

# OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

## ENERGIE: BASISPRINCIPES

LENTE 2020

... Voor welk comfortniveau?



bruxelles  
environnement  
leefmilieu  
brussel  
.brussels

Florence GREGOIRE  
écorce  
LOGEMENTS CONSULTANT



- ▶ De ontwerp- en gebruiksparemeters die het comfort beïnvloeden, identificeren
- ▶ “Het” gewenste comfortniveau definiëren
- ▶ Rekening houden met de mogelijke gevolgen van een (technische, esthetische, financiële ...) keuze voor het comfort



**BEGRIP COMFORT**

BASISCOMFORT

COMFORT “A LA CARTE”



## 4 COMFORT: MEERDERE GEZICHTEN

### Verband tussen energie en comfort?



Bronnen: 1 - © PICSELI / Unsplash.com

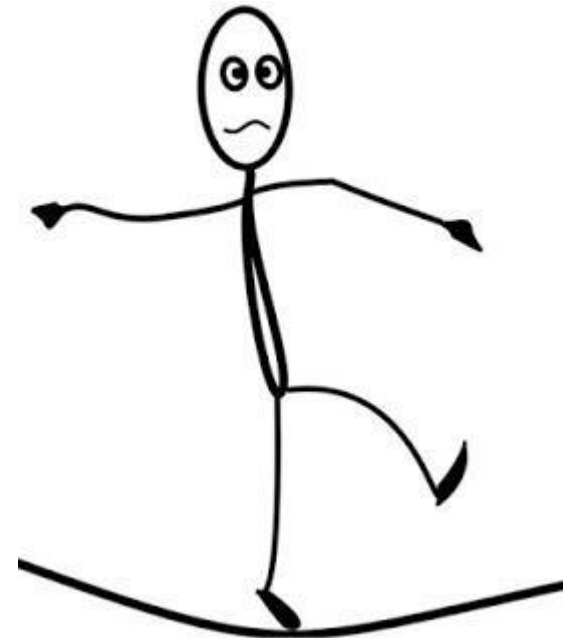
2 - © Jason Rosewell / Unsplash.com

3 - © pxhere.com 4 - © Eli DeFaria / Unsplash.com



## Definitie van de Gids duurzame gebouwen

- Situatie van thermisch evenwicht tussen menselijk lichaam en omgeving



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



## Belangrijkste uitdagingen volgens de Gids duurzame gebouwen

- ▶ sociologische uitdaging
  - welzijn van de bewoners of gebruikers
  
- ▶ milieu-uitdaging
  - thermisch ongemak kan leiden tot energieverblindend gedrag
  
- ▶ economische uitdaging
  - verloop van huurders, productiviteit en absenteïsme op het werk ...
  
- ▶ didactische uitdaging
  - antireclame van passief- of nulenergiegebouwen die geen comfort bieden



## Hoe het begrip thermisch comfort objectief beschouwen?

- ▶ 6 parameters volgens P.O. Fanger

Ontwerp/regel-  
parameters

Gebruiks-  
parameters

### Criterium

Temperatuur van de wanden

Luchttemperatuur

Luchtsnelheid

Vochtigheid

Metabolisme

Kledij



Bron: Leefmilieu Brussel



## Ontwerp/regelparameters



**Luchttemperatuur**

Bron: F. Grégoire

**Temperatuur van de wanden**

Bron: F. Grégoire



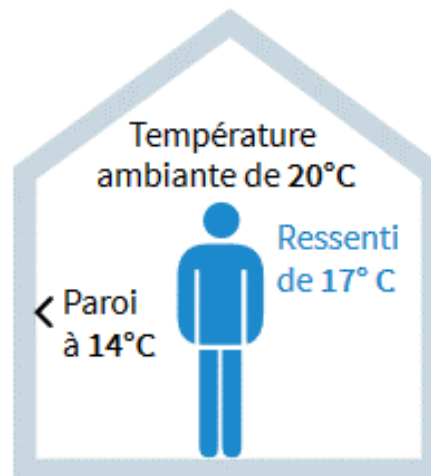
## Ontwerp/regelparameters

Temperatuur van de lucht en de wanden

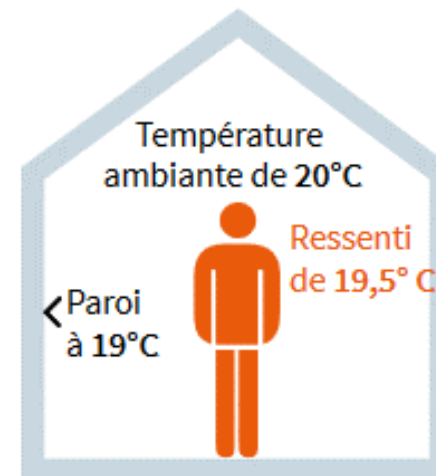
Welke invloed op de aangevoelde comforttemperatuur? (= operatieve temperatuur of resulterende droge temperatuur)

Operatieve temperatuur =  $(T^{\circ}\text{lucht} + T^{\circ}\text{wanden}) / 2$   
voor zover de lichtsnelheid niet meer bedraagt dan 0,2 m/s.

SITUATION INCONFORTABLE



SITUATION DE CONFORT

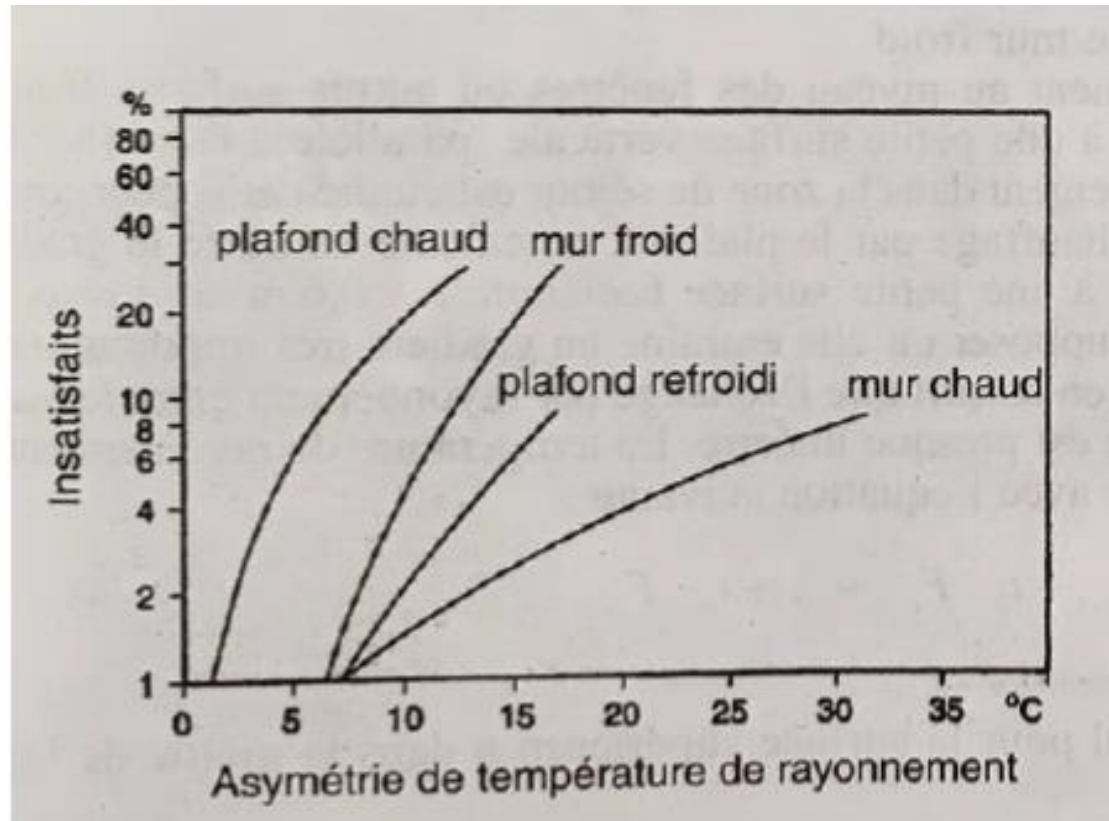


Bron: <https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels>



## Ontwerp/regelparameters

- Temperatuur van de wanden: verwarming/koeling aan de oppervlakte



**Percentage ontevredenen wegens asymmetrie van de stralingstemperatuur**

Bron: Recknagel 5<sup>e</sup> Ed.



