

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

ENERGIE : BASISPRINCIPES

LENTE 2025

... Voor welk comfortniveau?

Componenten van het comfort (hygrothermisch comfort, ademcomfort, enz.) : welke grenswaarden voor comfort en hoe de eigen doelstellingen bepalen?

Florence GREGOIRE

écoRce
INGENIERIE & CONSULTANCE



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



BEGRIIP COMFORT

BASISCOMFORT

COMFORT “A LA CARTE”



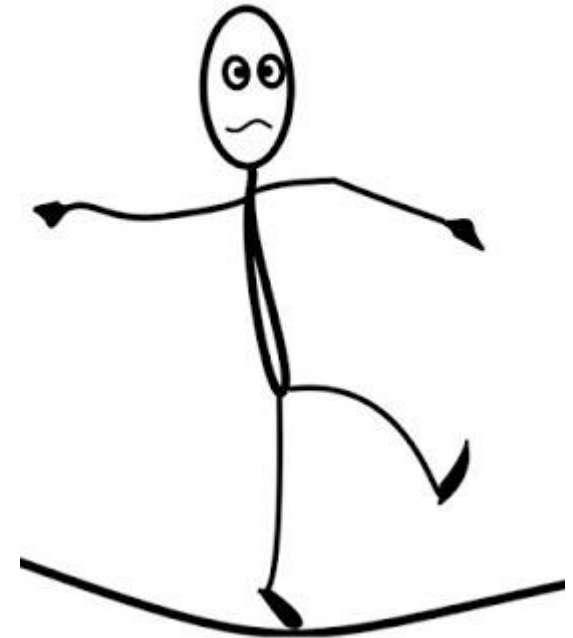
Verband tussen energie en comfort?



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 : écorce

Temperatuur van de wanden

Bron : écorce



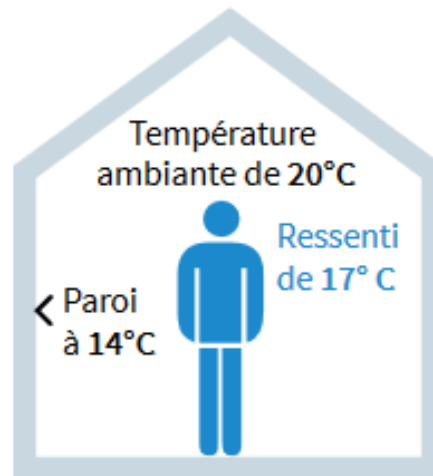
Ontwerp/regelparameters

Temperatuur van de lucht en de wanden

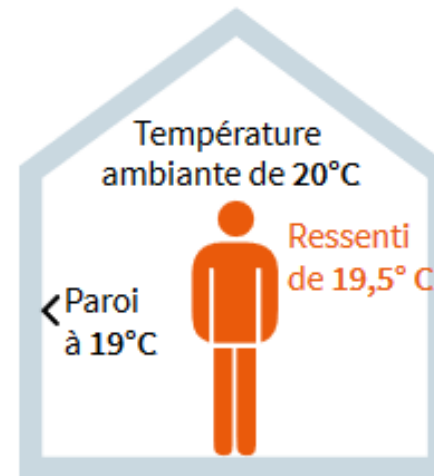
Welke invloed op de aangevoelde comforttemperatuur? (= operatieve temperatuur of resulterende droge temperatuur)

