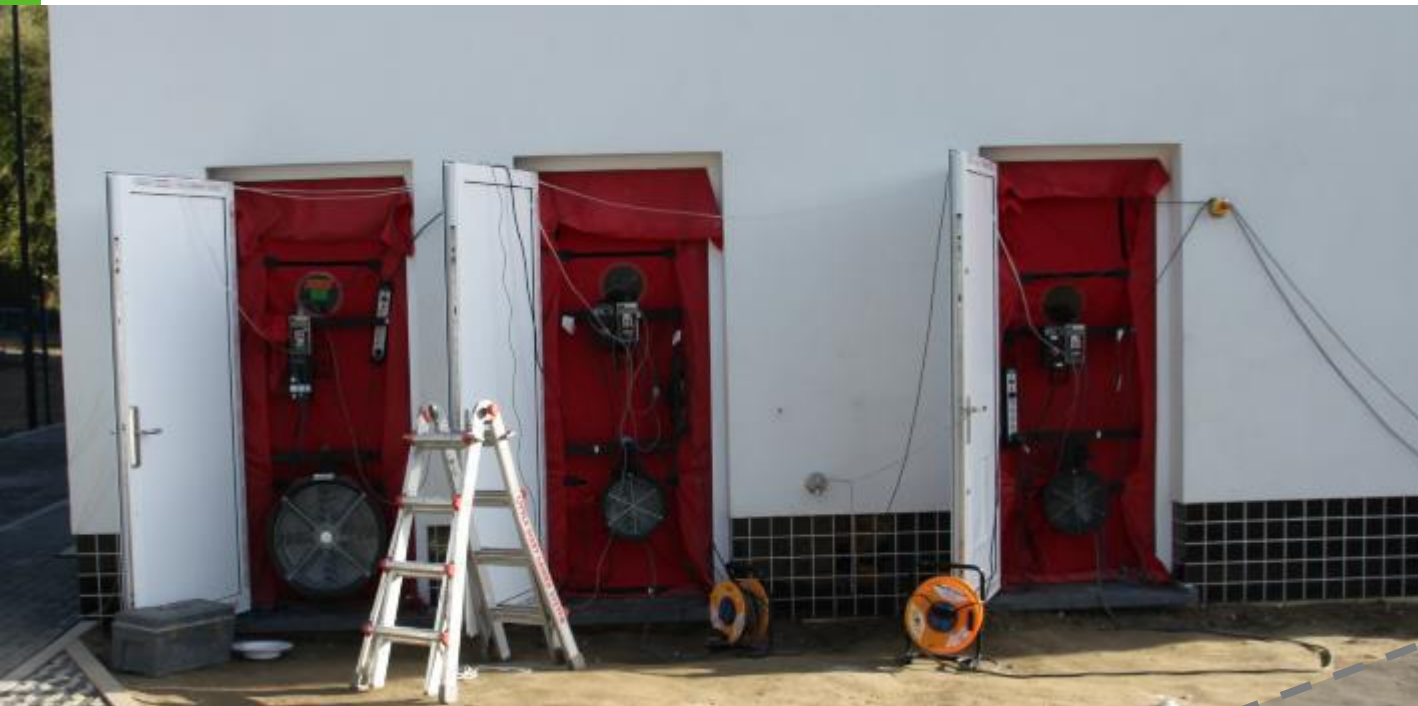
HOE?

Stookruimte

Gaslokaal

Meterlokaal

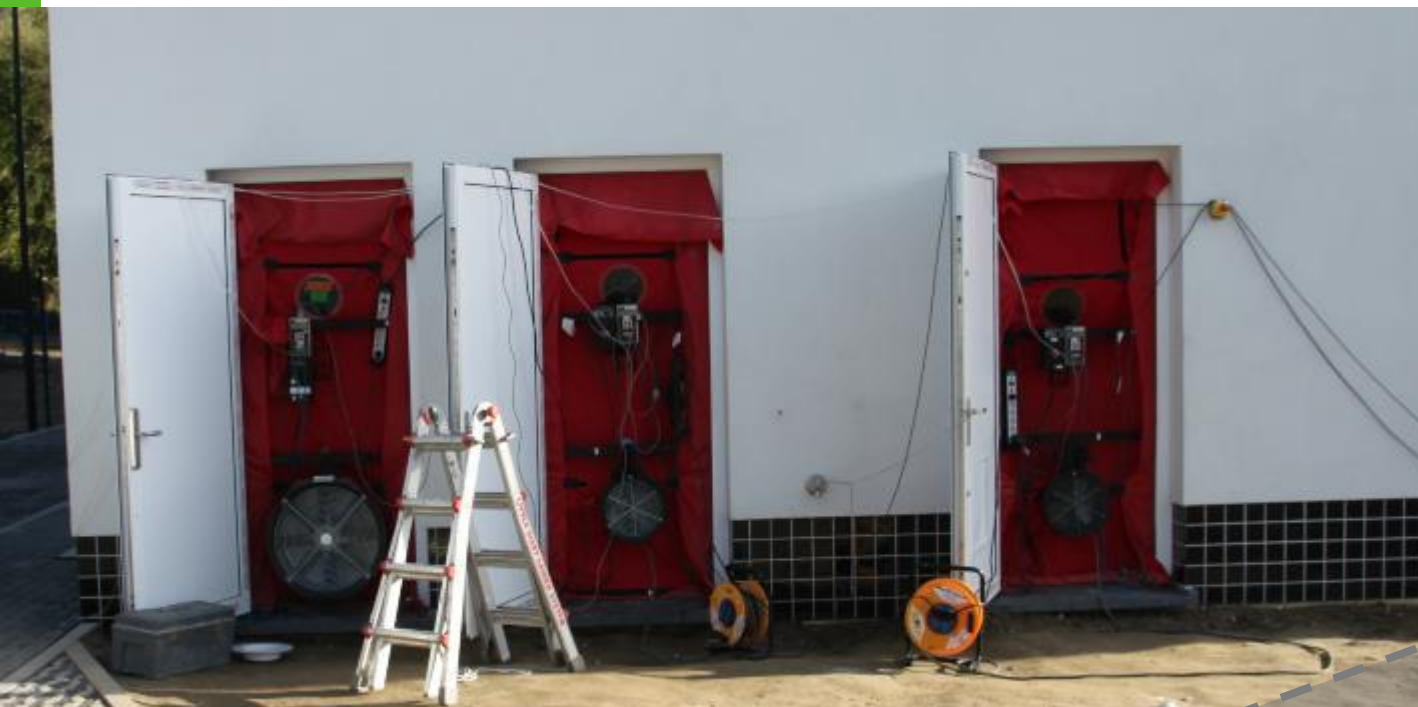




Hoofdzone

*3 op zichzelf
staande
technische
lokalen*





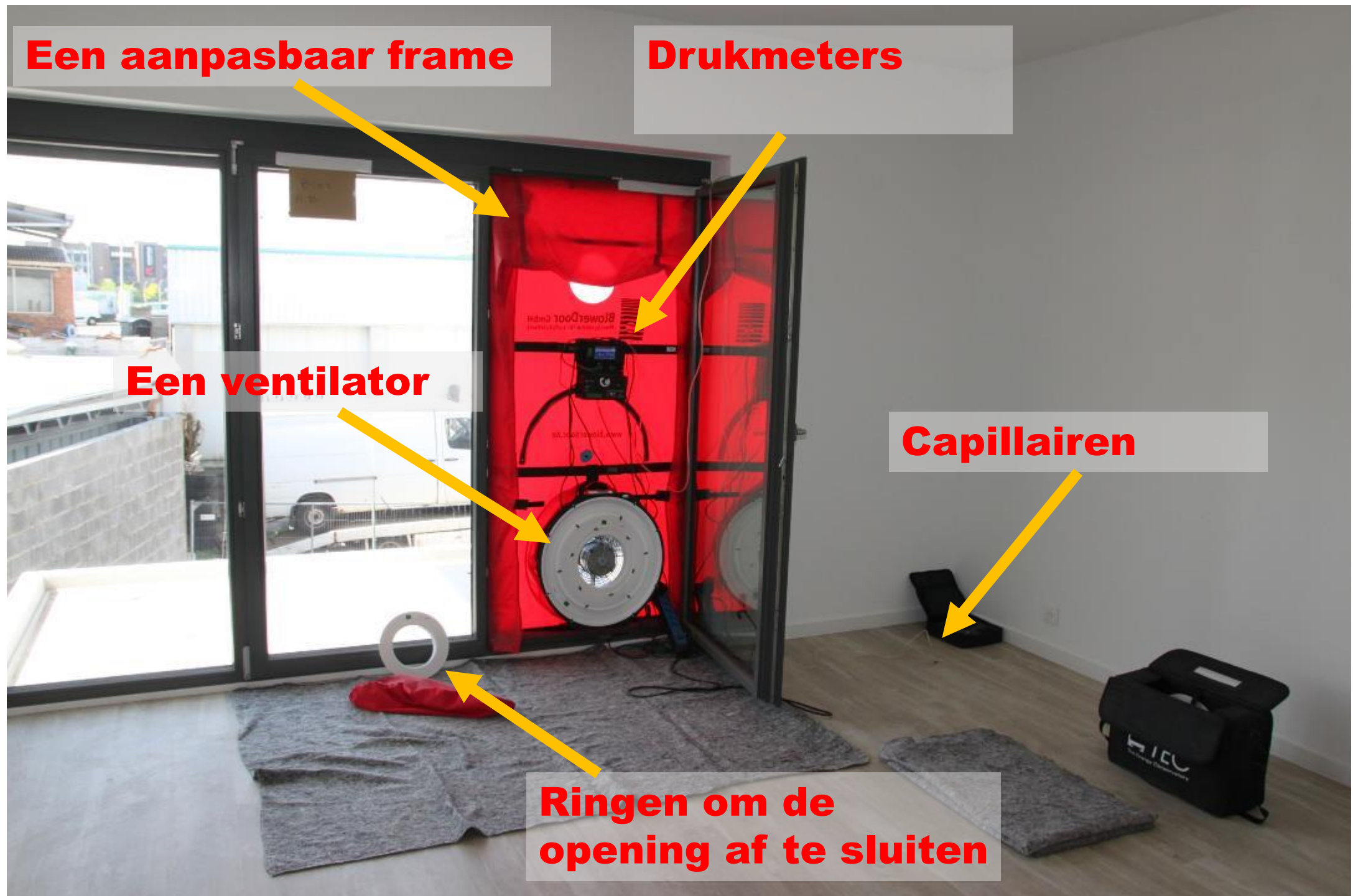
Hoofdzone

*3 op zichzelf
staande
technische
lokalen*



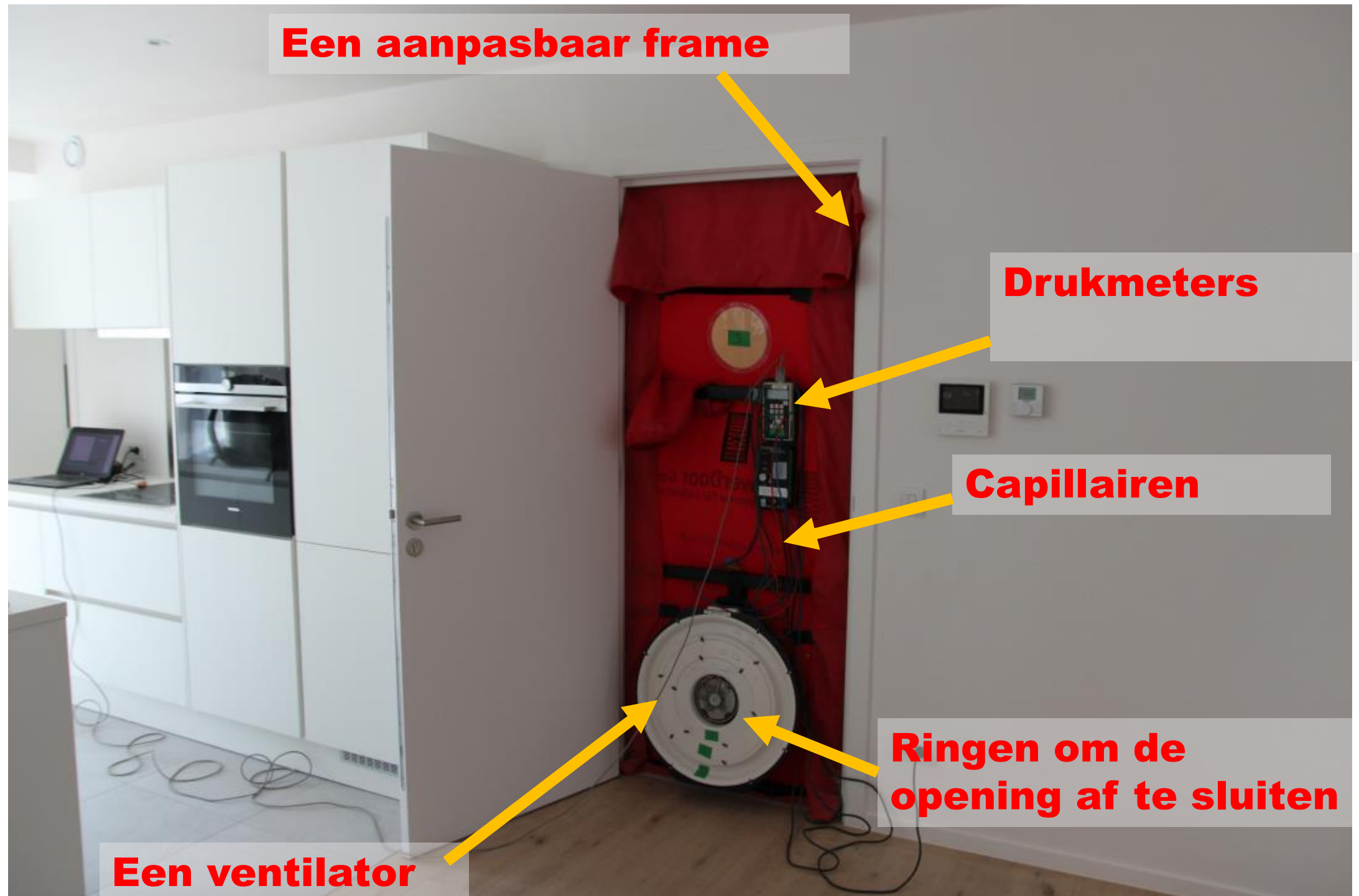


HOE?