## Ontwerp/regelparameters

### ► Luchtsnelheid

Binnen, invloed verwaarloosbaar indien  $< 0,2 \text{ m/s}$

| Restsnelheid      | Reacties                                                                                  | Situatie                                                               |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 0 tot 0,08 m/s    | Klachten over luchtstagnatie.                                                             | Geen.                                                                  |
| 0,13 m/s          | Ideale situatie.                                                                          | Heel comfortabele installatie                                          |
| 0,13 tot 0,25 m/s | Aangename situatie maar op de grens van comfortabel voor mensen die permanent stilzitten. | Comfortabele installatie                                               |
| 0,33 m/s          | Oncomfortabel, papieren bewegen op de bureaus.                                            | Supermarkten en winkels                                                |
| 0,38 m/s          | Bovengrens voor mensen die zich langzaam verplaatsen.                                     | Supermarkten en winkels                                                |
| 0,38 tot 0,5 m/s  | Gevoel van aanzienlijke luchtverplaatsing.                                                | Industriële installaties en fabrieken waar arbeiders in beweging zijn. |

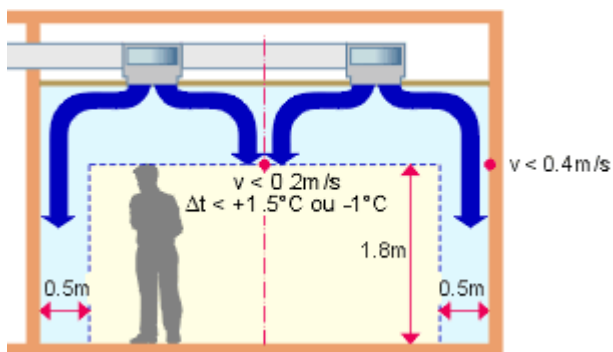
Bron: Energie plus



## Ontwerp/regelparameters

- Luchtsnelheid

Binnen, invloed verwaarloosbaar indien  $< 0,2\text{m/s}$

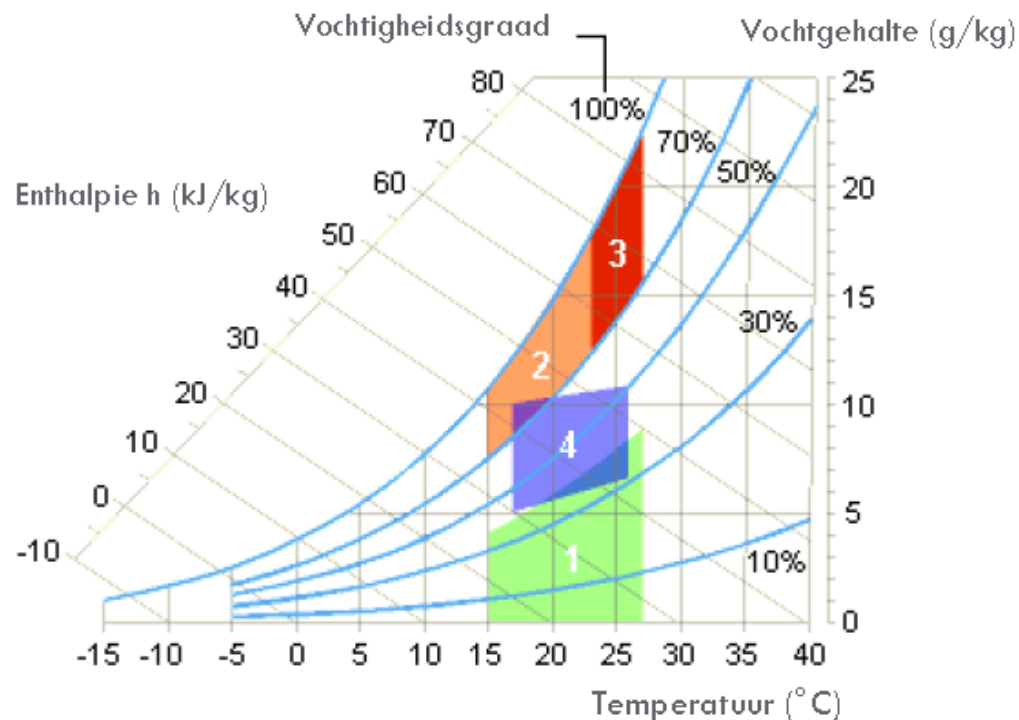


Bronnen: Energie plus, Trox, SIG air



## Ontwerp/regelparameters

- Koppel luchttemperatuur / vochtigheid



Bron: R. Fauconnier

**Zone 1:** droogteproblemen.

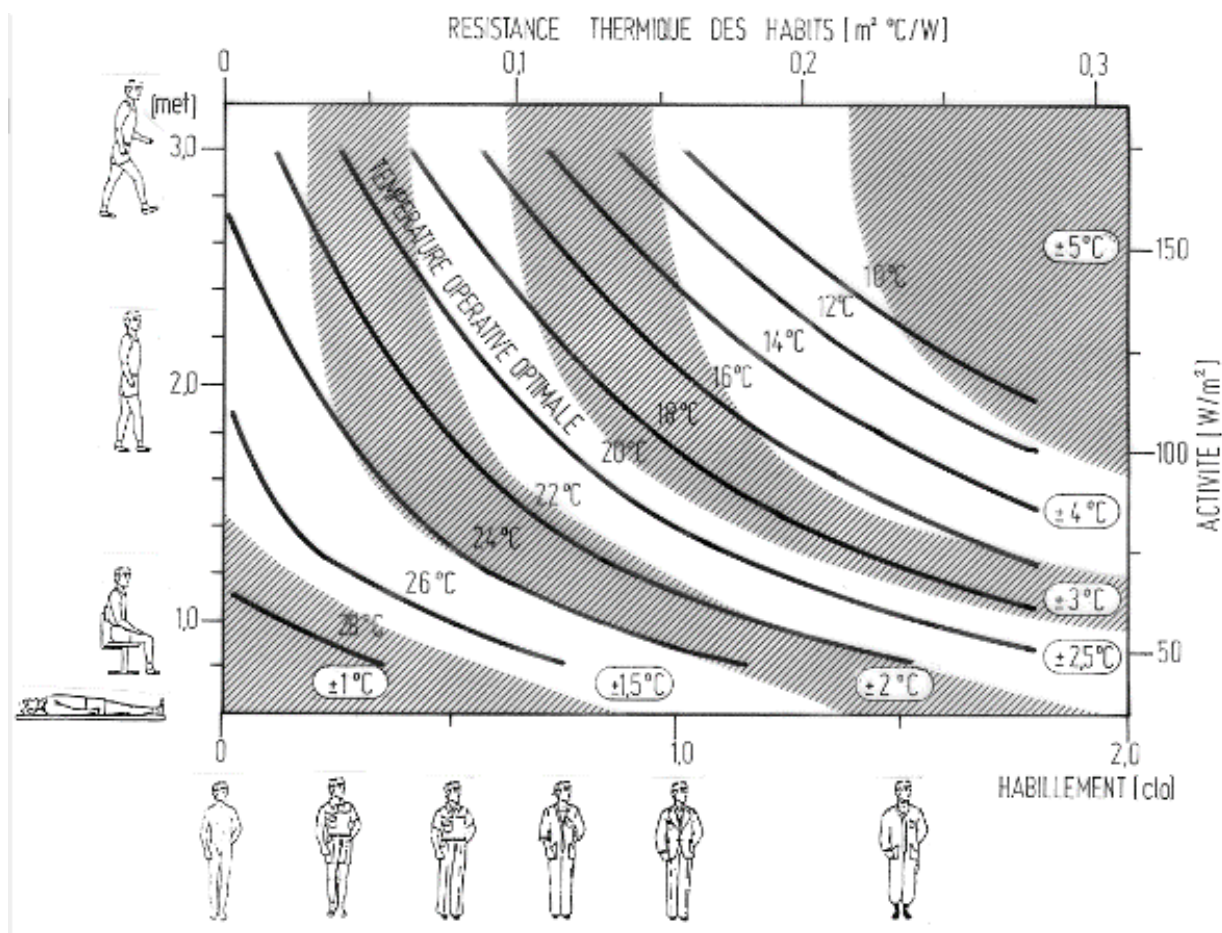
**Zones 2 en 3:** ontwikkeling van bacteriën en microzwammen.