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

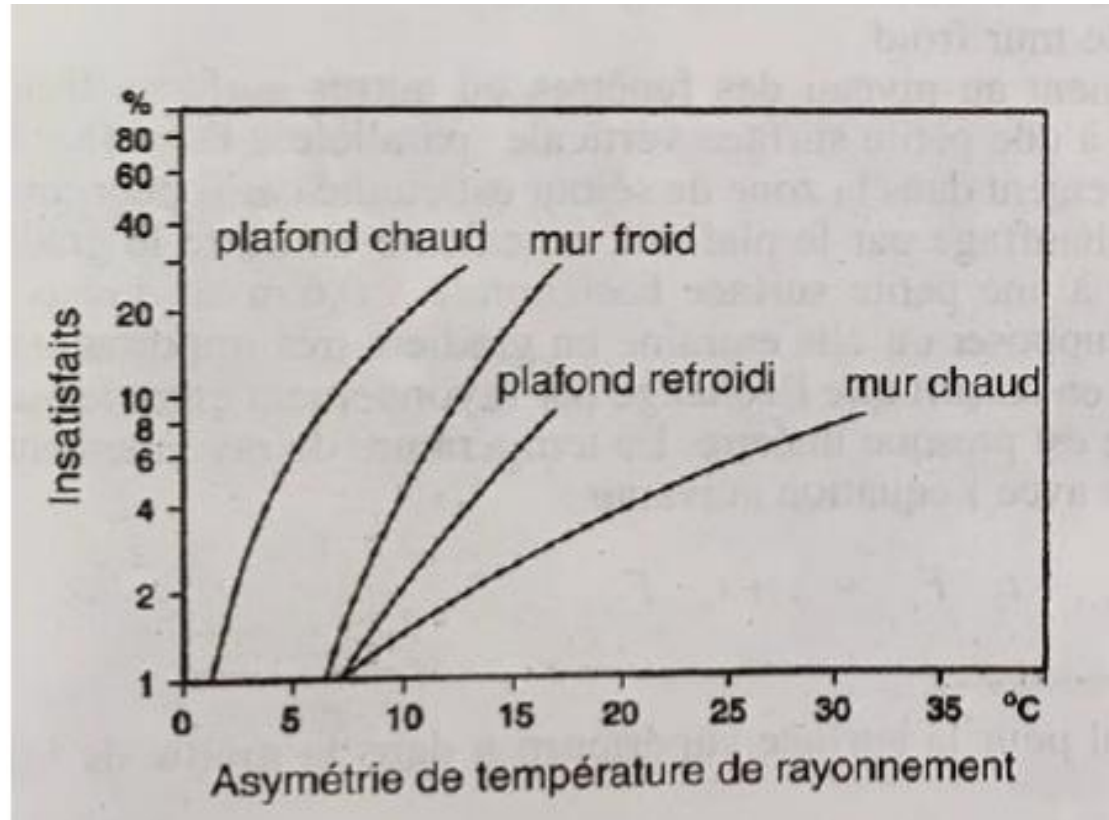


Bron: <https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels>



Ontwerp/regelparameters

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



Percentage ontevredenen wegens asymmetrie van de stralingstemperatuur

Bron: Recknagel 5^e 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.

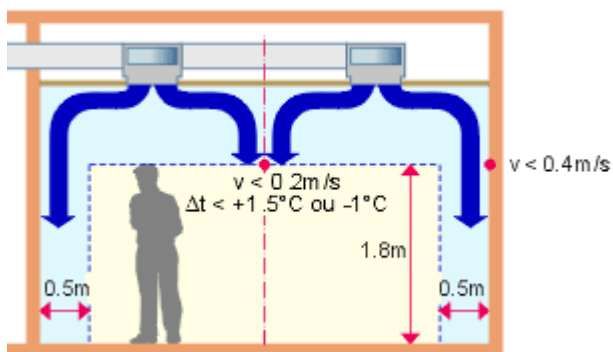
Bron: Energie plus



Ontwerp/regelparameters

- Luchtsnelheid

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

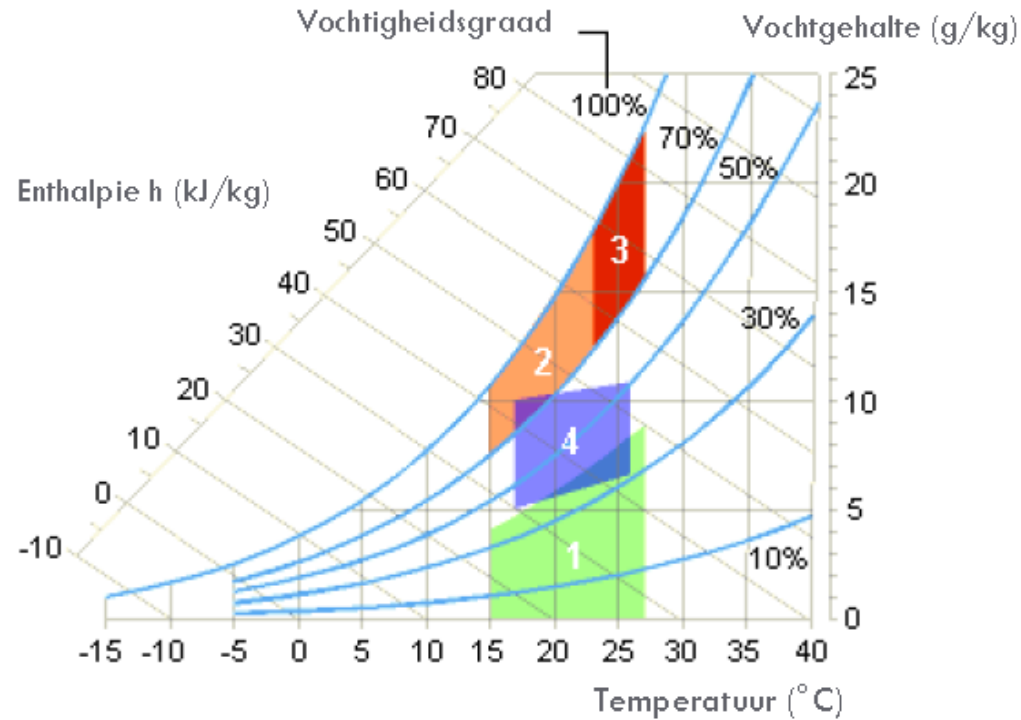


Bronnen: Energie plus, Trox, SIG air



Ontwerp/regelparameters

- Koppel luchttemperatuur / vochtigheid



Bron: R. Fauconnier

Zone 1: droogteproblemen.