HOE?





WELK RESULTAAT?



$$n_{50} = \frac{\textit{debiet}}{\textit{binnenvolume}}$$

$$v_{50} = \frac{\textit{debiet}}{\textit{verliesoppervlakte}}$$

$$\frac{v_{50}}{n_{50}} = \frac{\textit{binnenvolume}}{\textit{verliesoppervlakte}}$$



WELK RESULTAAT?



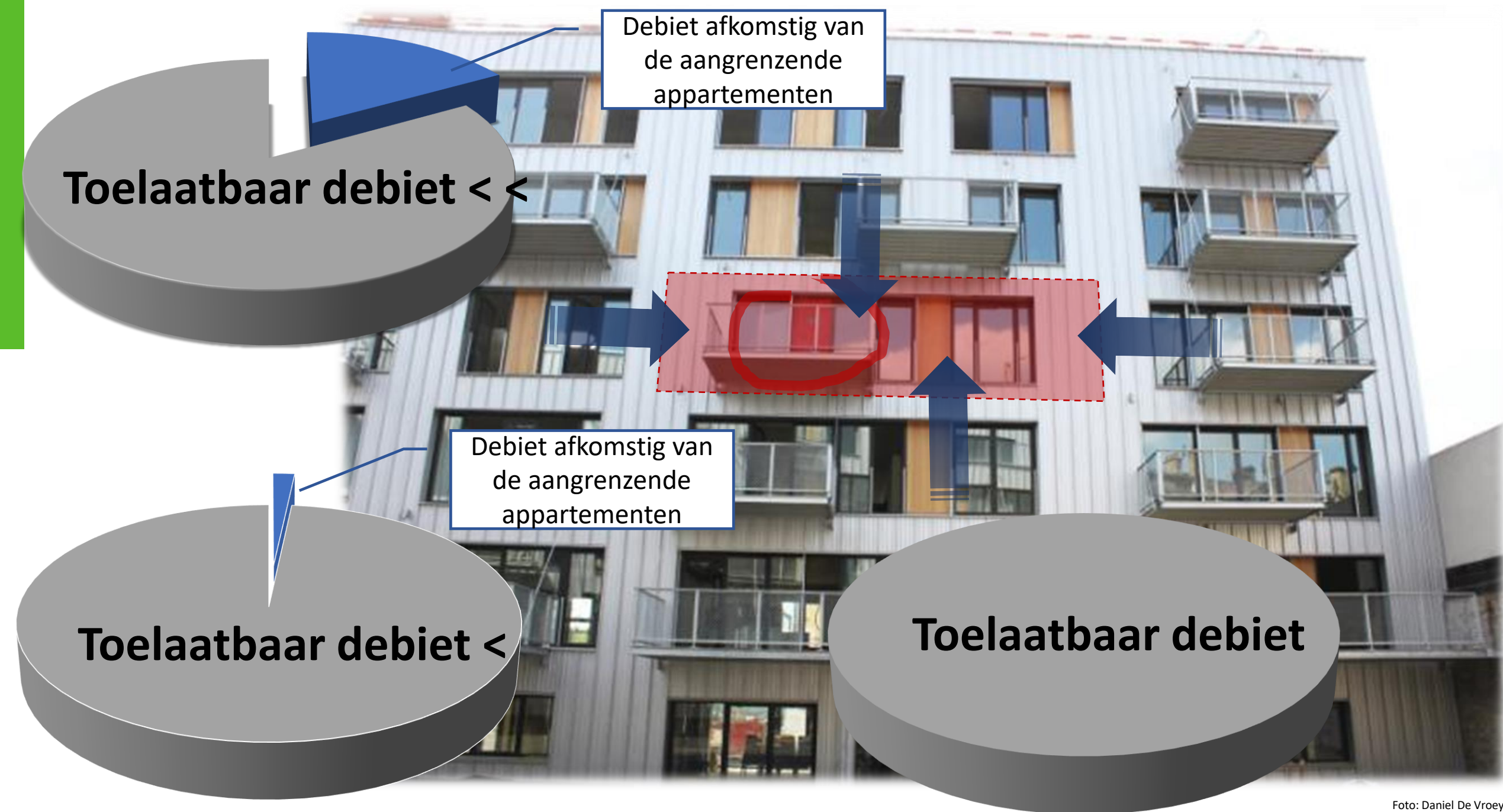


WELK RESULTAAT?

Bovenverdieping $v_{50} = \frac{\textit{debiet}}{\textit{verliesopp.}}$

Benedenverdieping $v_{50} = \frac{\textit{debiet}}{\textit{verliesopp.}}$

Meting per eenheid



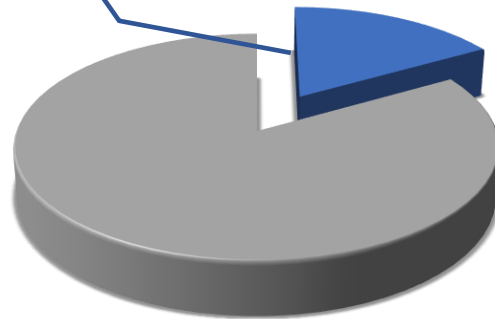


Meting per eenheid

Bij de uitvoering van een meting voor een afzonderlijk appartement wordt er ook rekening gehouden met de luchtstromen afkomstig van de aangrenzende eenheden.

***Dit binnendebiet wordt
verscheidene malen
meegerekend!***

Debiet afkomstig van de
aangrenzende appartementen



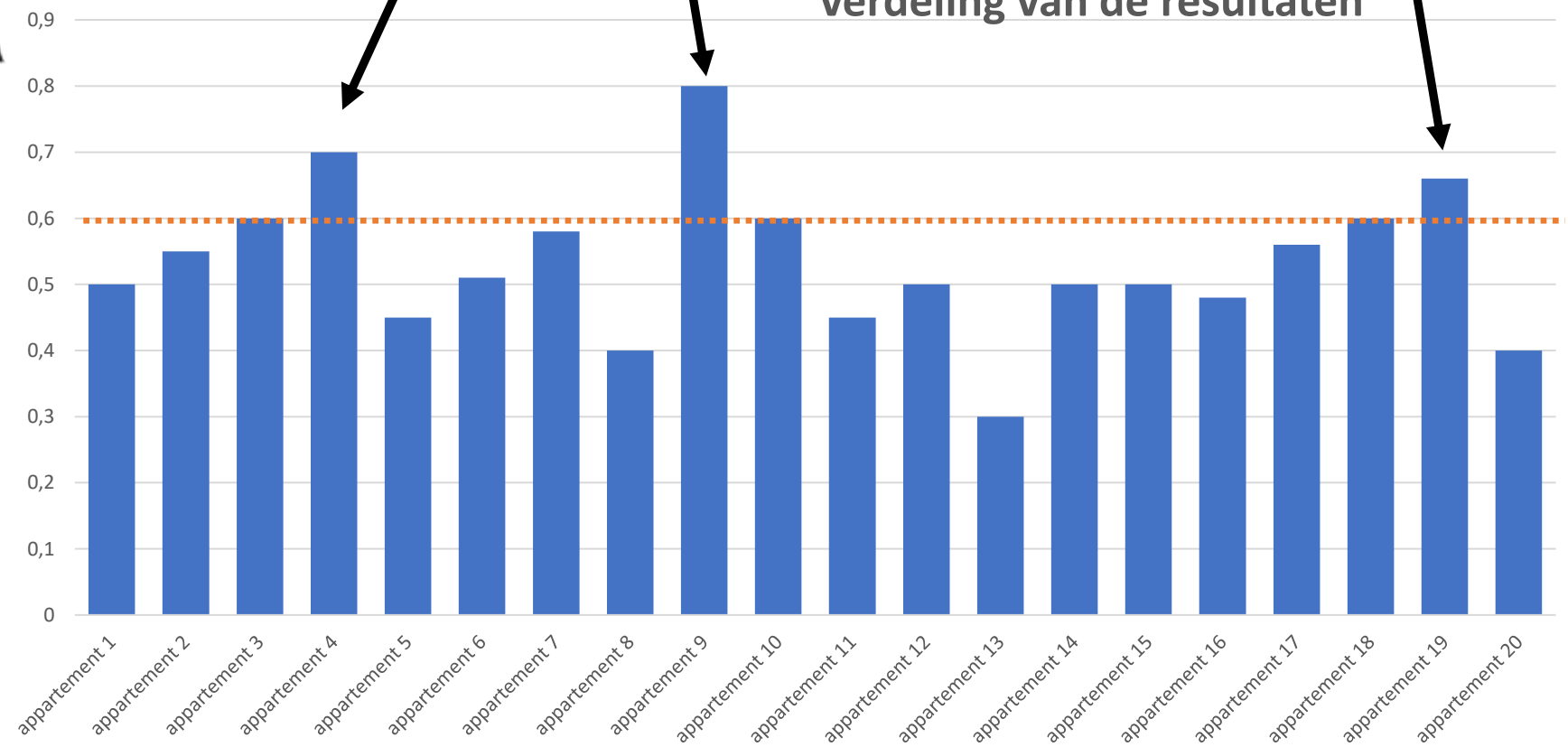


Meting per eenheid



Verscheidene appartementen zijn niet conform!

verdeling van de resultaten



**Aanvaardbaar
niveau**



Globale meting

Verlies verbonden aan de
gemeenschappelijke
delen.

Verlies verbonden aan de
gemeenschappelijke delen.

Toelaatbaar debiet
verbonden aan de
gemeenschappelijke delen.

Toelaatbaar debiet
verbonden aan de appartementen



Globale meting

Soms bevatten de gemeenschappelijke delen elementen die grote luchtstromen met zich meebrengen.

- ☐ **Liften**
- ☐ **Brievenbussen**
- ☐ **Voordeur**
- ☐ **Toegang tot parking**
- ☐ **Technische kokers**
- ☐ **Enz.**

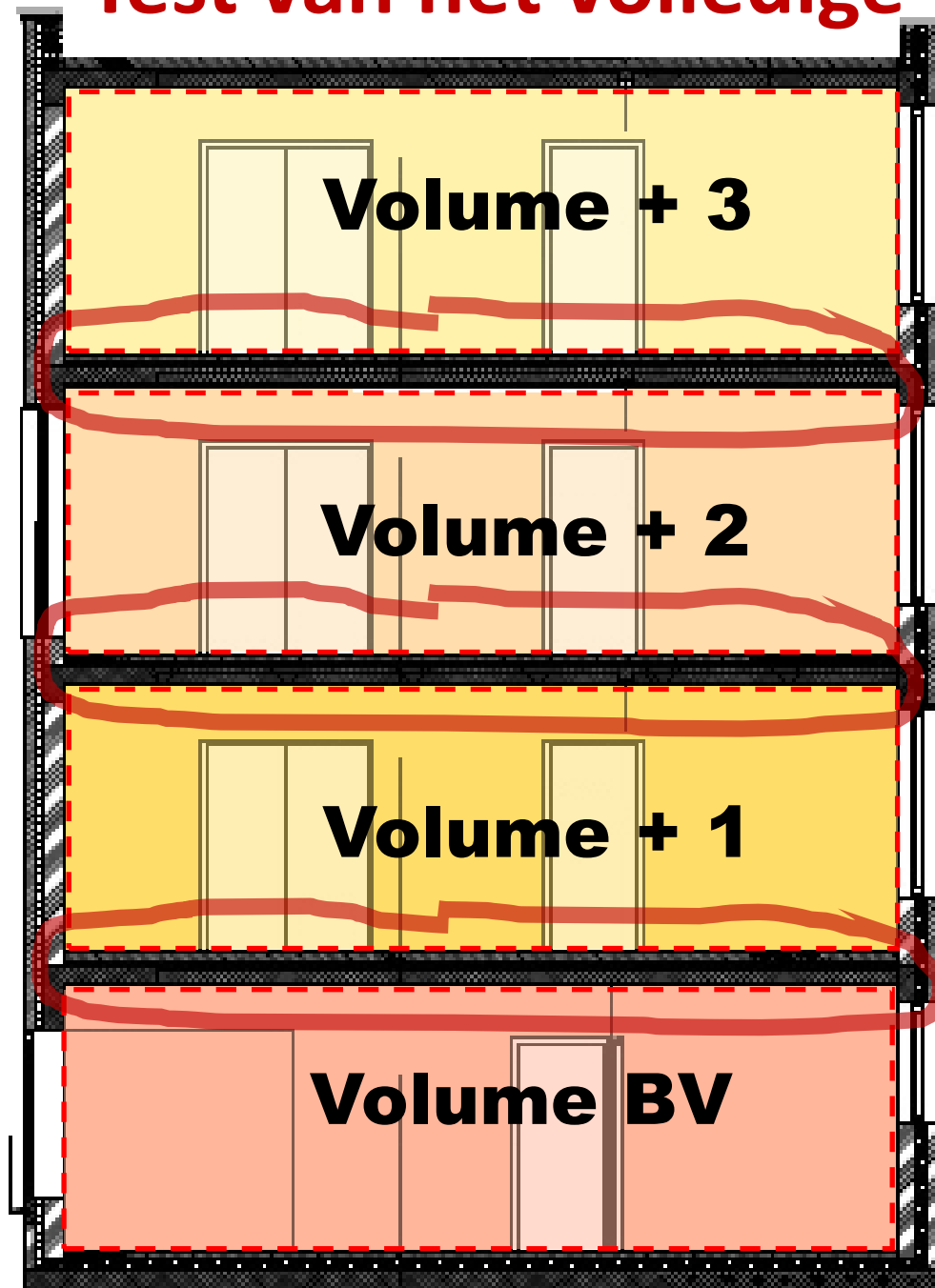
***Verdraaid!
Anticiperen is
werkelijk
noodzakelijk!***





STRATEGIE

Test van het volledige volume.