**Zone 3:** ontwikkeling van mijtachtigen.

**Zone 4:** polygoon van hygrothermisch comfort



## Gebruiksparameters



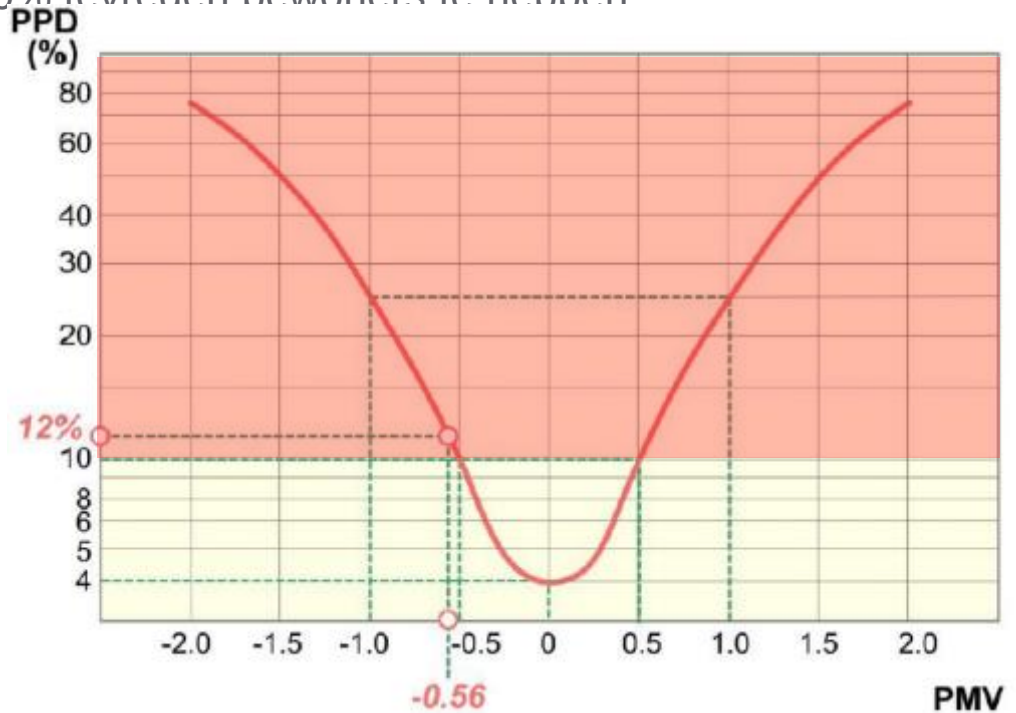
Ideale operatieve temperatuur rekening houdend met kleding en metabolisme

Bron: epfl



## Gebruiksparemeters

- ▶ Het model van Fanger kwantificeert het thermisch comfort door het percentage ontevreden enen in te schatten (Predicted Percentage of Dissatisfied of PPD)
- ▶ Het is onmogelijk om 100% tevreden bewoners te hebben



Bron: Energie plus



## Comfort en dialoog

- ▶ Invloed van buitenklimaat (op jaarbasis en dagelijks)
- ▶ Invloed van controle door de gebruiker
- ▶ Invloed van informatie > mogelijkheid om te anticiperen



## Comfort en matigheid

- ▶ Het comfort moet bereikt worden waar het nodig is
- ▶ Het is niet overal en/of altijd nodig
- ▶ Het kan (moet?) aangepast worden aan de ruimte (gang >< cleanroom)



⇒ **Andere mogelijkheden voor besparing dan door verbetering van de prestaties van de gebouwschil**



BEGRIP COMFORT

**BASISCOMFORT**

COMFORT À LA CARTE



BEGRIP COMFORT

**BASISCOMFORT**

- ▶ **Verwarming**
- ▶ Sanitaire warmwaterproductie
- ▶ Hygiënische ventilatie

COMFORT À LA CARTE



## Verwarmen volgens de streefwaarden van de norm NBN EN 12831

- ▶ Principe: een constante binnentemperatuur aanhouden
  - Door de warmteverliezen (ventilatie en transmissie) te compenseren
  - Op de koudste dag
  - Zonder warmtetoevoer (door zoninstraling/intern)
  - Rekening houdend met een herinschakelfactor

- ▶ Globale benadering en per ruimte

- ▶ Resultaat = Vermogen [kW]

⇒ **Doelstelling: de verwarmingsinstallatie dimensioneren om het thermisch comfort te verzekeren in het meest kritieke geval**



Minimale basisbuitentemperaturen

Bron: Energie plus



## Theoretische opfrissing

- ▶ Vermogen [kW]
- ▶ ≠ Energie [kWh]
  
- ▶ Analogie met verlichting:
  - Een lamp van 30 W die 1 uur brandt, verbruikt 30 Wh
  - Als ze 6 uur per dag brandt gedurende 1 jaar, verbruikt ze 65.700 Wh

Kent u het elektrisch verbruik van uw woning?

En uw verwarmingsverbruik?

$1\text{m}^3 \text{ gas} \approx 1\text{liter stookolie} \approx 10 \text{ kWh}$



## Theoretische opfrissing

### ► En de energie?

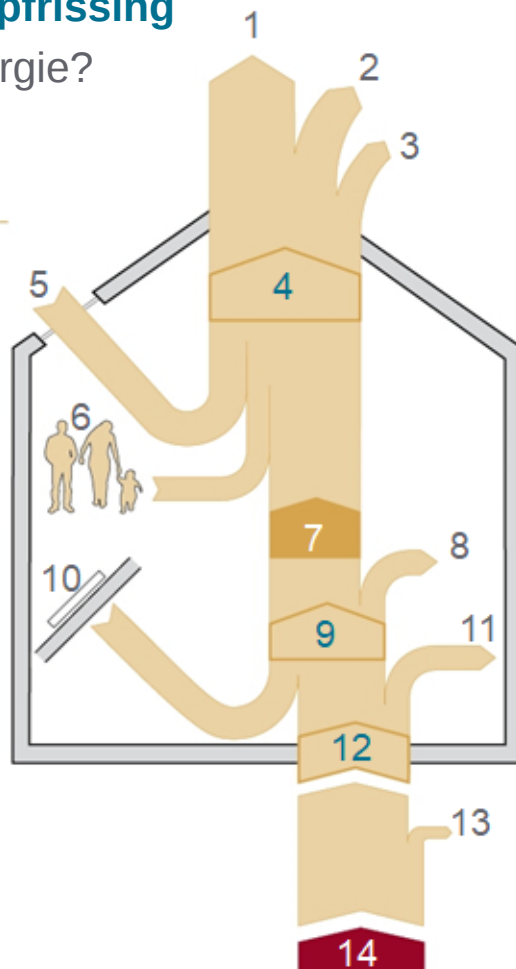
Nettobehoeft



Brutobehoeft

Eindverbruik

Primair  
energieverbruik



|                                                         |                                                     |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1. Déperditions par transmission                        | Tranmissieverliezen                                 |
| + 2. Déperditions par ventilation volontaire            | Verliezen door in/exfiltratie                       |
| + 3. Déperditions par in/exfiltration                   | Ventilatie verliezen                                |
| = 4. Déperditions totales de l'enveloppe                |                                                     |
| - 5. Apports solaires                                   | Zonnewarmtewinsten                                  |
| - 6. Apports internes                                   | Interne warmtewinsten                               |
| = 7. Besoins nets en énergie pour le chauffage          | Netto energiebehoefte voor ruimteverwarming         |
| + 8. Pertes du système                                  | Verliezen van het verwarmingssysteem                |
| = 9. Besoins bruts en énergie pour le chauffage         | Bruto energiebehoefte voor ruimteverwarming         |
| - 10. Solaire thermique éventuel                        | Potentiële bijdrage van het thermische zonnestelsel |
| + 11. Pertes de production                              | Productieverliezen                                  |
| = 12. Consommation finale pour le chauffage             | Eindenergieverbruik voor ruimteverwarming           |
| + 13. Pertes de transformation                          | Transformatieverliezen                              |
| = 14. Consommation d'énergie primaire pour le chauffage | Primair energieverbruik                             |

Bron: EPB-gids Waals Gewest 3.2



BEGRIP COMFORT

**BASISCOMFORT**

- ▶ Verwarming
- ▶ **Sanitaire warmwaterproductie**
- ▶ Hygiënische ventilatie

COMFORT À LA CARTE



## SWW-productie

- ▶ Principe: over warm water beschikken bij de aftappunten
  - Telkens wanneer er vraag is (tapprofiel)
  - Aan de gewenste temperatuur
  - Met zorg om legionella te voorkomen
  
- ▶ Resultaat = Vermogen [kW]
  - met of zonder boiler (doorstroom  $\neq$  accumulatie)
  - met of zonder SWW-lus



BEGRIP COMFORT

**BASISCOMFORT**

- ▶ Verwarming
- ▶ Sanitaire warmwaterproductie
- ▶ **Hygiënische ventilatie**

COMFORT À LA CARTE



## Zorgen voor hygiënische ventilatie

- Doel: de luchtkwaliteit binnen verzekeren
  - Voor de gebruikers
  - Voor het gebouw
- Principe: verse lucht toevoeren in droge en afvoeren in vochtige ruimten
- Resultaat: luchtdebiet ( $\text{m}^3/\text{h}$ )



## Zorgen voor hygiënische ventilatie

### ► Waarom? ter bestrijding van verontreiniging door

- de menselijke aanwezigheid

Geuren ( keuken, toiletten, afval, huisdieren,

Tabaksrook

Vocht (60 - 500 g/uur per persoon)

CO<sub>2</sub>

....