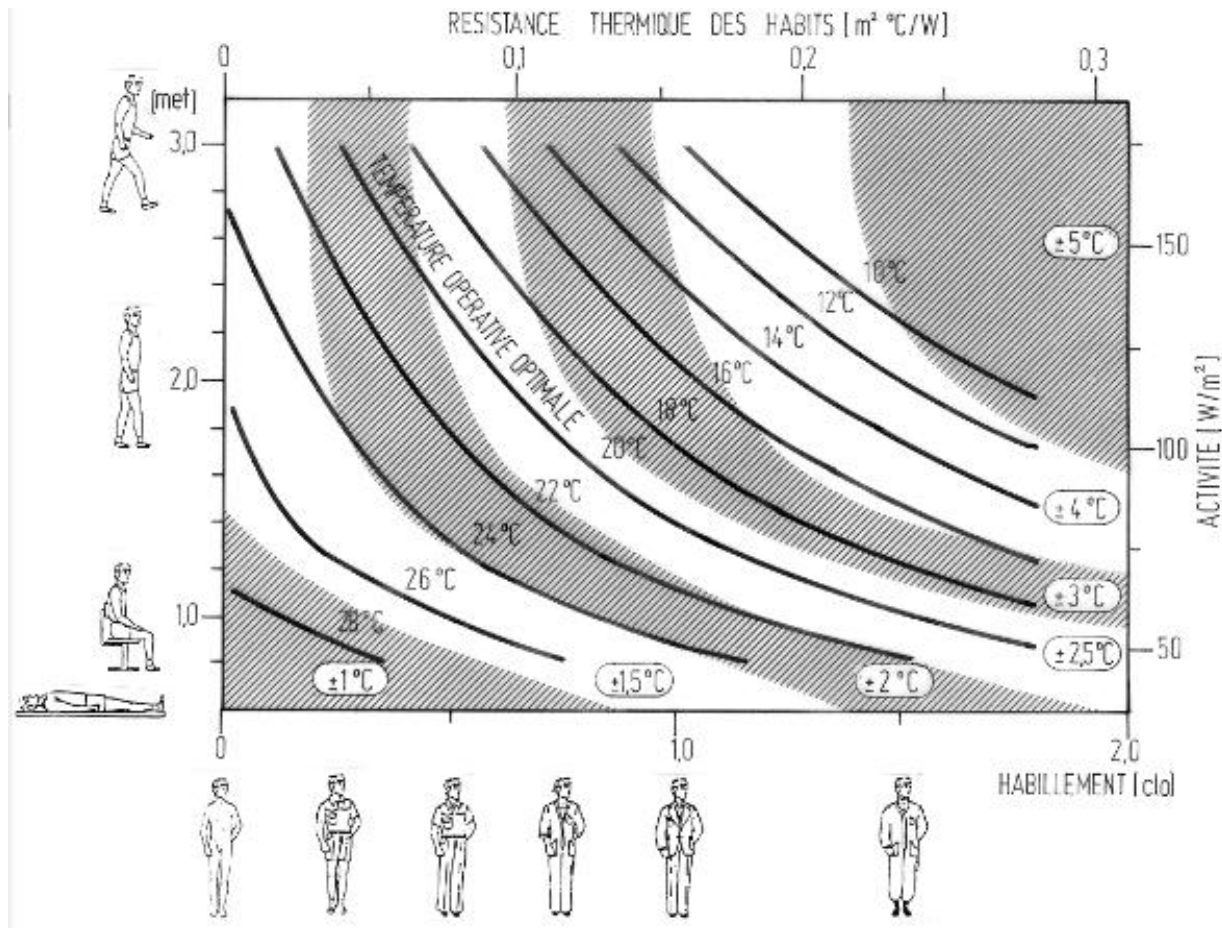
Zones 2 en 3: ontwikkeling van bacteriën en microzwammen.

Zone 3: ontwikkeling van mijtachtigen.