Globale meting



Bijkomend toelaatbaar debiet
gezien het grotere beschouwde
volume.



STRATEGIE

Globale meting Meting per eenheid

Eerst bepalen wat er moet worden gemeten!

De uitvoeringsstrategie kan erdoor beïnvloed worden. . .

Bijkomend toelaatbaar debiet gezien het grotere beschouwde volume.

Toelaatbaar debiet
verbonden aan de appartementen



STRATEGIE

Globale meting Meting per eenheid

De spelregels leer je best niet pas op het einde!!

...





RISICOANALYSE

Bouwsystemen

Volle lichamen

Luchtdichte

Poreuze

Holle lichamen

Technische kokers

Dichte materialen

Pleisterwerk, massief hout, kleefmiddelen, vol beton, . . .

Welk resultaat?

Wat meten?

Organisatie

Strategie

Communicatie



STRATEGIE

Eengezinswoning

Dakgeraamte

Garage

Rooster in raamwerk

Appartement

Overloopdeur

Technische koker

Raamwerk

Woongebouw

Liften

Technische lokalen

Geventileerde technische kokers

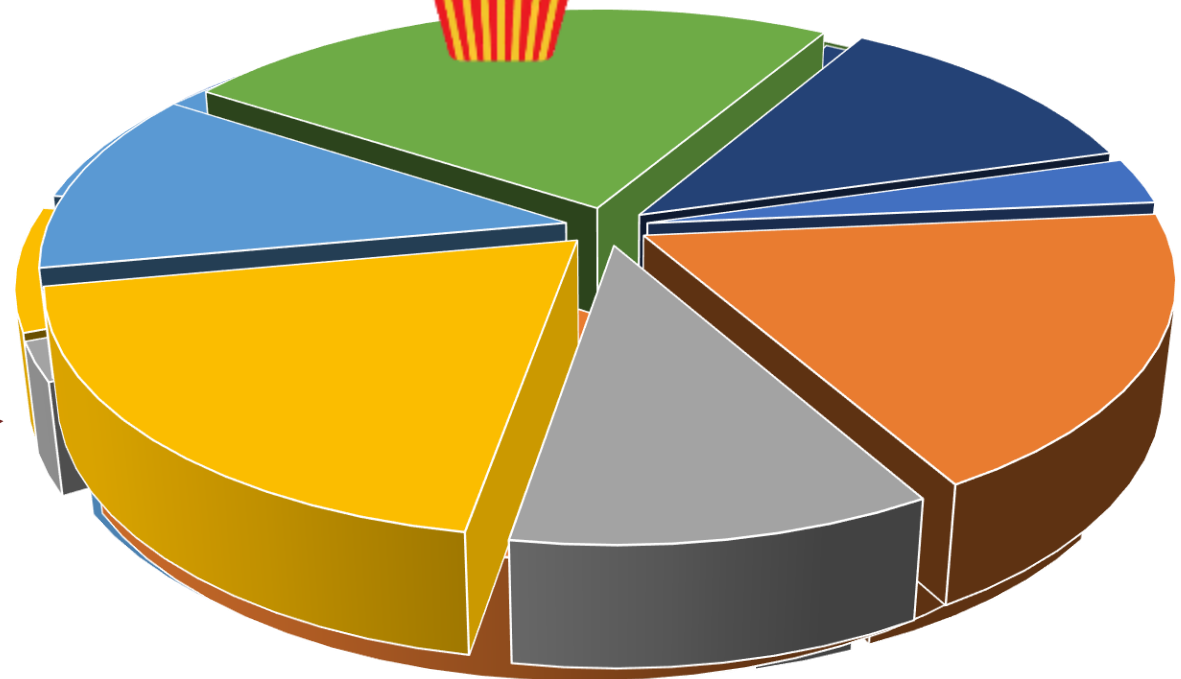
Kantoorgebouw

Technische lokalen

Draaideur

Geventileerde technische kokers