- het gebouw en zijn uitrustingen

VOS-uitstoot: tapijt, vinyl

Verf, lijm, oplosmiddelen

Printers, kopieertoestellen, faxtoestellen,

CO (open verbrandingstoestellen)

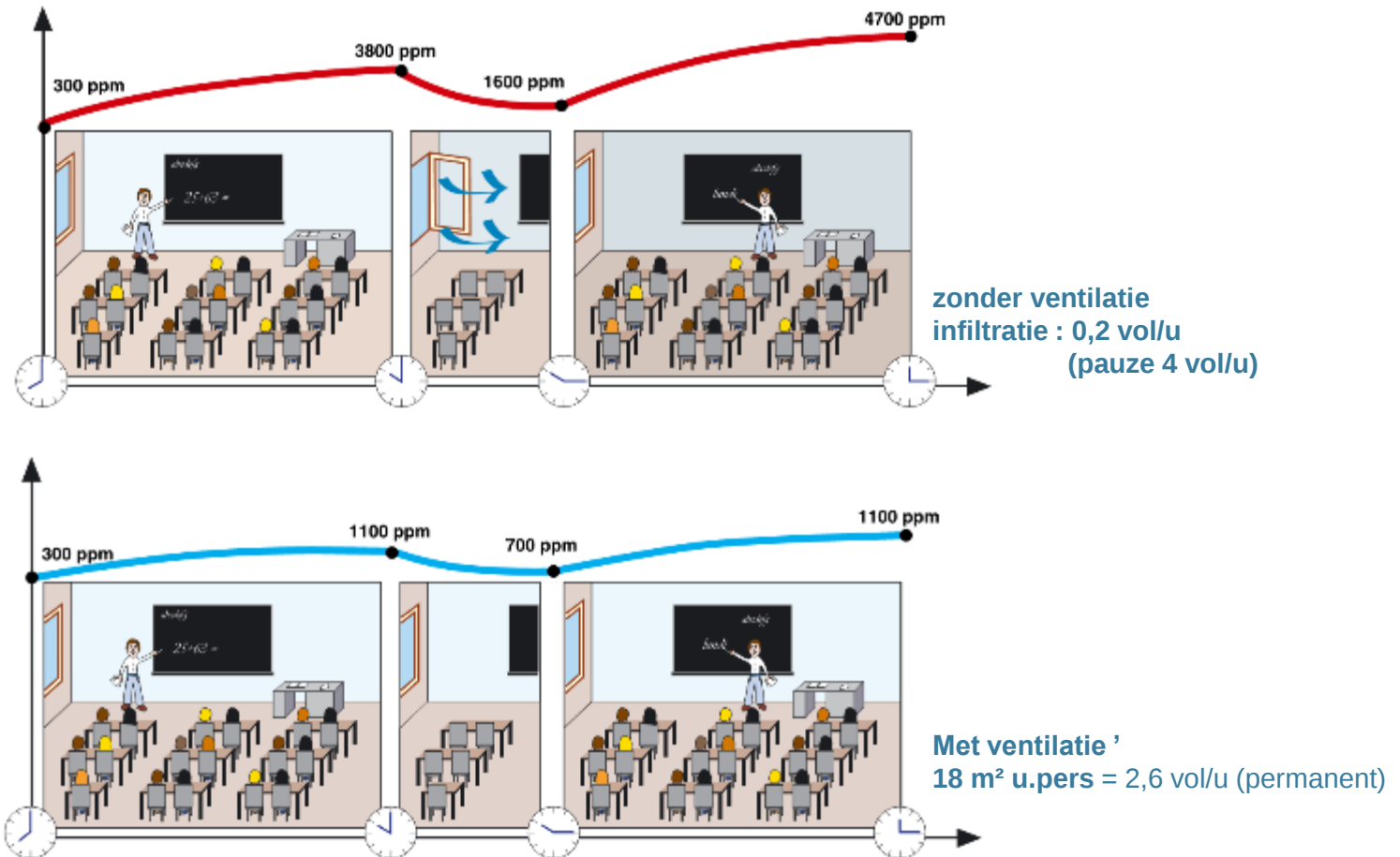
Condensatie en te grote vochtigheid

...