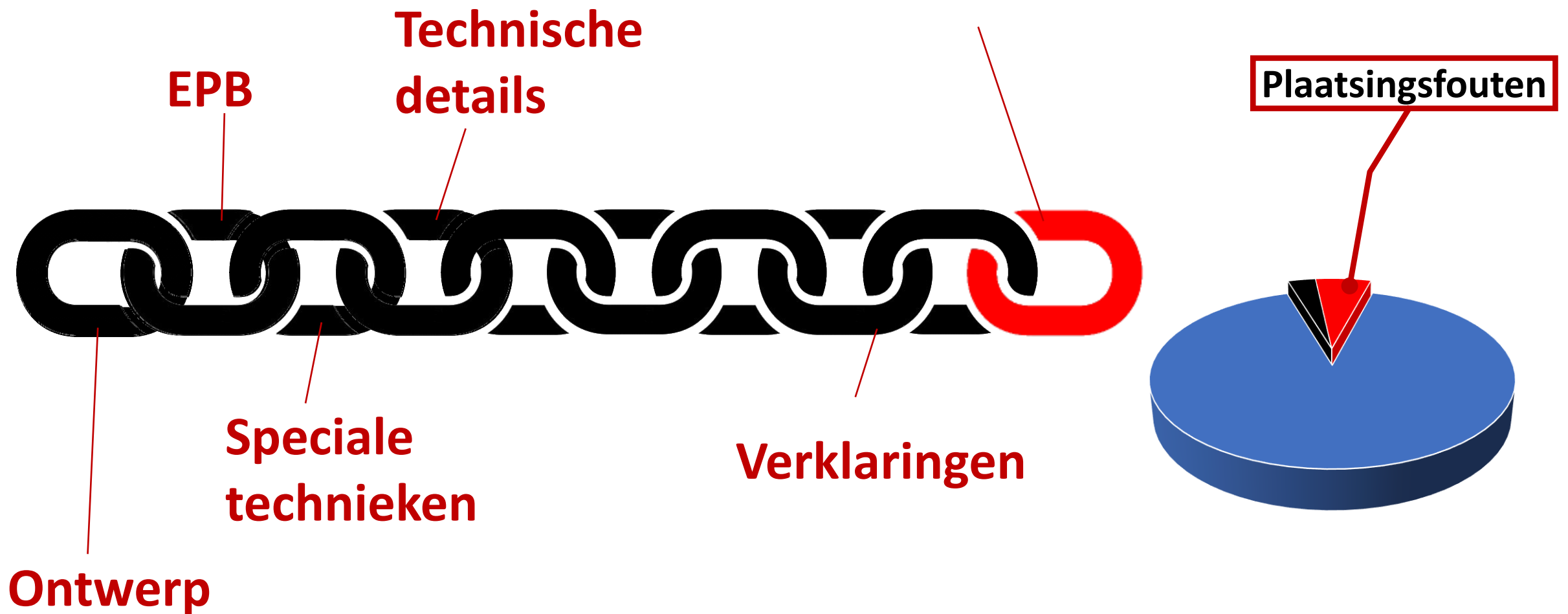
Analyse van de ingrediënten





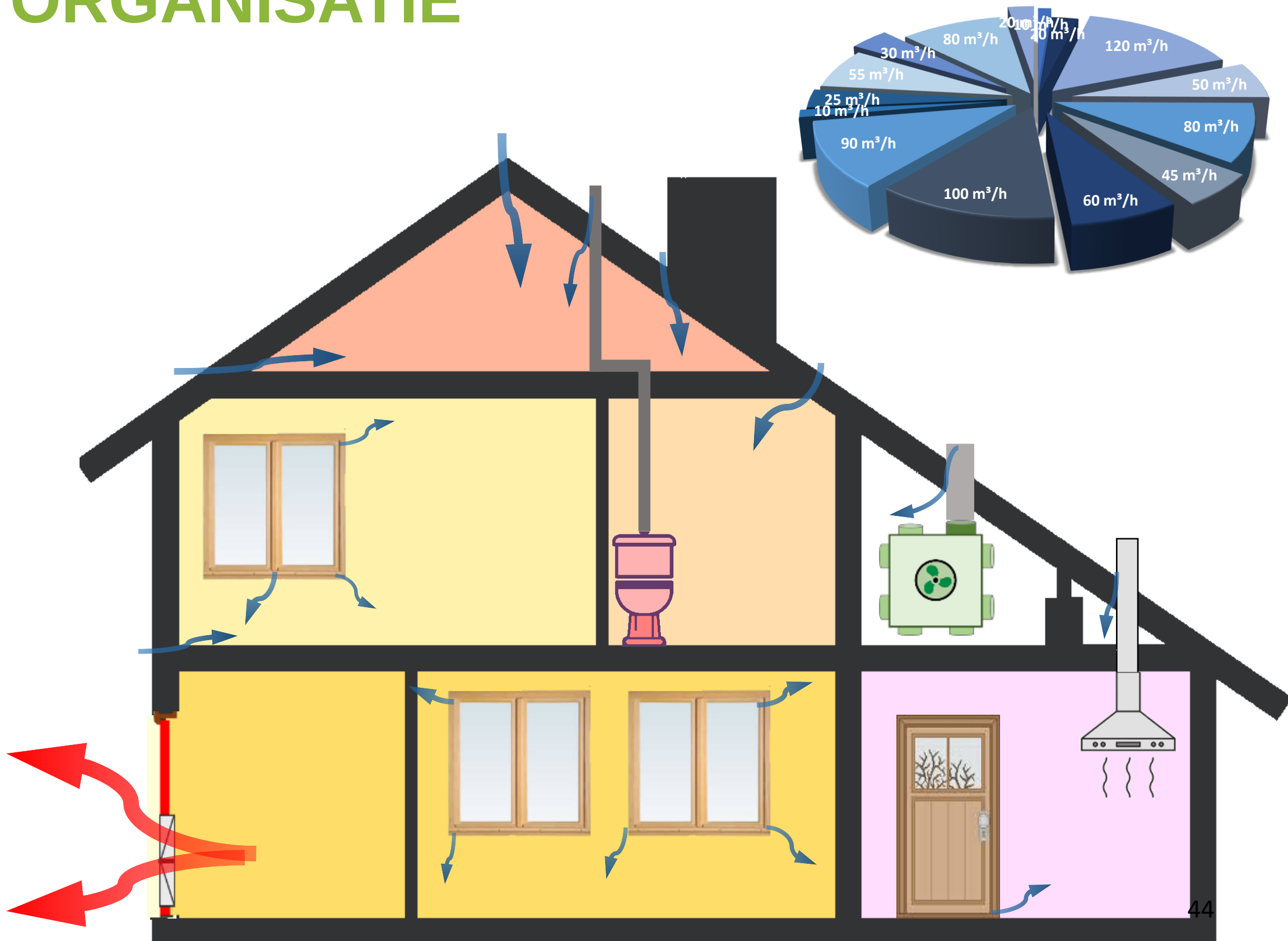
STRATEGIE

UITVOERING





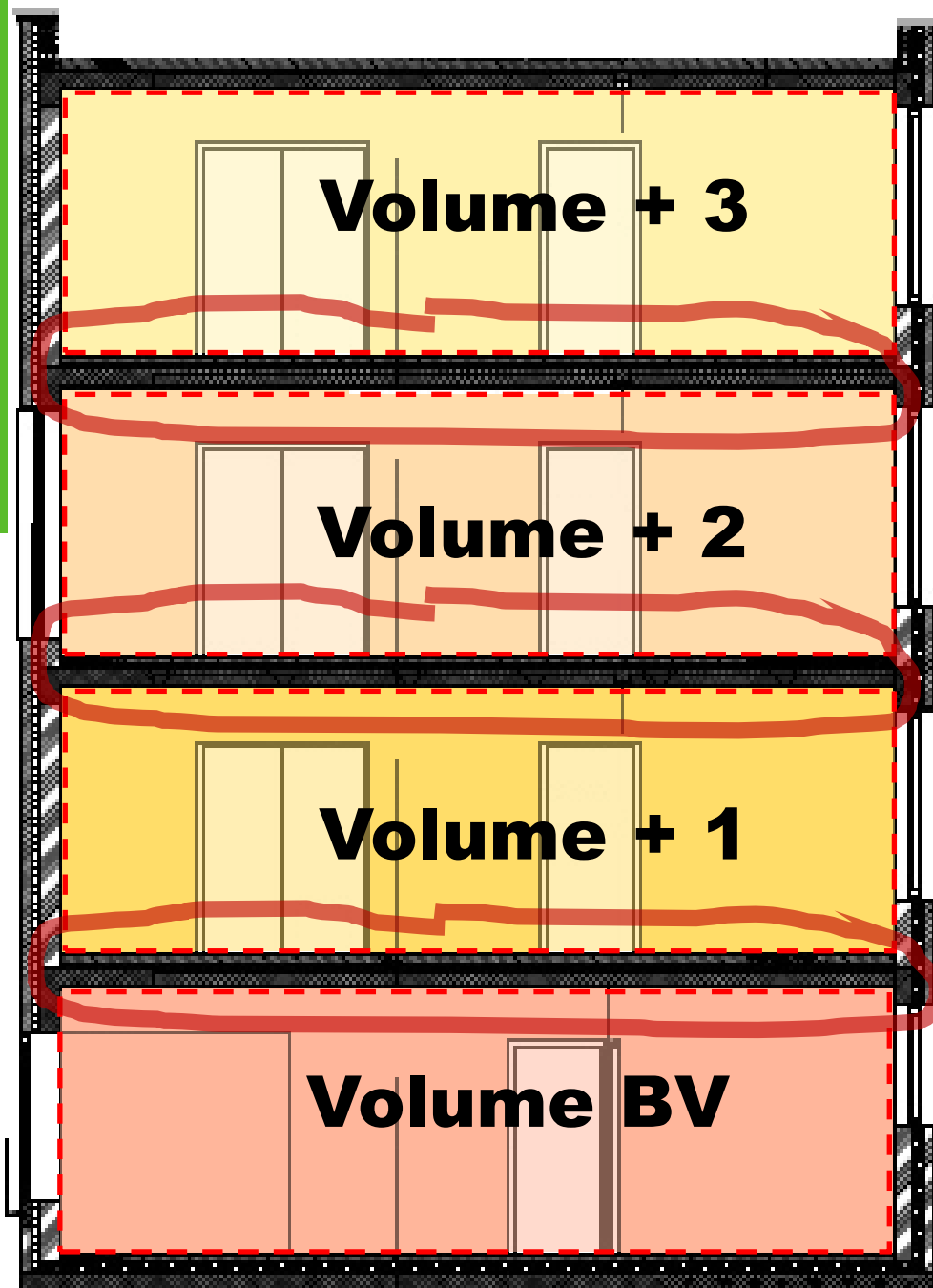
ORGANISATIE





WAT METEN?

Test van het volledige volume.

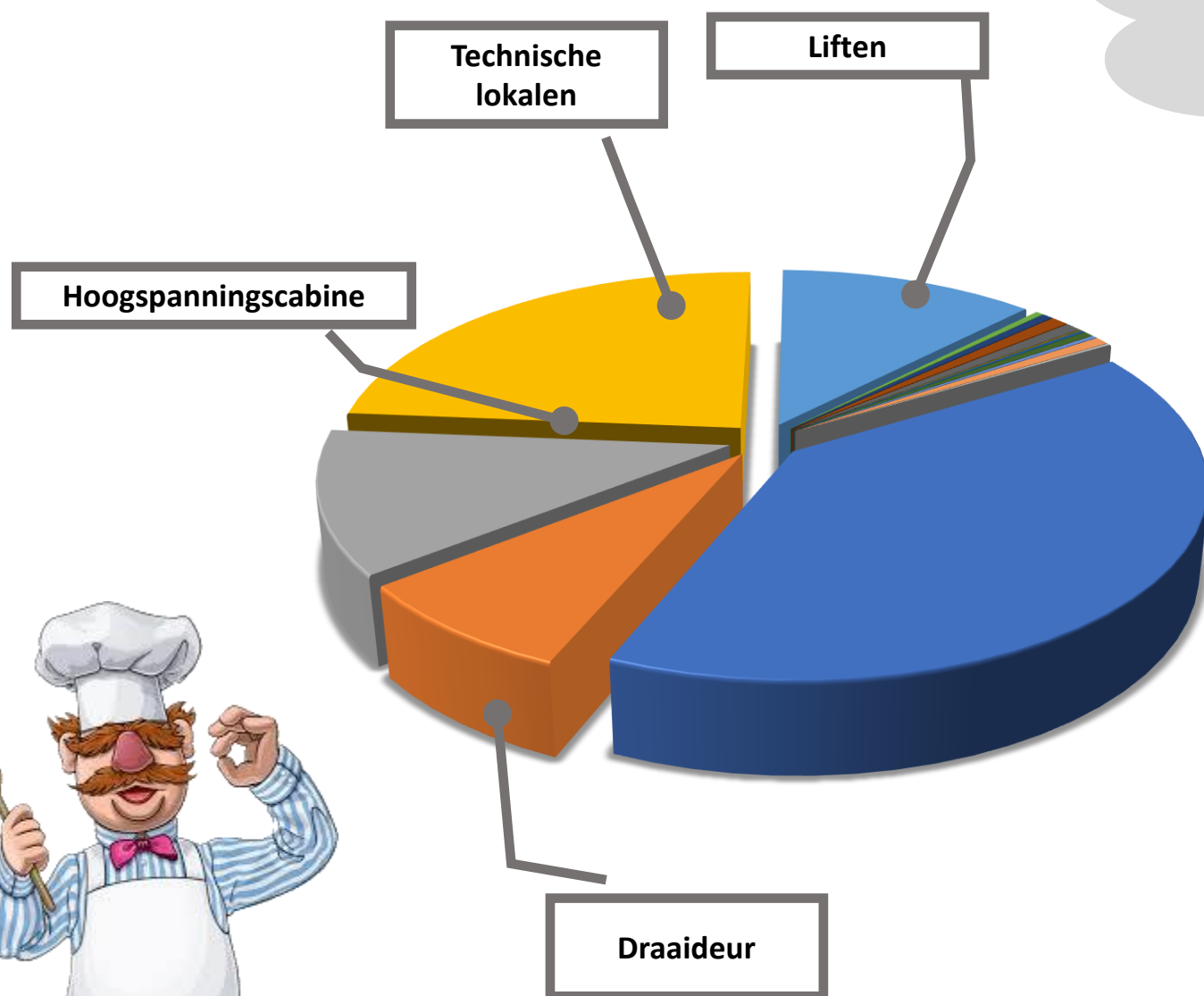


Bijkomend toelaatbaar debiet
gezien het grotere
beschouwde volume.





WAT METEN?



Het volume is zo groot dat één zwak punt niet meteen gevolgen heeft.





SCHRIJNWERK

*norme belge
enregistrée*

NBN EN 12207

1e éd., février 2000

Indice de classement : B 25

**Norm inzake de
luchtdoorlatendheid
van het
buitenschrijnwerk**



Fenêtres et portes - Perméabilité à l'air - Classification

Classificatie

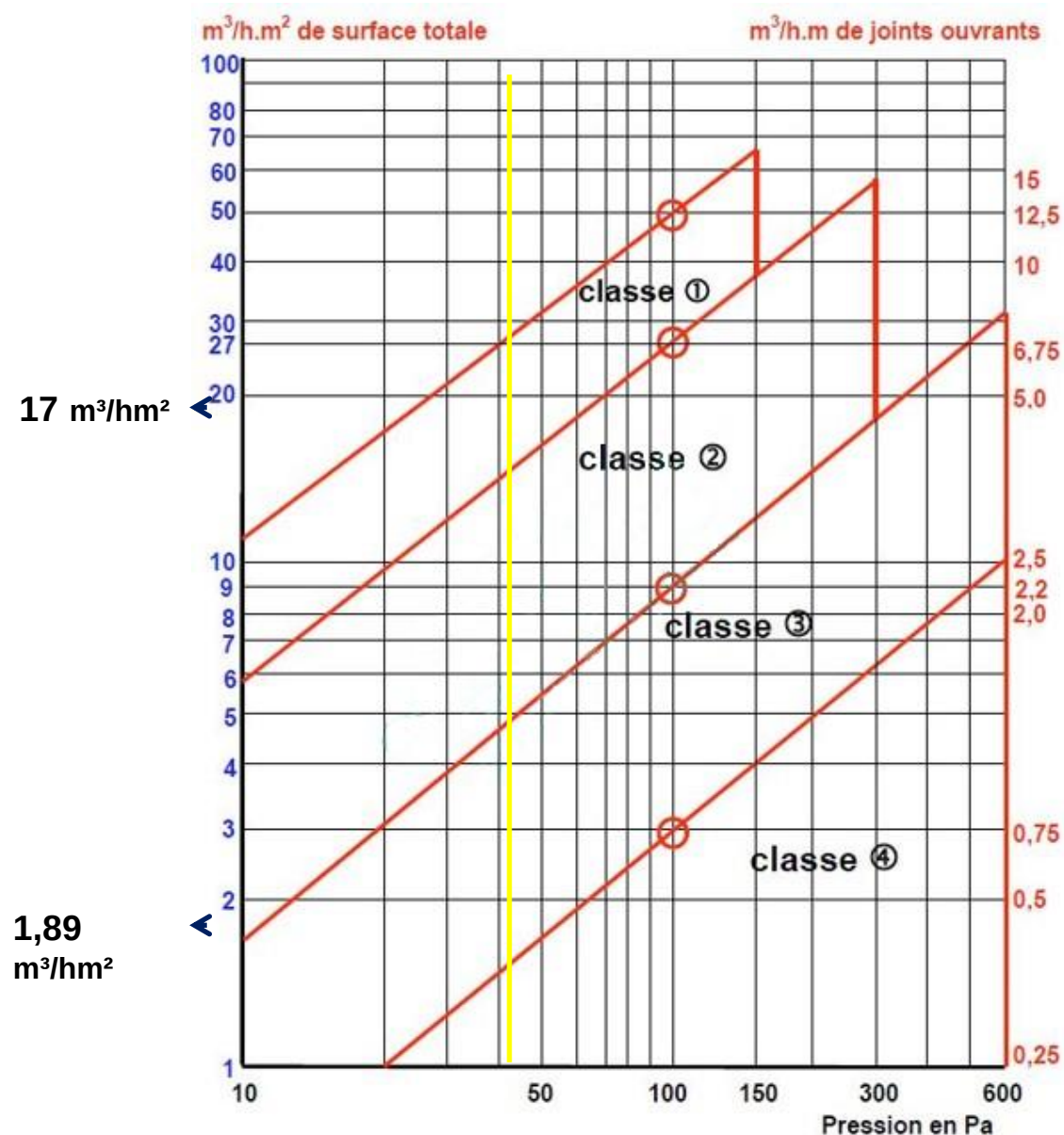
Voorbeeld:

Klasse 2

17 m³/hm²

Klasse 4

1,89 m³/hm²



NBN EN 12207... Februari 2000

Ramen en deuren – Luchtdoorlatendheid -
Classificatie.



**Voorbeeldgebouw van mijn
vriend Julien Kessler
(architect)**

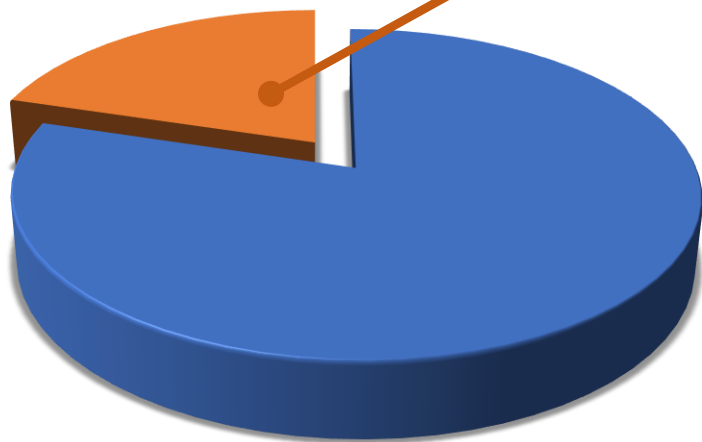
**Totale oppervlakte
buitenschrijnwerk **73 m²****