## Voorbeeld van evolutie van CO<sub>2</sub>-concentratie

Klas van 25 leerlingen    2 uur les >>> 15 min pauze >>> 2 uur les



## Voorbeeld van vervanging van ramen



Bron: ICEDD



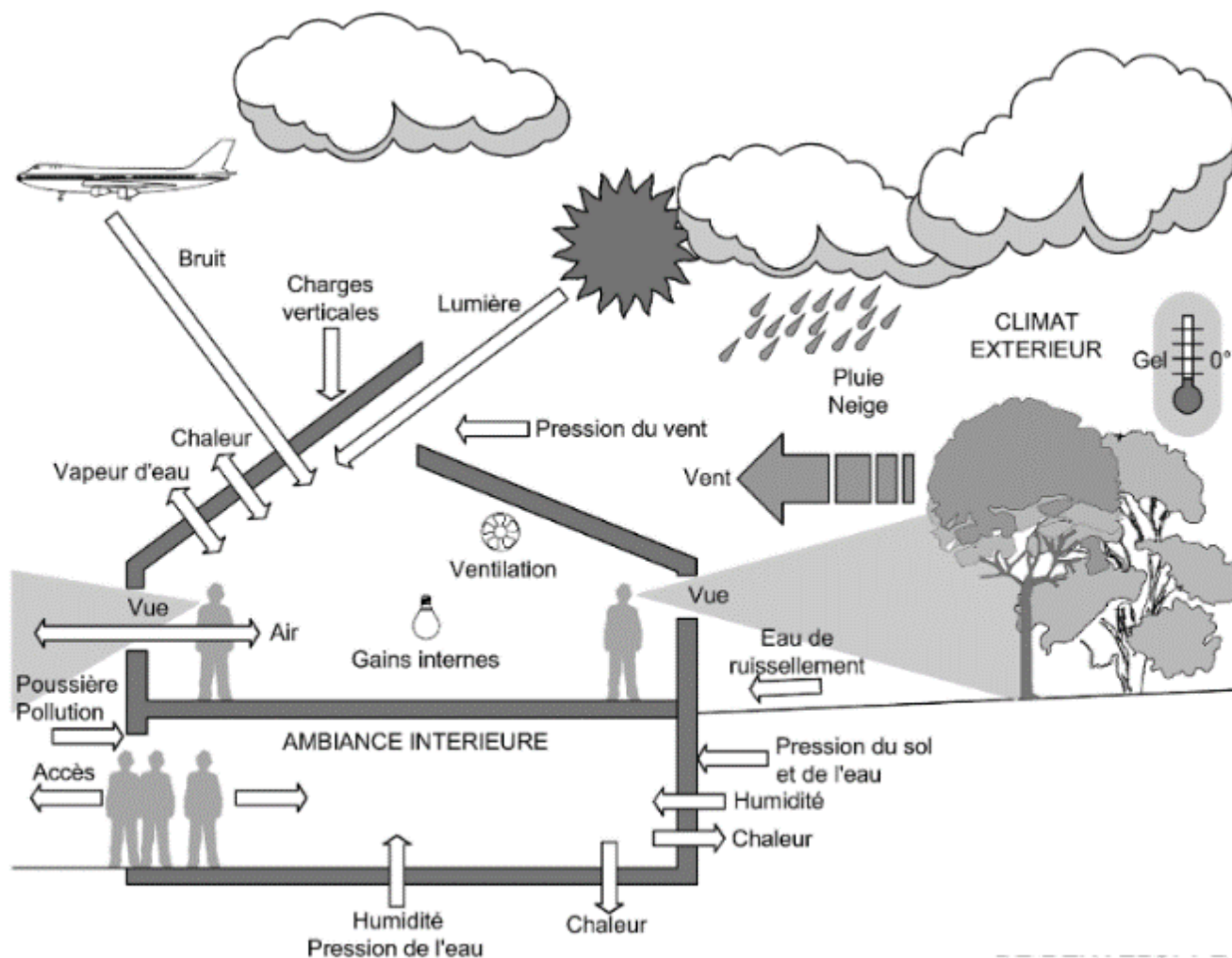
BEGRIP COMFORT

BASISCOMFORT

**COMFORT À LA CARTE**



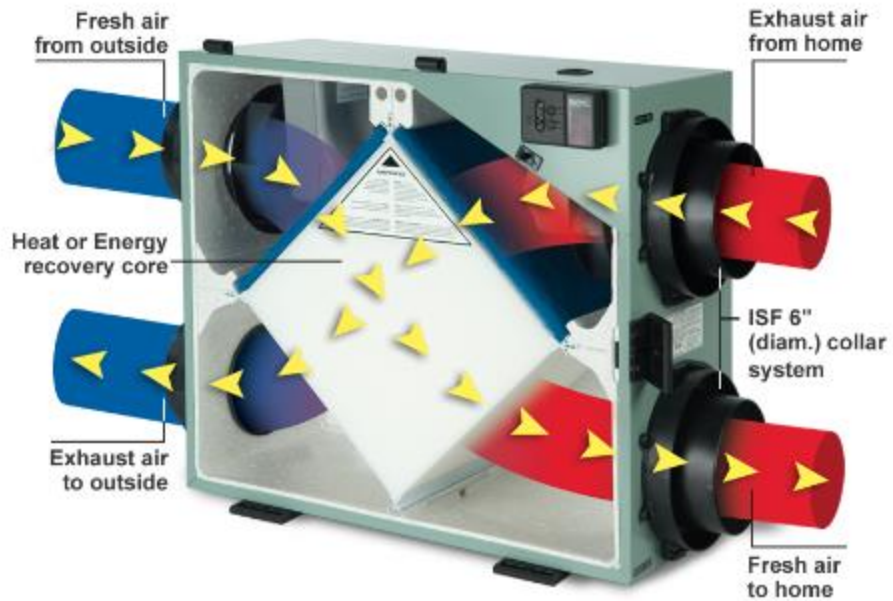




Bron: Guide-bleu-enveloppe-et-energie.



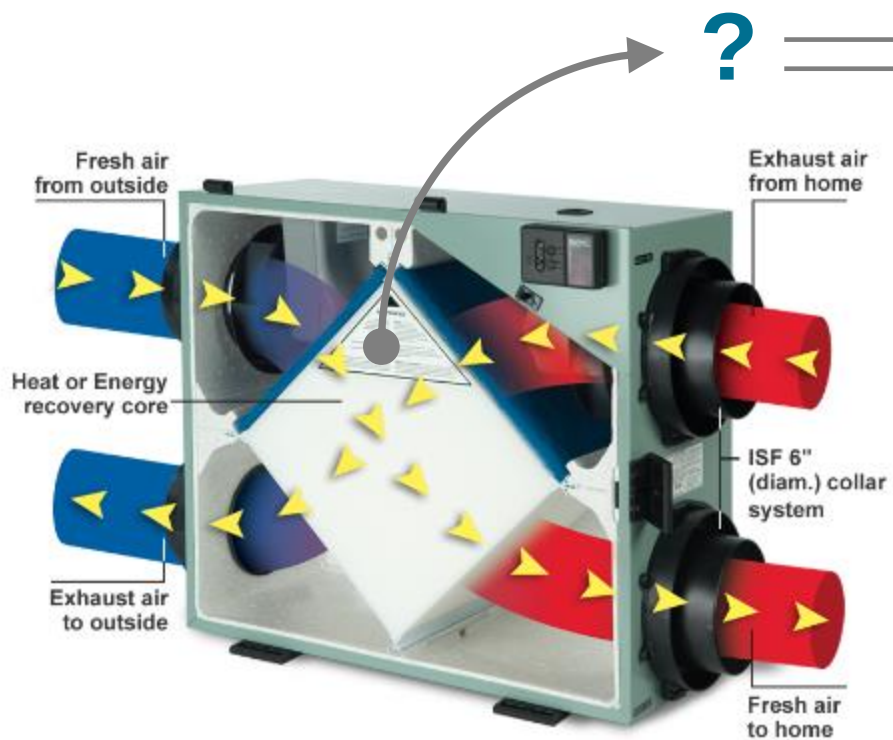
## Warmterecuperator



Bron: <https://www.ventilation-systeme-central.com/>

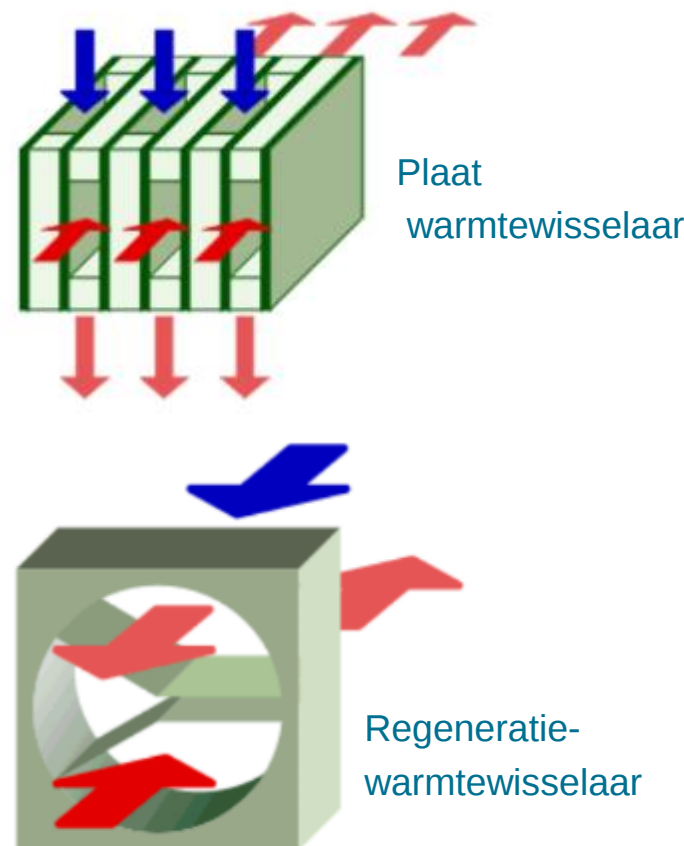


## Vochtrecuperatie via ventilatie



Bron: <https://www.ventilation-systeme-central.com/>

?

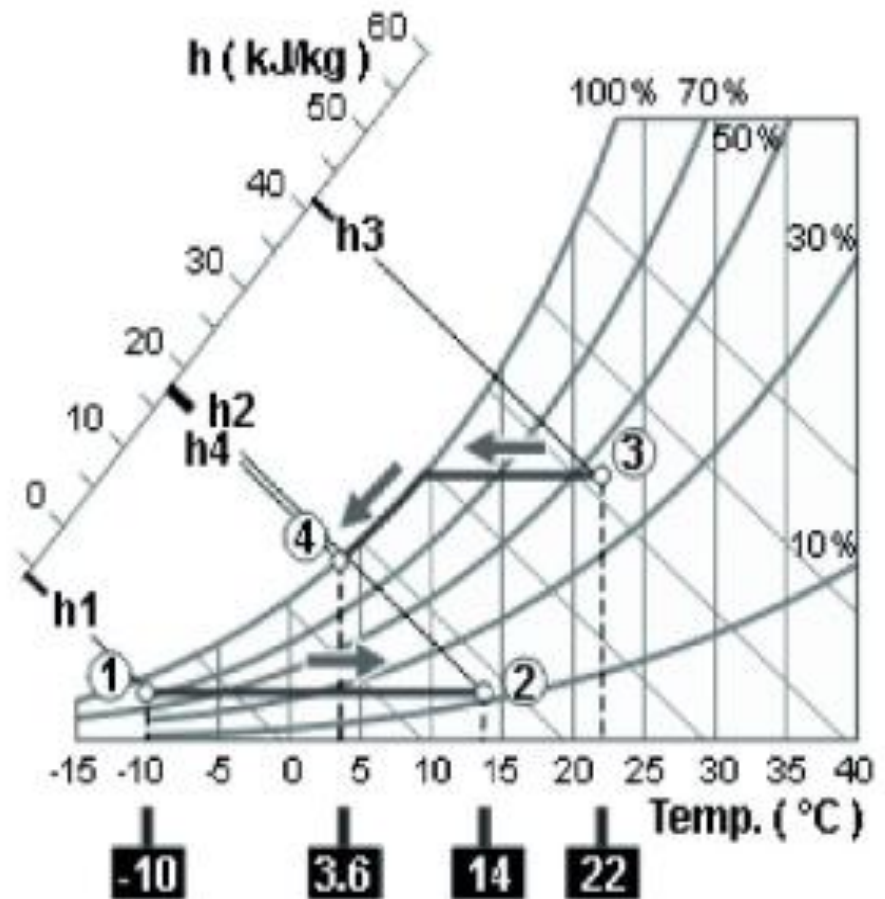
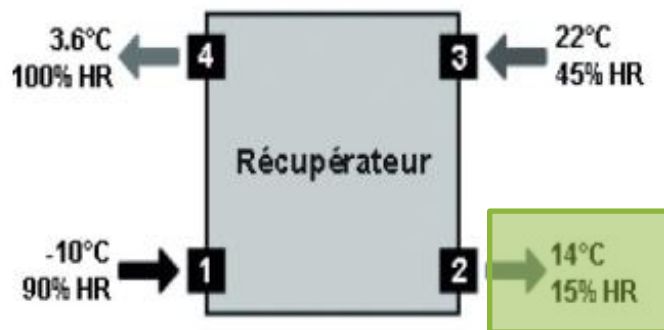


Bron: Energie plus



## Vochtrecuperatie via ventilatie

→ Plaatwarmtewisselaar

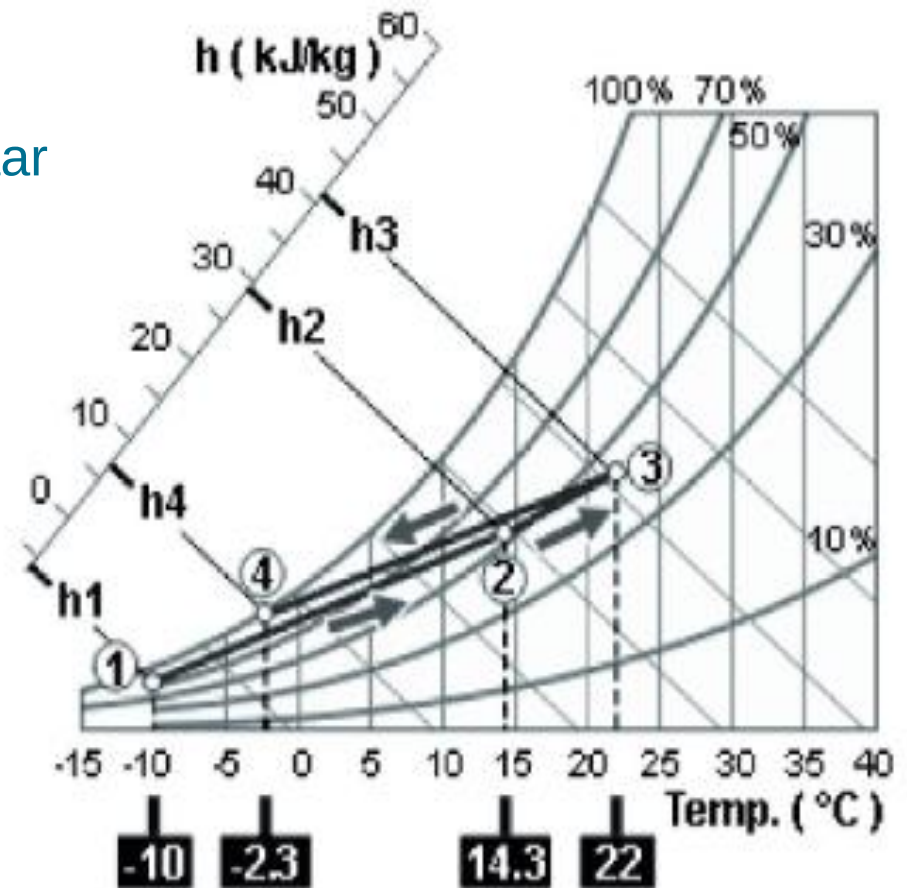
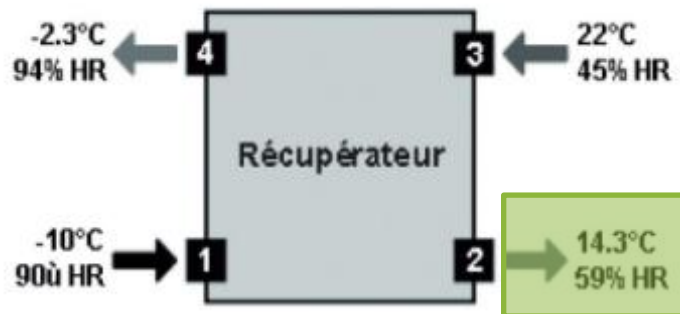


Bron: Energie plus



## Vochtrecuperatie via ventilatie

→ Regeneratiewarmtewisselaar



Bron: Energie plus



## Kunstmatige verlichting

Aanbevelingen van NBN EN 12464 Licht en verlichting - Werkplekverlichting  
(Deel 1 = binnen / Deel 2 = buiten)

- Verlichtingssterkte, uniformiteit, verblinding
- Kleurweergave
- Luminantie van de armatuur
- ...

## Natuurlijke verlichting

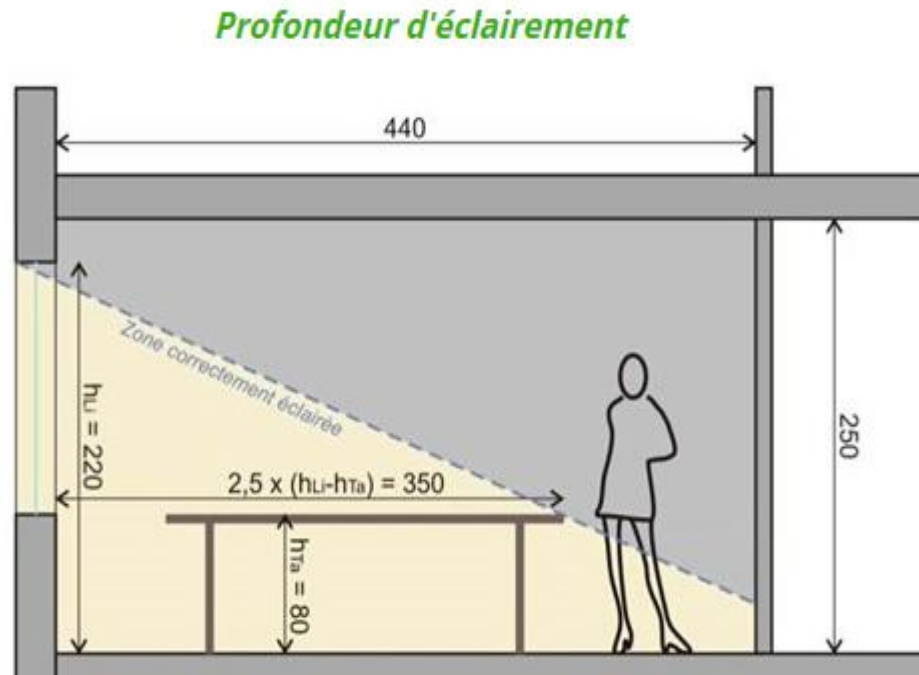
Aanbevelingen van NBN EN 17037 Daglicht in gebouwen

- Verlichtingsniveau
- Zicht naar buiten
- Blootstelling aan de zon
- Bescherming tegen verblinding



## Natuurlijke verlichting

- Natuurlijk verlichte diepte =  $a \times (h_{SL} - 0,8)$  [m]