Passiefgebouw, $n_{50} = 0,6$

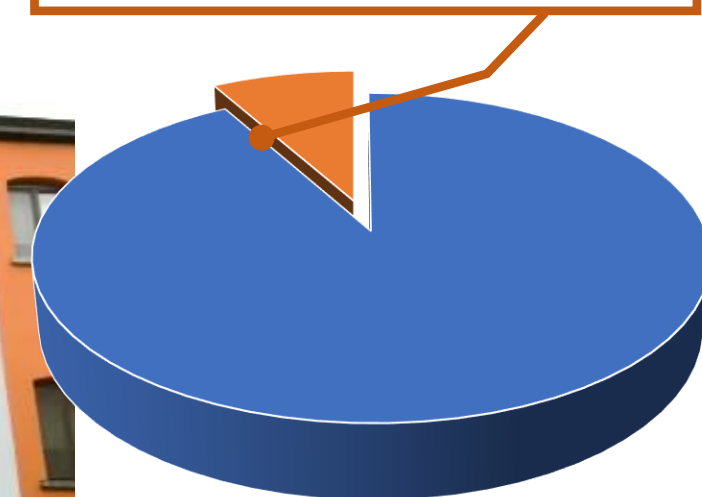
Binnenvolume 1.132 m³

**Maximumdebiet = $0,6 \times 1.132$
= 680 m³/h**

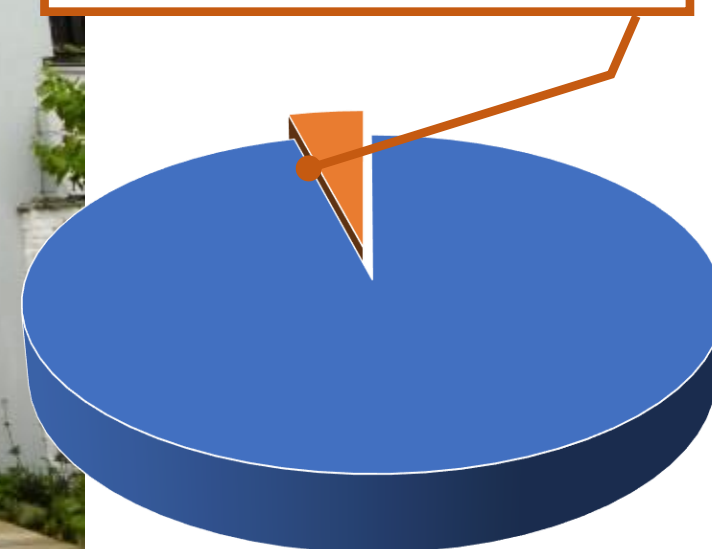
**Raamwerk max. 1,9 m³/hm²
Toelaatbaar verlies 20 %**



**Raamwerk max. 0,76 m³/hm²
Toelaatbaar verlies 8 %**



**Raamwerk max. 0,38 m³/hm²
Toelaatbaar verlies 4 %**





$$n_{50} = 0,6$$

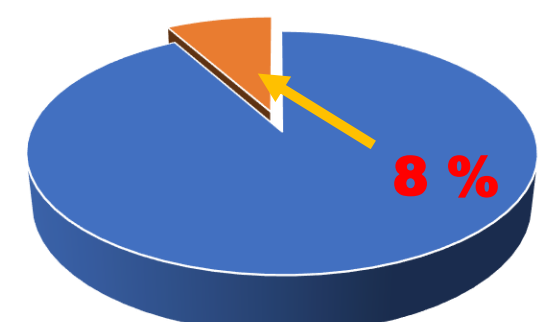
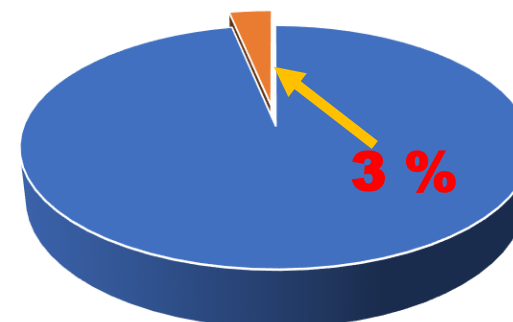
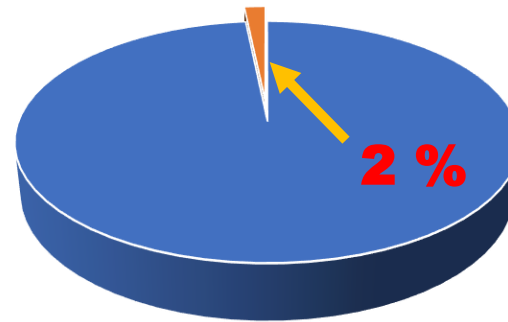
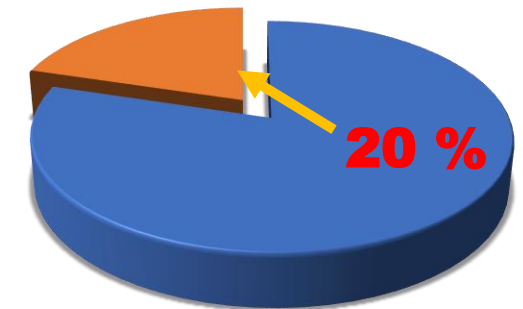
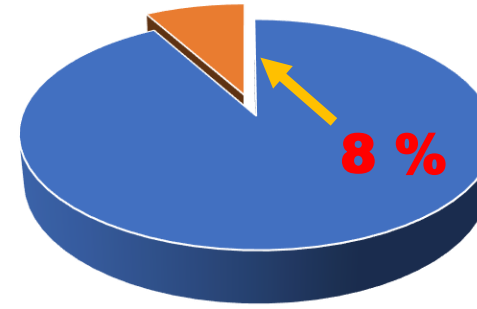
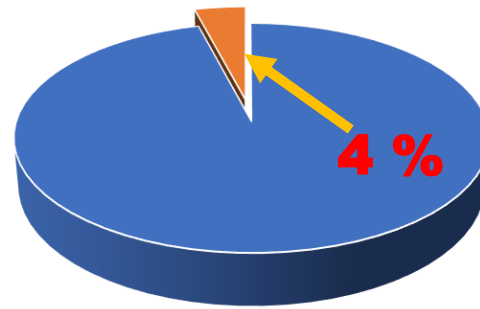
Max.debiet = binnenvolume x
0,6

d.w.z. **680 m³/h**

$$n_{50} = 1,5$$

Max.debiet = binnenvolume x
0,6

d.w.z. **1.700 m³/h**



Klasse 6

max. 0,38 m³/hm²

Klasse 5

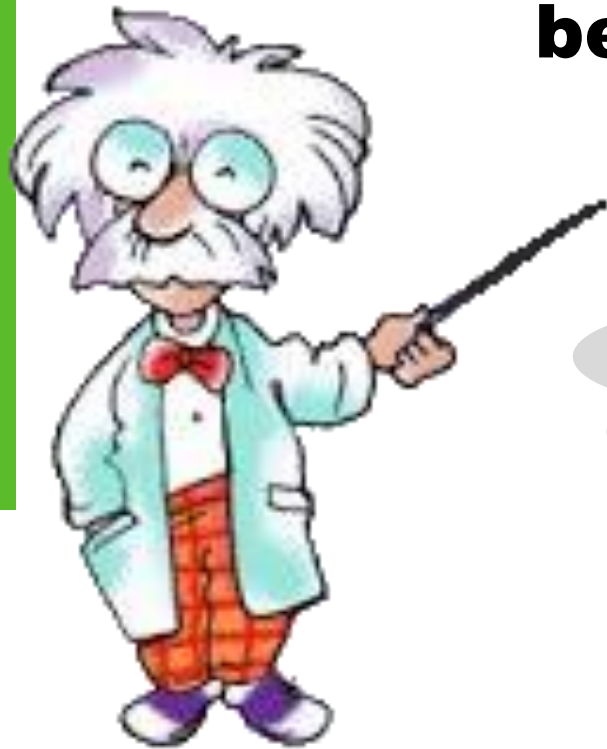
max. 0,76 m³/hm²

Klasse 4

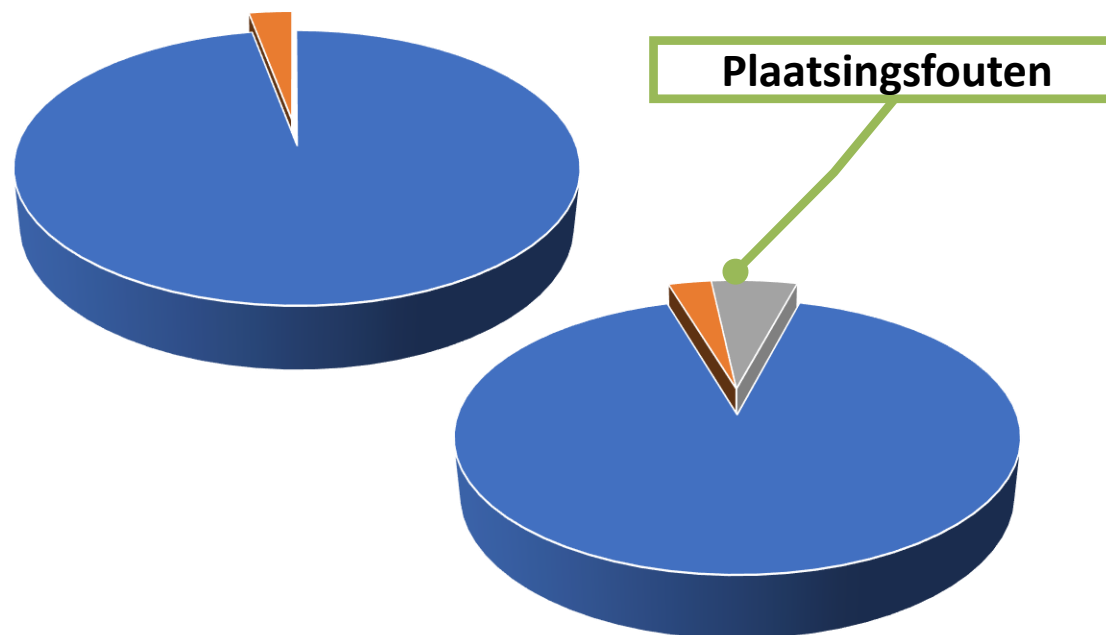
max. 1,9 m³/hm²



De installatie van het schrijnwerk beïnvloedt de prestaties ervan!



De gegevens van de fabrikant volstaan dus niet als basis. . .



DE VOORDEUREN: WAAR DE PRESSURISATIEAPPARATUUR INSTALLEREN



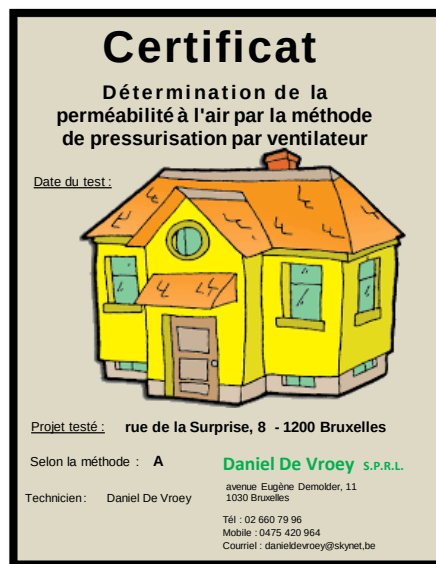
$100 \text{ m}^3/\text{h}$





VOORDEUREN

DE VOORDEUREN: WAAR DE PRESSURISATIEAPPARATUUR INSTALLEREN



Debie
t
583 m³/h

Luchtdicht raam



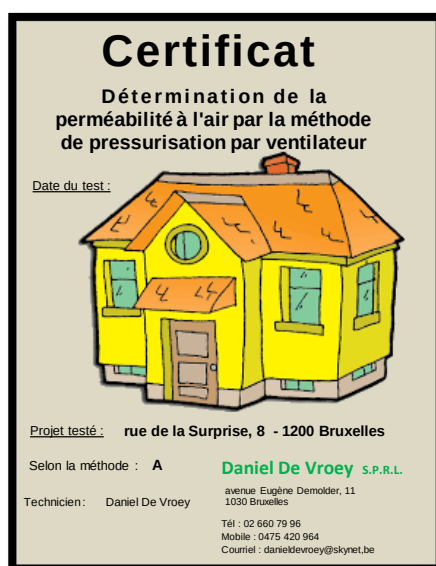
Debie
t
483 m³/h

Voordeur



VOORDEUREN

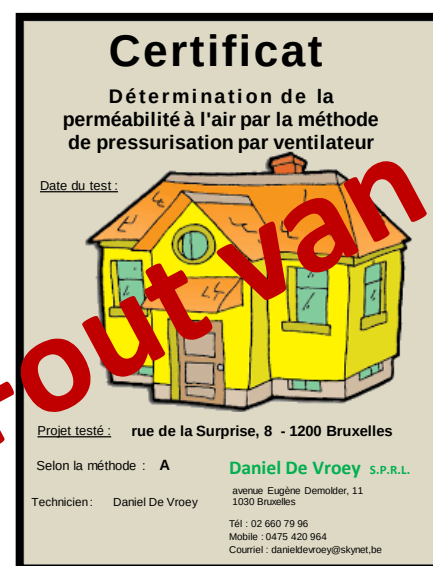
DE VOORDEUREN: WAAR DE PRESSURISATIEAPPARATUUR INSTALLEREN



Debiet

156 m³/h

Luchtdicht raam



Fout van 80 %



Debiet

86 m³/h

Voordeur



VOORDEUREN

Van alle schrijnwerk zijn deuren meestal het minst performant!



*Hun bijdrage tot het
warmteverlies is dan ook
aanzienlijk.*

*Vooral bij een klein
volume!*





VOORDEUREN

Volume van 230 m^3
**0,6-maal
het volume**
Toelaatbaar debiet
 $138 \text{ m}^3/\text{h}$



Appartement van 230 m^3

Maximaal $138 \text{ m}^3/\text{h}$

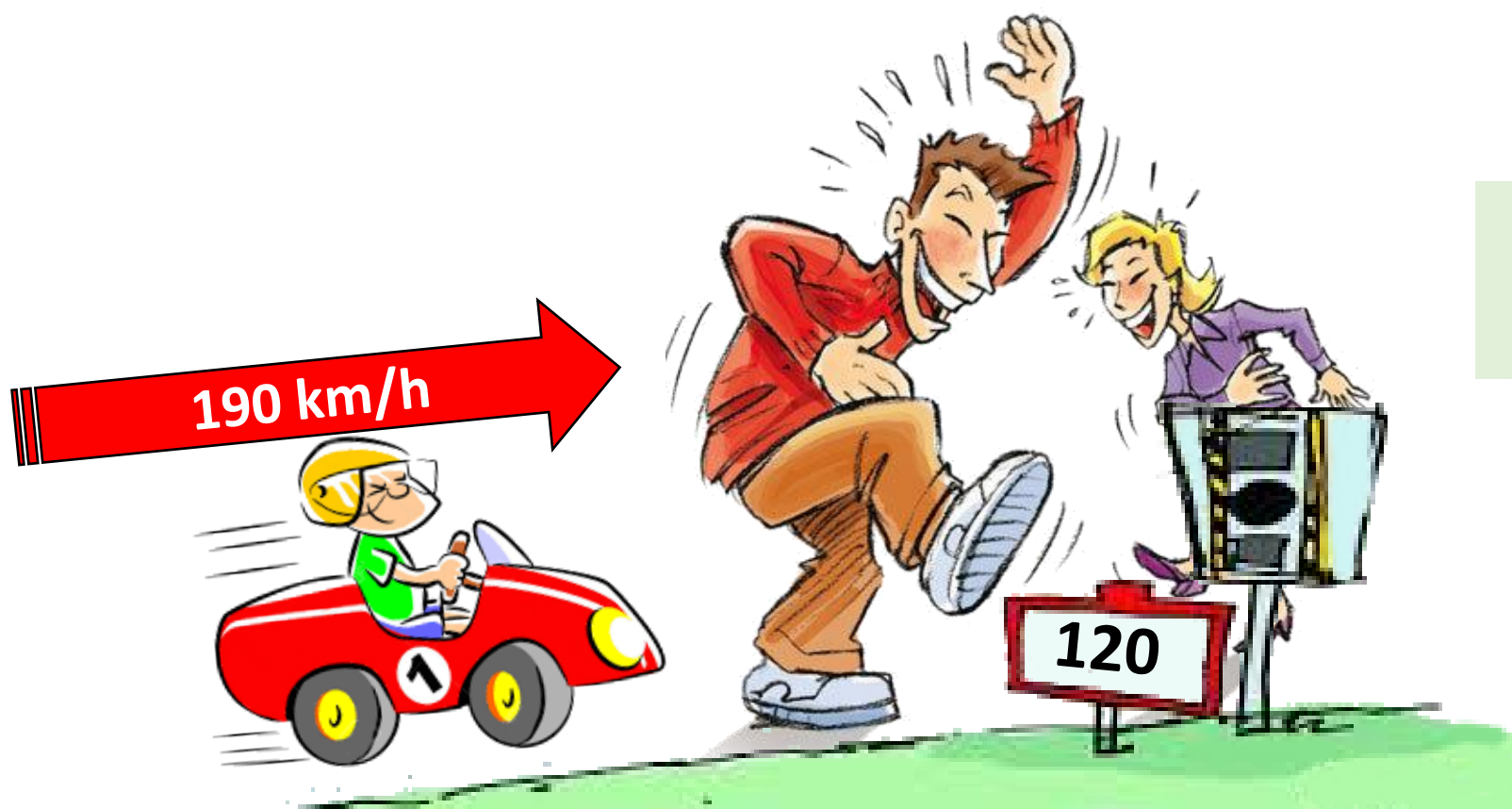


Appartement van 85 m^2

Hoogte onder plafond $2,7 \text{ m}$



VOORDEUREN



**Weinig dichte deur
Debiet van 80 m³/h**

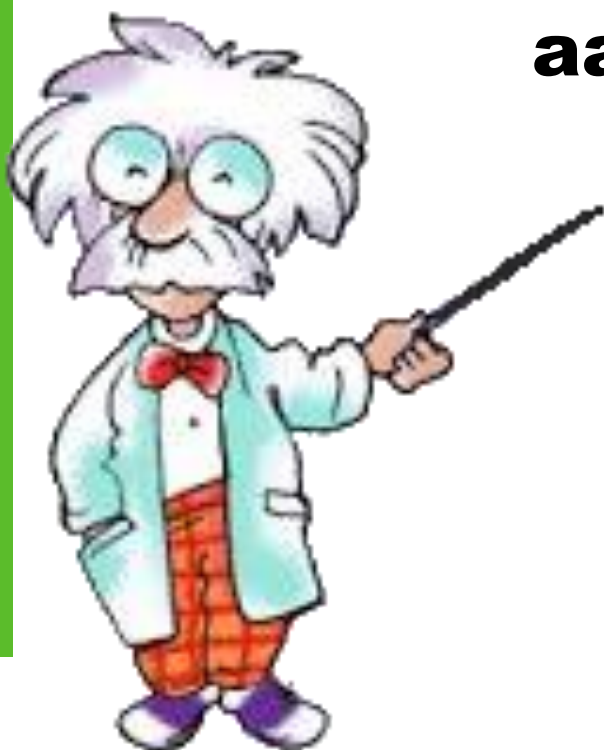


débit mesuré	perte de la porte	débit de fuite réel	erreur systématique	n ₅₀ réel [m ³ /hm ³]
138 m ³ /h	30 m ³ /h	168 m ³ /h	-22 %	0,73
138 m ³ /h	80 m ³ /h	218 m ³ /h	-58 %	0,95

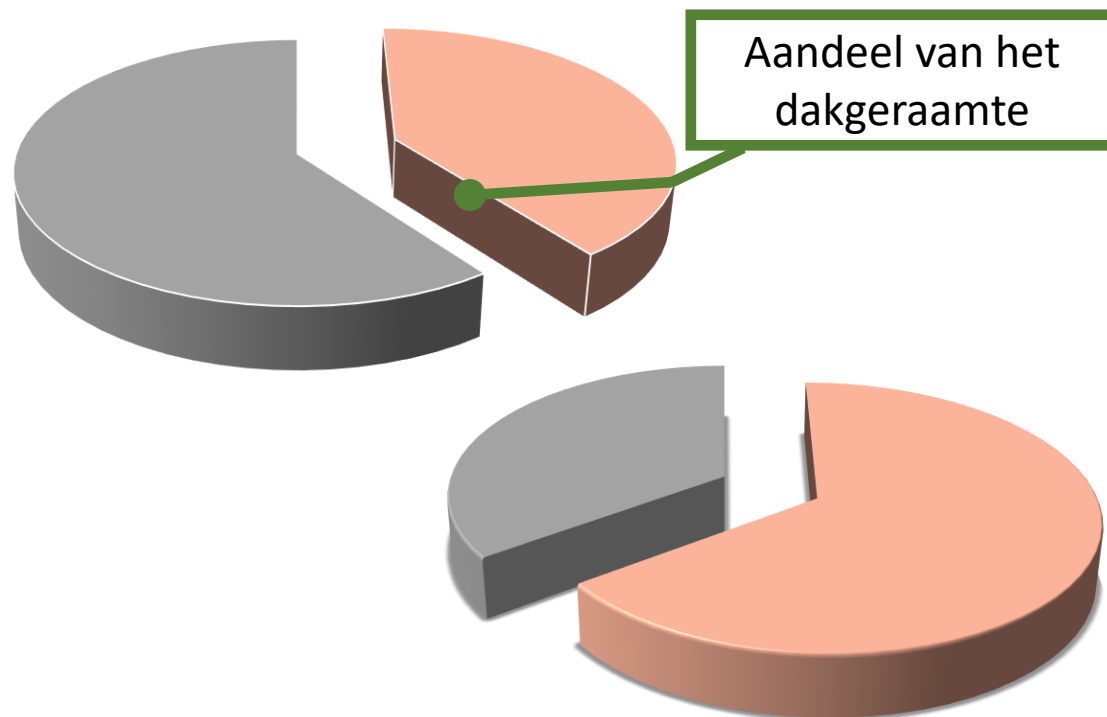


HELLENDE DAKEN

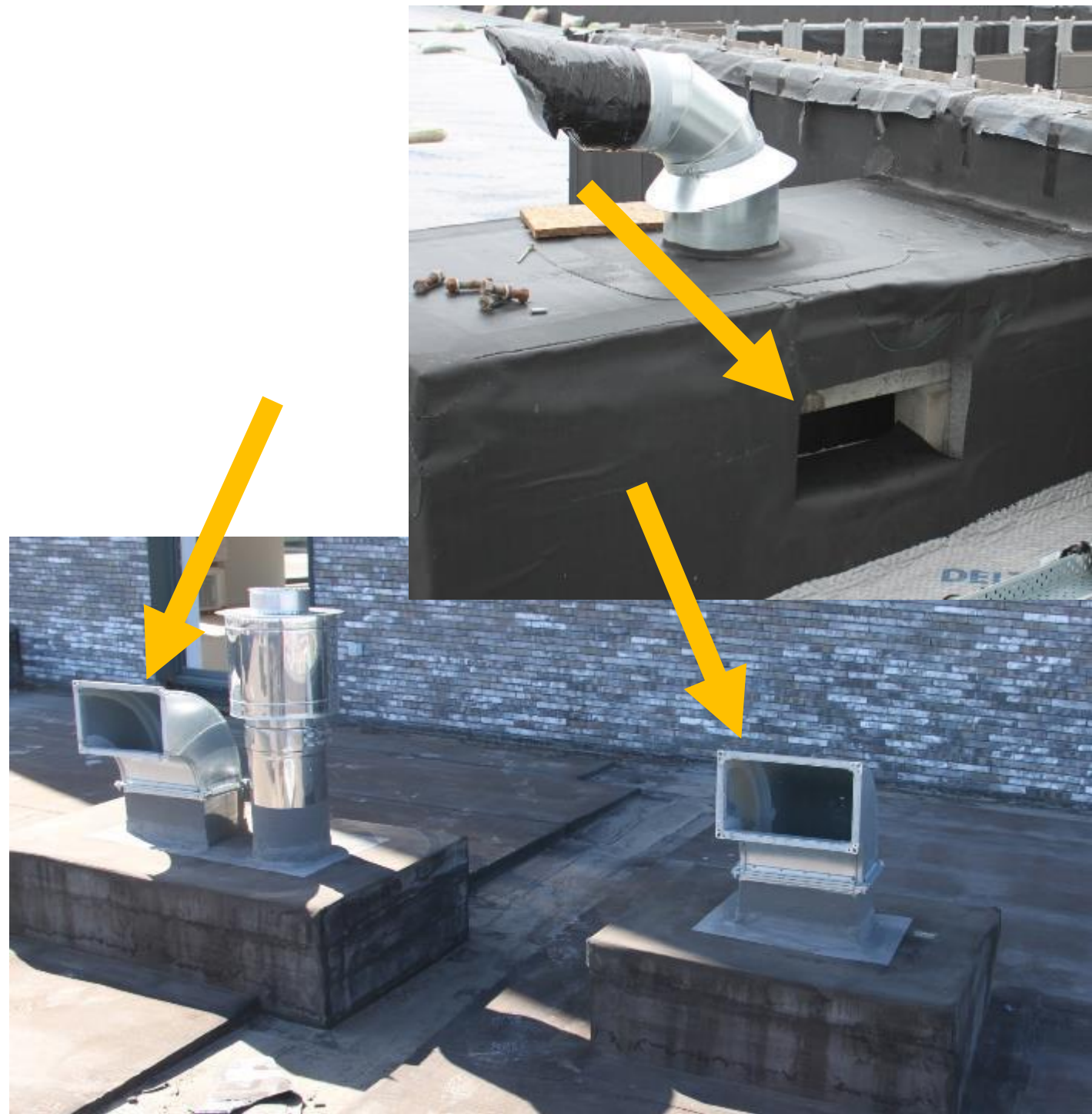
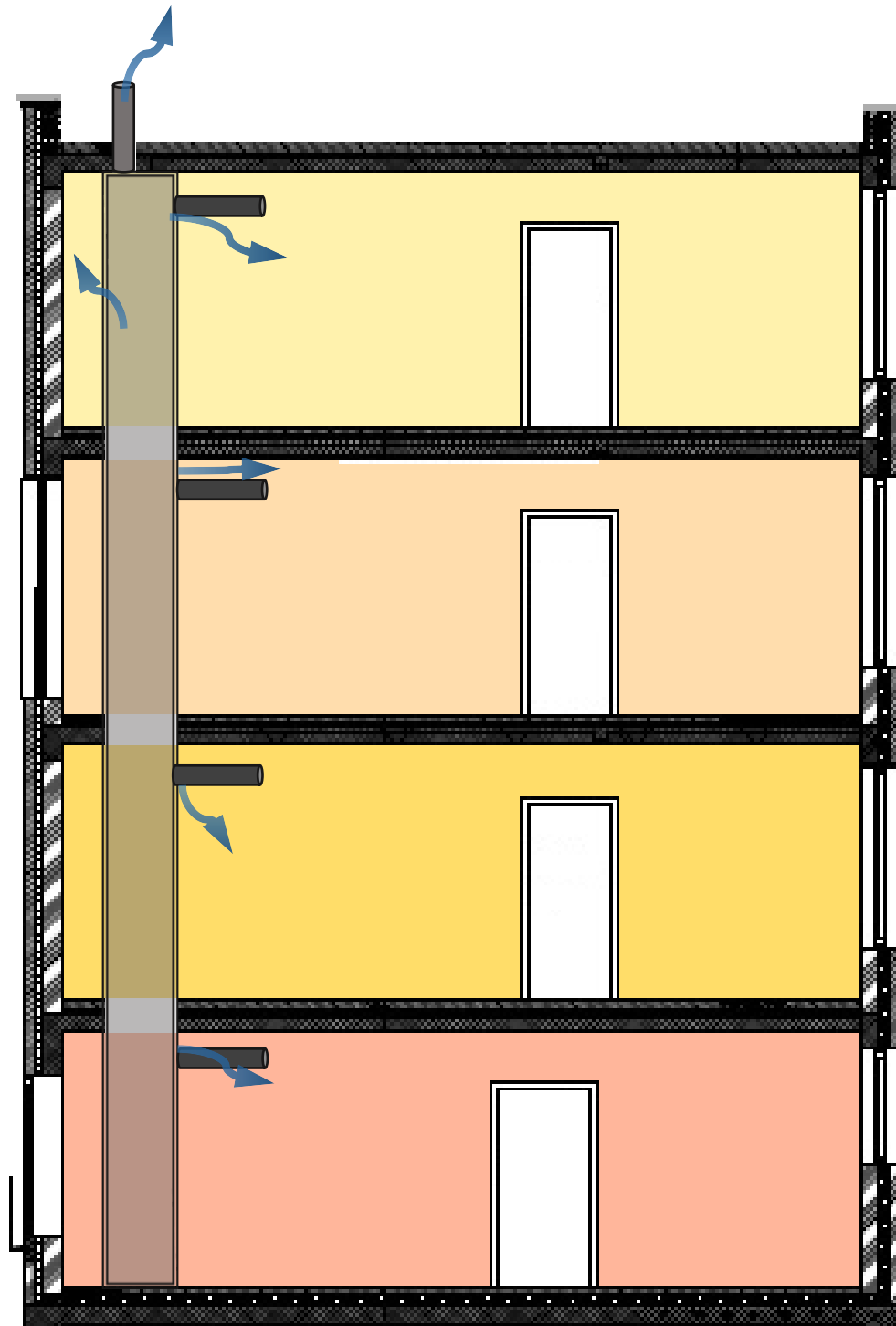
Het dakgeraamte is vaak de plek waar aanzienlijke volumes lucht doorstromen.