Bron: ReLoSo

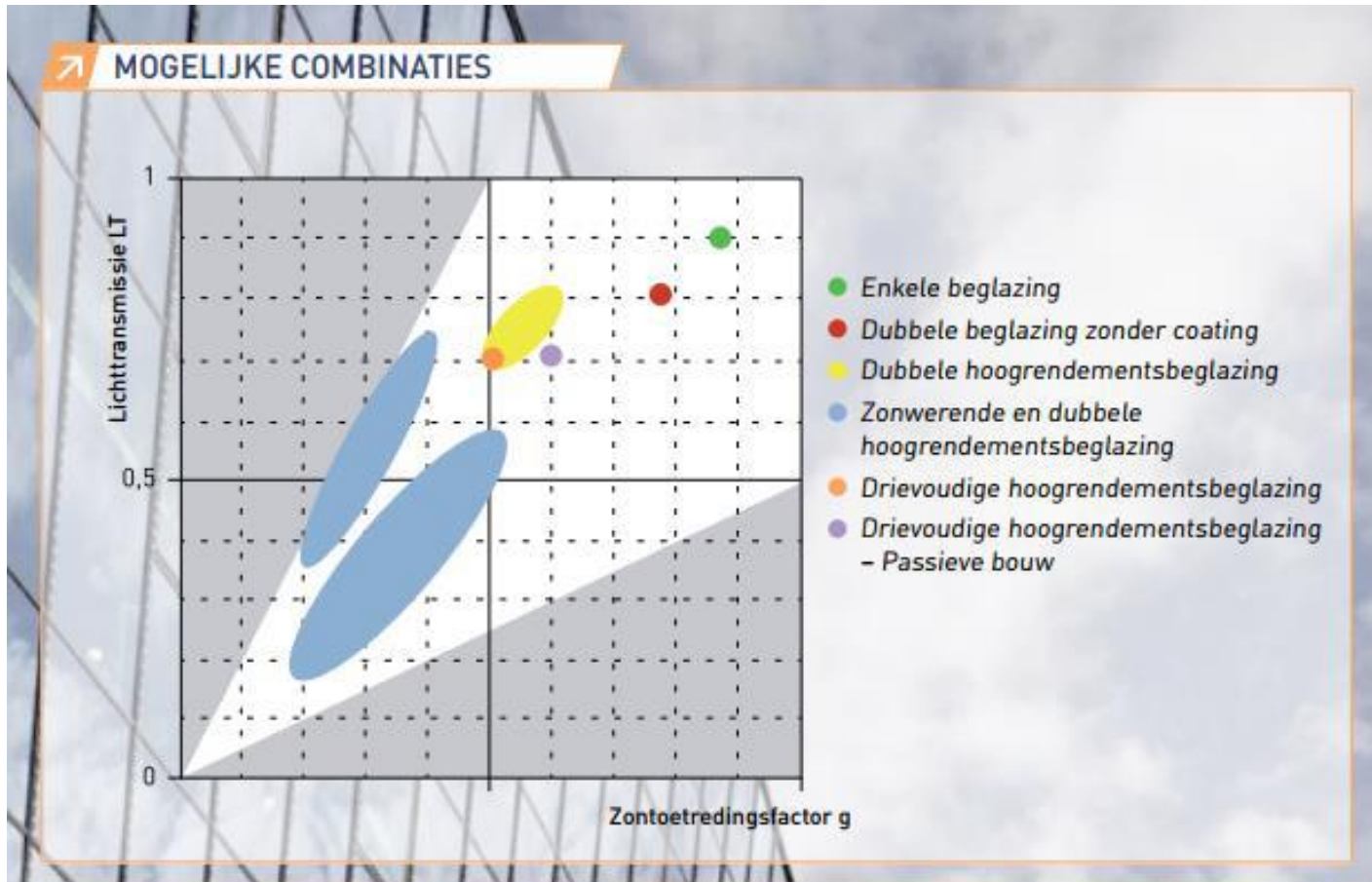
## Index a

|             |       |
|-------------|-------|
| Slaapkamers | < 2.5 |
| Woonkamers  | < 3.0 |
| Keukens     | < 2.6 |
| Klaslokalen | < 3.5 |
| Kantoren    | < 2.6 |



## Natuurlijke verlichting

- Keuze van beglazing



Bron: VGI - FIV



### Actieve of passieve koeling?

→ Hoe waarschijnlijk is het oververhittingsrisico?

- in tijdspercentage
- ten opzichte van een te bepalen temperatuur

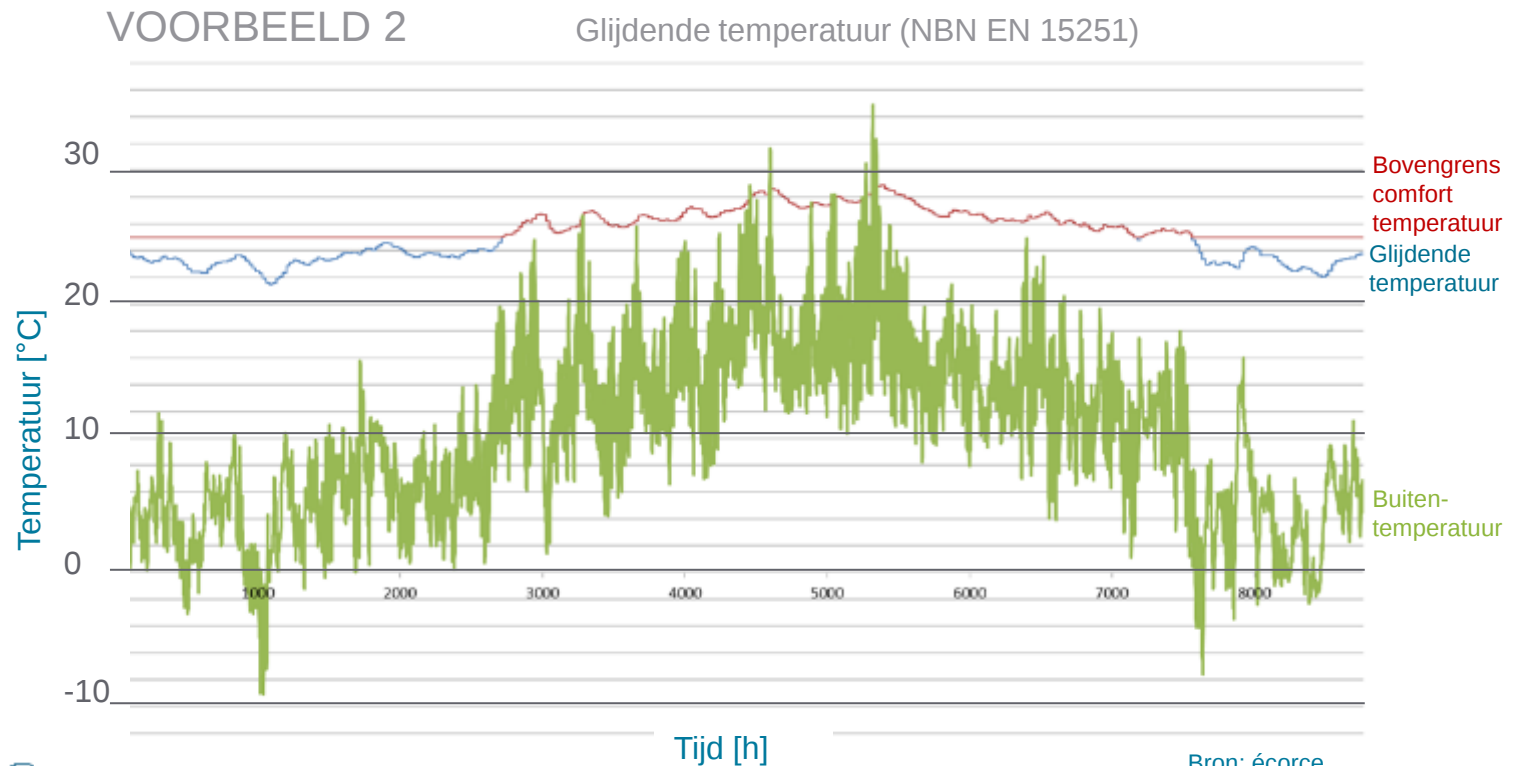
VOORBEELD 1: De temperatuur mag niet meer dan 25 °C  
bedragen gedurende meer dan 5% van de tijd  
Criterium van passiefcertificatie, volgens criteria van Passiefhuis-Platform



### Actieve of passieve koeling?

→ Hoe waarschijnlijk is het oververhittingsrisico?