Een gebrek aan organisatie en onwetendheid liggen aan de basis van deze lekken.



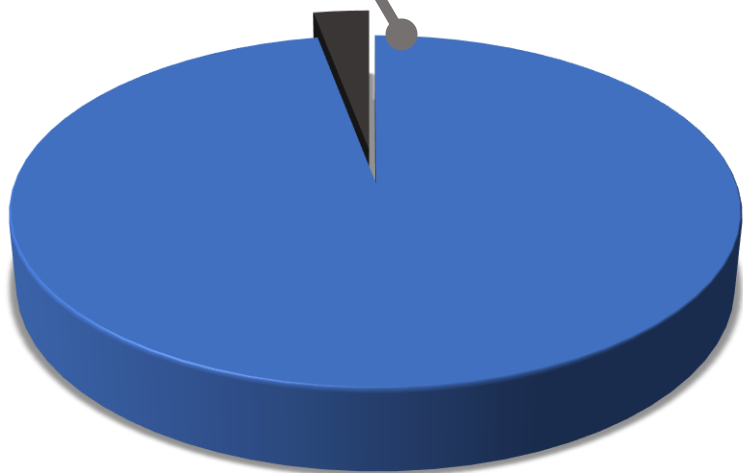
FOCUS OP DE TECHNISCHE KOKERS



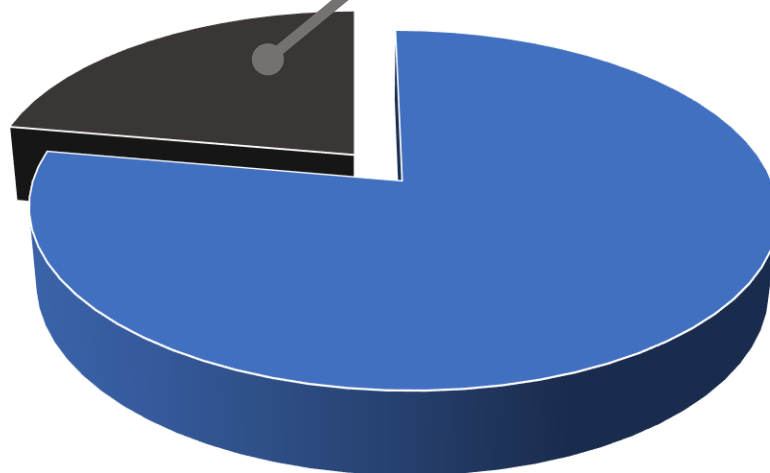


TECHNISCHE KOKERS

Aandeel van de
technische kokers



Aandeel van de
technische kokers



***Dit is een van de eerste
zaken die bij de analyse
worden gevraagd.***





TECHNISCHE KOKERS

In grote gebouwen vormen technische kokers vaak een van de uitdagingen om de vereiste luchtdichtheid te realiseren.



***Geventileerde kokers
zorgen voor kopzorgen.
Vaak worden de
gerealiseerde openingen
voor doorvoeringen slecht
aangewerkt en afgedicht.***





BESCHERMD VOLUME



REGION DE BRUXELLES-CAPITALE
BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

Vlaamse overheid



Spécifications supplémentaires sur la mesure de l'étanchéité à l'air des bâtiments dans le cadre de la réglementation PEB

Version 3

28 mai 2013

**Het beschermde
volume stemt
overeen met het
gemeten volume.**



2. Conditions de la mesure

2.1 Zone à mesurer

Règle générale

Exigences

La zone à mesurer doit être définie, par le demandeur du test, en cohérence avec la subdivision du bâtiment effectuée dans le cadre de la réglementation PEB. La zone à mesurer doit couvrir au moins l'ensemble du volume PER ou PEN considéré et ne peut pas couvrir des espaces situés en dehors du volume protégé (VP), comme des espaces adjacents non-chauffés.

La zone effectivement mesurée doit être décrite de façon claire et précise dans le rapport d'essai par l'opérateur de mesure. Les plans du bâtiment (plans¹ des étages et coupes), indiquant clairement les limites de la zone mesurée, peuvent être annexés au rapport.

Recommandations

Dans la plupart des cas, l'essai d'étanchéité peut être réalisé sur l'ensemble du volume protégé (VP). La zone à mesurer peut donc inclure plusieurs volumes PER ou PEN (Figure 1).

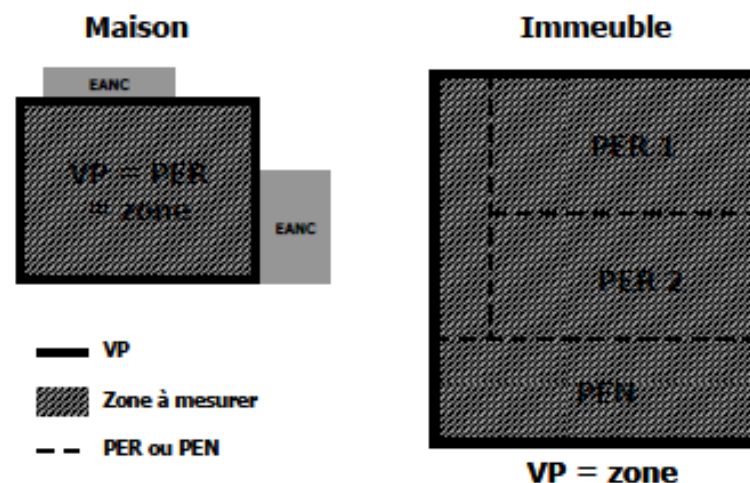


Figure 1 : Schéma de la zone à mesurer (hachuré) correspondant au volume protégé (trait continu), pour le cas d'une maison individuelle ou d'un immeuble (EANC = espace adjacent non-chauffé).

Dans certains cas, la mesure peut néanmoins être réalisée sur une partie seulement du volume protégé, mais toujours au moins sur le volume PER ou PEN considéré (un appartement individuel par exemple, Figure 2).

Le PER indique qu'il s'agit de la méthode de détermination de la consommation d'énergie primaire des unités résidentielles.
Le PEN indique qu'il s'agit de la méthode de détermination de la consommation d'énergie primaire des unités non résidentielles.



BESCHERMD VOLUME

GEVENTILEERDE LOKALEN IN DE TESTZONE



- 400 m³/h
50 Pa



Gaslokaal





BESCHERMD VOLUME

GEVENTILEERDE LOKALEN IN DE TESTZONE

- 560 m³/h

50 Pa



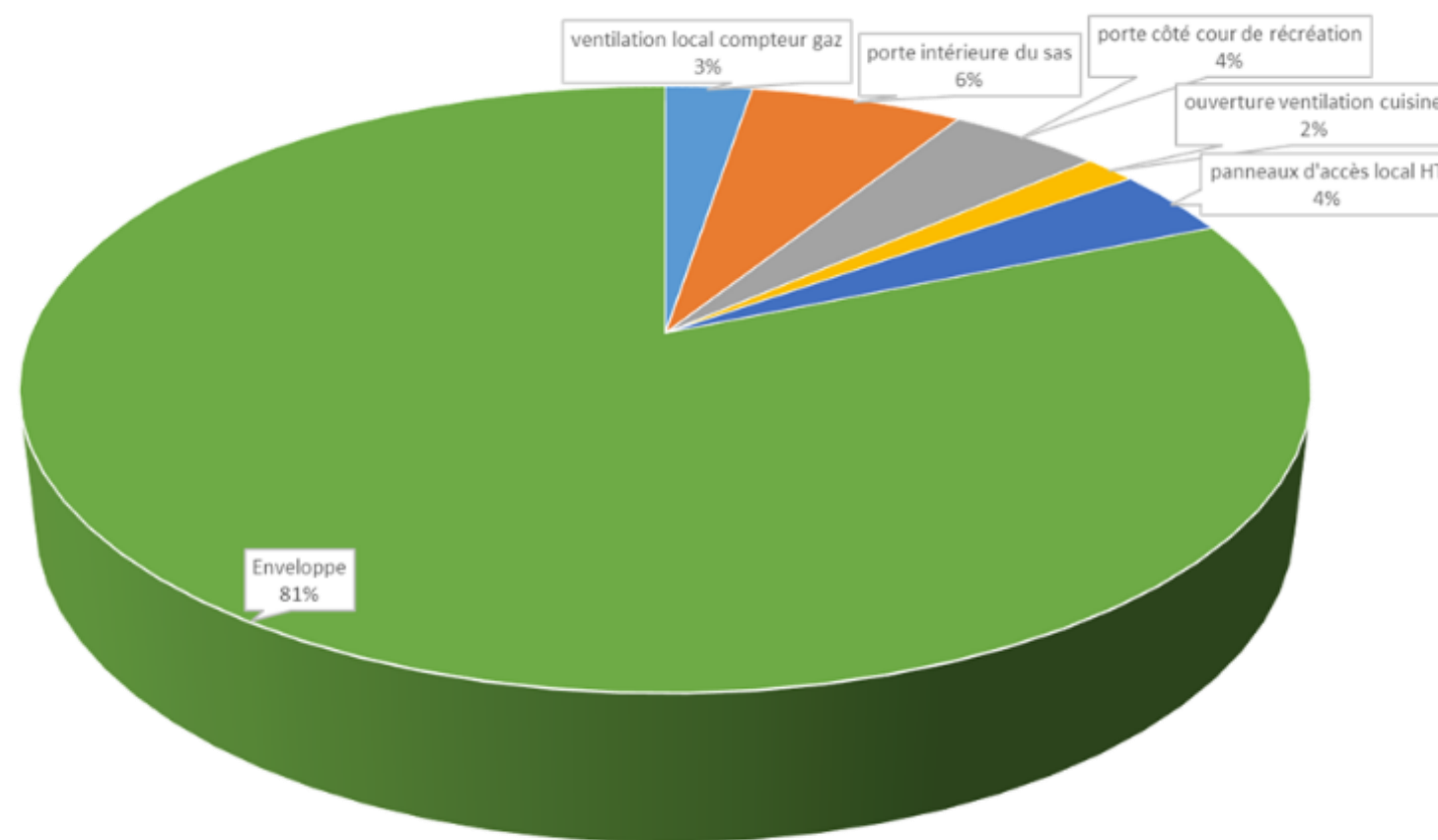
Hoogspanningscabine



BESCHERMD VOLUME

GEVENTILEERDE LOKALEN IN DE TESTZONE

Algemeen diagram van de debietvariaties





BESCHERMD VOLUME

GEVENTILEERDE LOKALEN IN DE TESTZONE



- 1.500 m³/h
50 Pa
Gaslokaal

Technische kokers



Twee liftkokers

50 Pa
- 1.300 m³/h

- 5.900 m³/h
50 Pa



BESCHERMD VOLUME

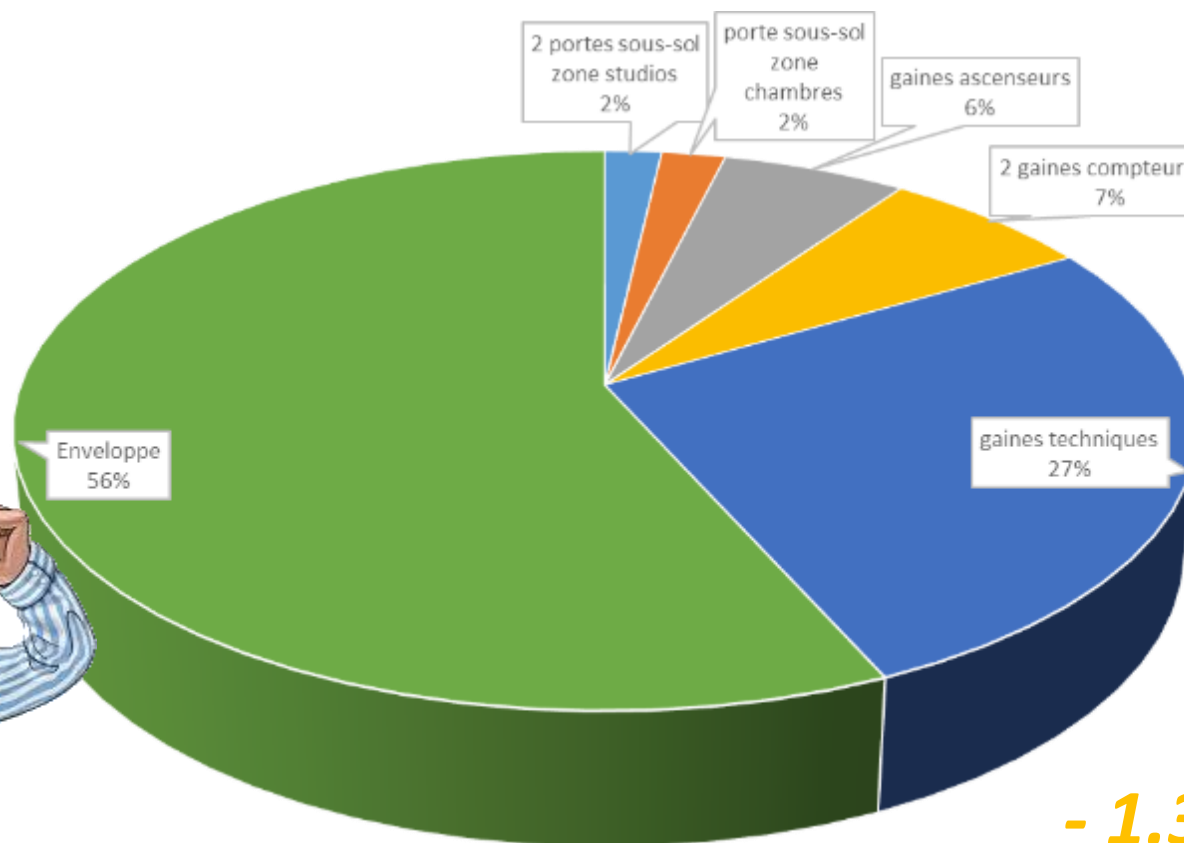
GEVENTILEERDE LOKALEN IN DE TESTZONE



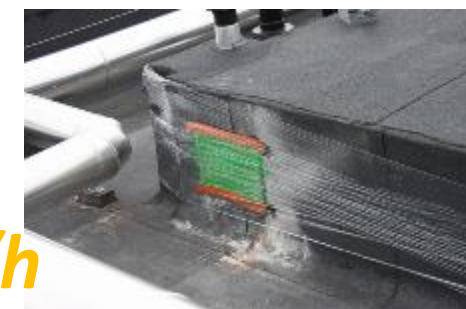
- 1.500 m³/h



- 5.900 m³/h



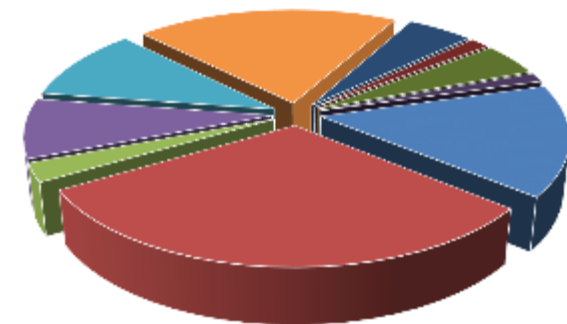
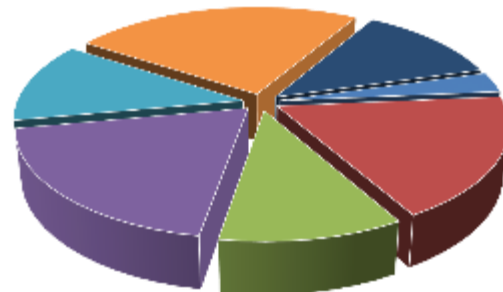
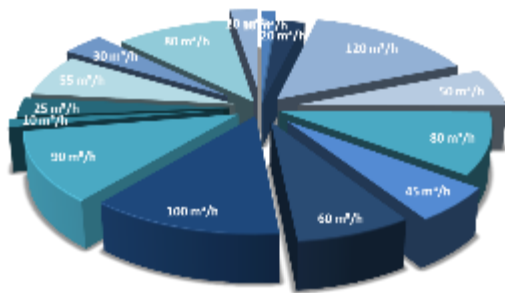
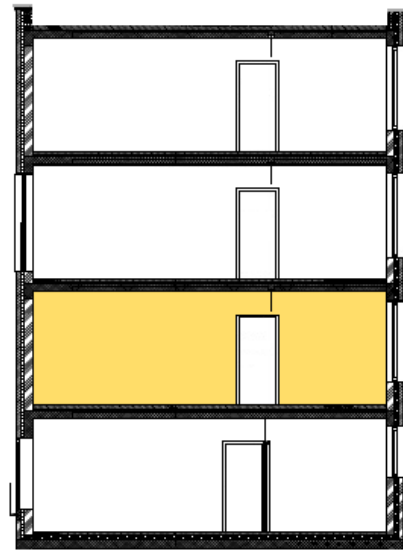
- 1.300 m³/h





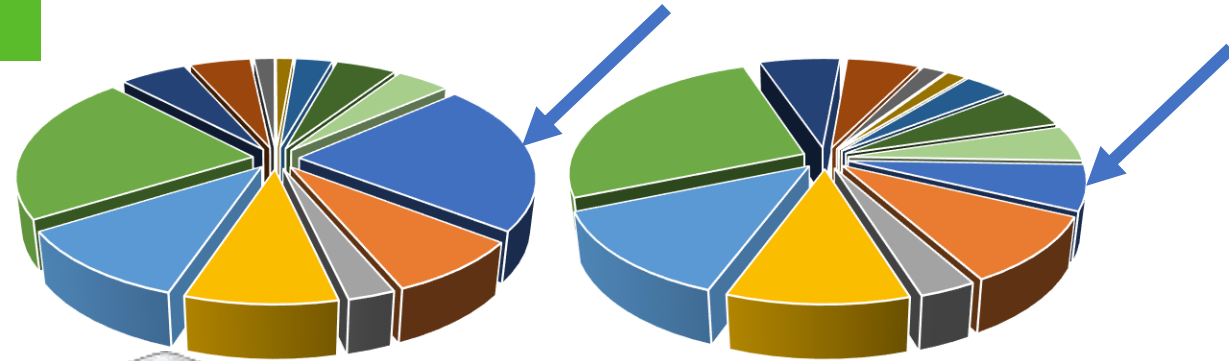
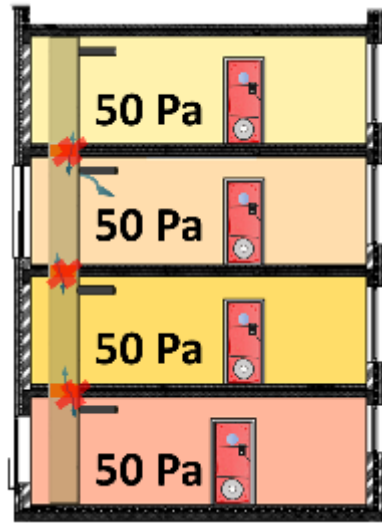
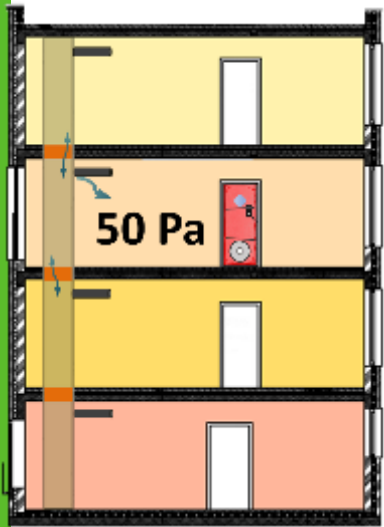
TE ONTHOUDEN VAN DE PRESENTATIE





**Elke typologie heeft een eigen
signatuur.**





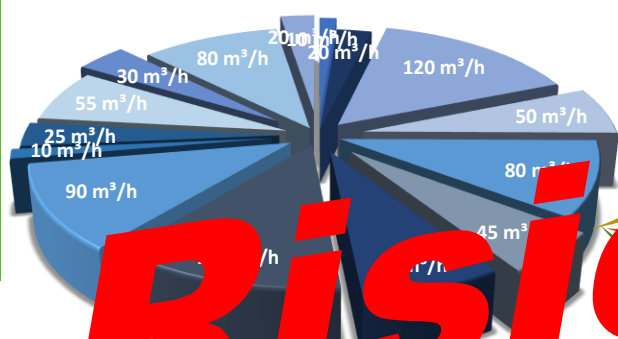
**De meetmethode beïnvloedt
het resultaat.**



De uitvoering heeft invloed op het resultaat

**De oorspronkelijke raming moet worden
gewogen overeenkomstig de
uitvoeringseisen en -moeilijkheden**





INFILTROMETRIE



Risicoanalyse





Luchtdichtheid Zo gebakken!





- ☐ Regressierechte, berekening van het gemeten debiet.
- ☐ Specifiek karakter van de zeer grote volumes.
- ☐ Kwantitatieve micro infiltrometrie.
- ☐ Grenzen bij renovatie.
- ☐ Wie mag een test uitvoeren?
- ☐ Invloed van de wind.
- ☐ Vergelijking n_{50} en v_{50}
- ☐ Afgeleide grootheid v_{50}
- ☐ Membranen, kleefmiddelen voor de luchtdichtheid.
- ☐ Prijs van de tests.
- ☐ Buitenthermografie.
 - Voorwaarden.
 - Bijzonderheden
- ☐ Porositeit van de wanden.
- ☐ Mogelijke verbeteringen net voor de test.
- ☐ Meting van buitenschrijnwerk.
- ☐ Wat tijdens de test kan worden afgesloten (of niet)!
- ☐ Meting met onder- en overdruk.
 - Afwijking van de resultaten.
 - Wettelijke verplichtingen.
- ☐ Beheer van de mechanische ventilatie, effect op het gemeten debiet.
- ☐ Vermogen van de ventilatoren.
- ☐ Compactheid.
- ☐ Realisatie van de luchtdichtheid langs buiten.
- ☐ Verdeling van de resultaten over gelijksoortige eenheden.
- ☐ Normen - STS – EPB – Gewestelijke richtlijnen.
- ☐ Porositeit van OSB.
- ☐ Precisie van de metingen.
- ☐ Verdeling van de geïnduceerde druk.
- ☐ Voorbereiding van het gebouw voor de test.
- ☐ Luchtdichtheid van de houten structuren.
 - Houten geraamten.
 - Massief hout.
- ☐ Voorafgaande test. . .
 - Voorwaarden
 - Belang
- ☐ Bluekit-oplossingen (liften – technische kokers).
- ☐ Wat als het resultaat niet wordt gehaald?
- ☐ Gewestelijke bijzonderheden met betrekking tot de uitvoering van de tests.
- ☐ Opsporen van de lekken tijdens de test.
 - Rookgenerator.
 - Thermografie.
 - Gevoel.
- ☐ Bijzondere kenmerken van platte daken.
- ☐ Lichte binnenwanden versus zwaardere binnenwanden uit blokken.
- ☐ Polyurethaan en luchtdichtheid.
- ☐ Verslag van een test, praktisch nut, verplichtingen.
- ☐ Luchtdichtheid van de aansluitingen tussen muur en plaat.
- ☐ Luchtdichtheid en ventilatie.
- ☐ Natuurlijke ventilatie en luchtdichtheid.
- ☐ Bijzonder karakter van de tests voor meerdere appartementen.
- ☐ Liftkokers.
- ☐ Producten voor de omtrek van het buitenschrijnwerk.
- ☐ Producten voor het afdichten van de doorvoeringsopeningen.
- ☐ Luchtdichtheid, pathologierisico's.



CONTACT

Daniel De Vroey

Manager

Coordonnées / Contactinformatie

0475/42 09 64

daniel-devroey@dvd-sprl.be

Daniel De Vroey SRL