- in tijdspercentage
- ten opzichte van een te bepalen temperatuur



Bron: écorce



## Actieve of passieve koeling?

- Bij ontwerp van woningen,

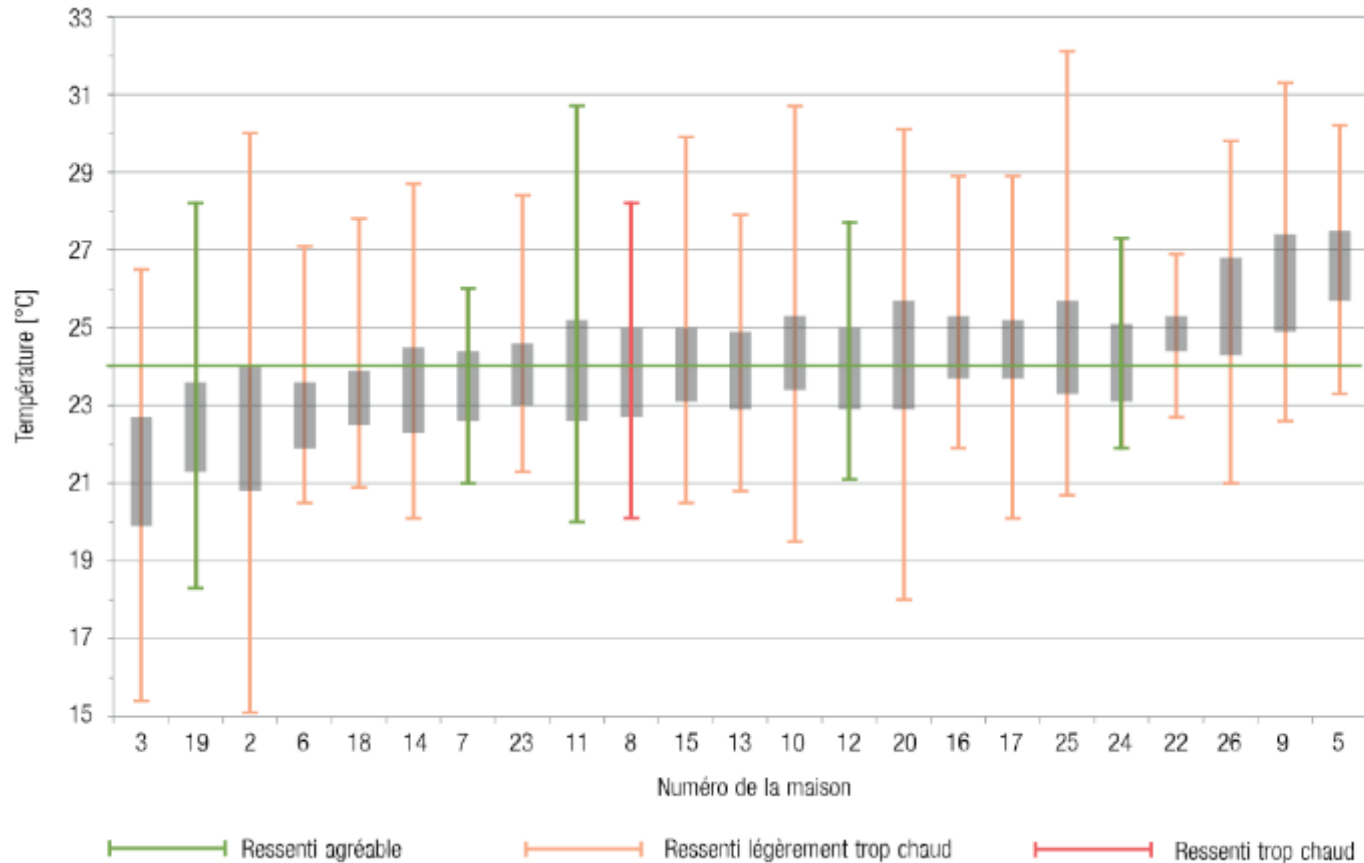
is actieve koeling een luxe...  
... met een energie- en milieukost!

- Bij ontwerp van tertiaire gebouwen

is elke situatie anders  
en moet bestudeerd worden



## In woningen



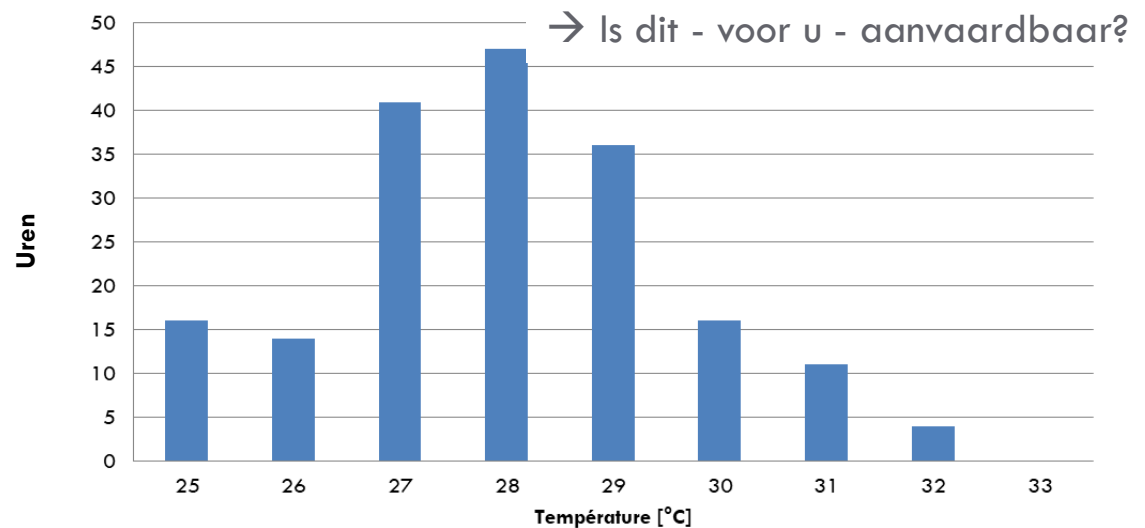
Binnentemperatuur in ouderlijke slaapkamer,  
 gemeten van 21/06 tot 22/09/16 van 22 tot 6 uur  
 Bron: Project MEASURE, WTCB - UCL



### In tertiaire gebouwen

- ▶ Actieve of passieve koeling?
  - Uitgangshypothesen?
  - Evaluatie
    - via dynamische simulatie
    - (Bij bestaand gebouw) evaluatie door monitoring
- Uitwisseling en interpretatie van de resultaten

Voorbeeld project “X” - Aantal uren oververhitting (op een jaar)



**Architectuur en luchtdichtheid >>> het beste compromis nastreven**





- ▶ Een duurzaam ontwerp vereist een geïntegreerde aanpak van de energie- en comfortaspecten
- ▶ De comfortparameters kunnen worden geobjectiveerd (bijvoorbeeld wat betreft het thermisch comfort)
- ▶ In een comfortabel gebouw verklaart 90 tot 95 % van de gebruikers zich tevreden
- ▶ Het garanderen van basiscomfort is een vereiste
- ▶ Om verder te gaan:
  - Moet rekening worden gehouden met het profiel van de toekomstige gebruikers en de opdrachtgevers
  - De gevoeligheid van het ontwerpteam maakt het mogelijk andere aandachtspunten te identificeren
  - Om een absoluut comfort te verzekeren moeten de technische, financiële en milieugevolgen in aanmerking worden genomen
- ▶ Comfort is een kwestie van consensus





## Gids duurzame gebouwen

[www.gidsduurzamegebouwen.brussels](http://www.gidsduurzamegebouwen.brussels)

- ▶ Thema I Welzijn, comfort en gezondheid in duurzame gebouwen  
Dossier I [Het thermisch comfort verzekeren](#)  
Dossier I [Zorgen voor visueel comfort dankzij natuurlijk licht](#)  
Dossier I [Het ademcomfort verzekeren](#)



## Websites

- ▶ Energie plus  
<https://energieplus-lesite.be/>
- ▶ Blog incub: artikel over de zes componenten van thermisch comfort  
<https://www.incub.net/les-six-composantes-du-confort-thermique/>



## Artikelen

- ▶ SPW Énergie Wallonie, 2018, Guide pratique pour les architectes, La conception globale de l'enveloppe et l'énergie, 2ieme Ed., ville  
<https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/guide-bleu-enveloppe-et-energie-optimise.pdf?IDR=41647>



**Florence GREGOIRE**

Projectingenieur

écorce nv

 + 32 4 226 91 60 [info@ecorce.be](mailto:info@ecorce.be)

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