Zone 4: polygoon van hygrothermisch comfort



Gebruiksparameters



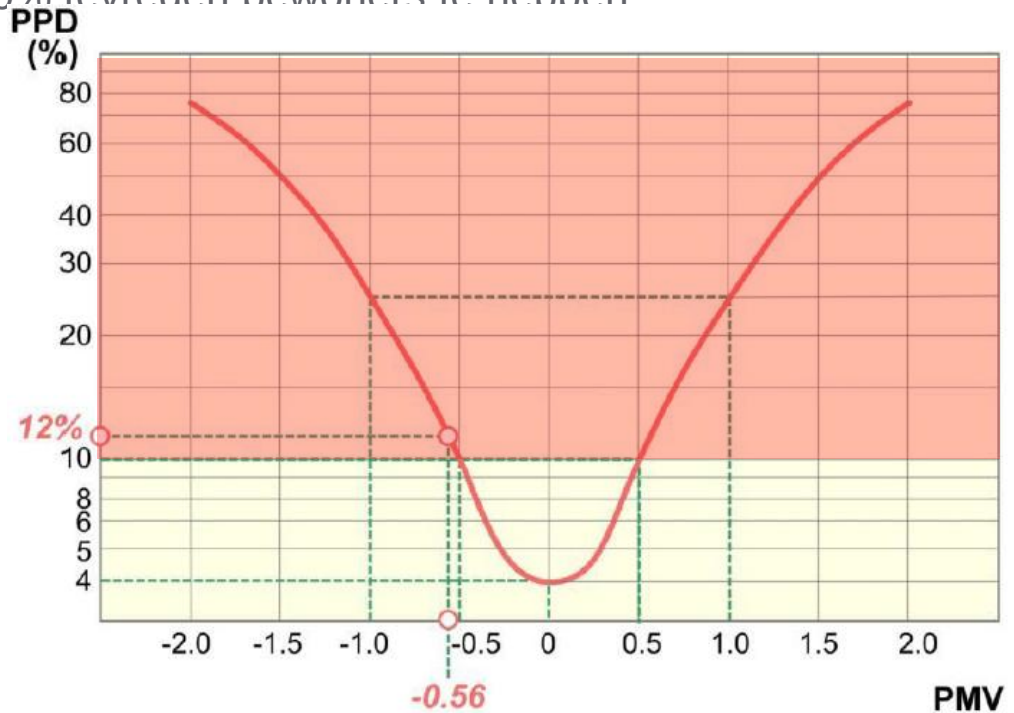
Ideale operatieve temperatuur rekening houdend met kleding en metabolisme

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 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



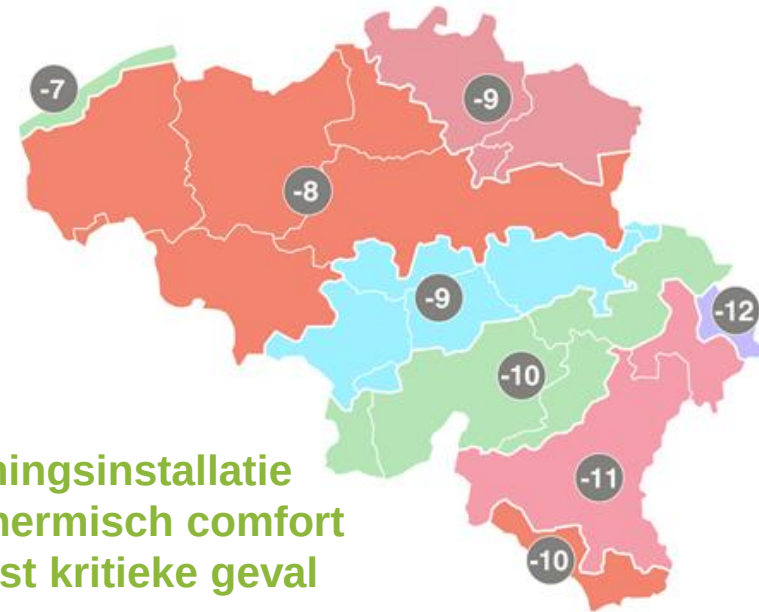
Verwarmen volgens de streefwaarden van de norm NBN EN 12831

- ▶ 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



BEGRIP COMFORT

BASISCOMFORT

- ▶ Verwarming
- ▶ **Sanitaire warmwaterproductie (SWW)**
- ▶ 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 (m^3/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)

CO₂

...

- het gebouw en zijn uitrustingen

VOS-uitstoot: tapijt, vinyl

Verf, lijm, oplosmiddelen

Printers, kopieertoestellen, faxtoestellen,

CO (open verbrandingstoestellen)

Condensatie en te grote vochtigheid

...

- Vervuilers verbonden aan de buitenomgeving

Radongas

Pollen

Fijne stofdeeltjes

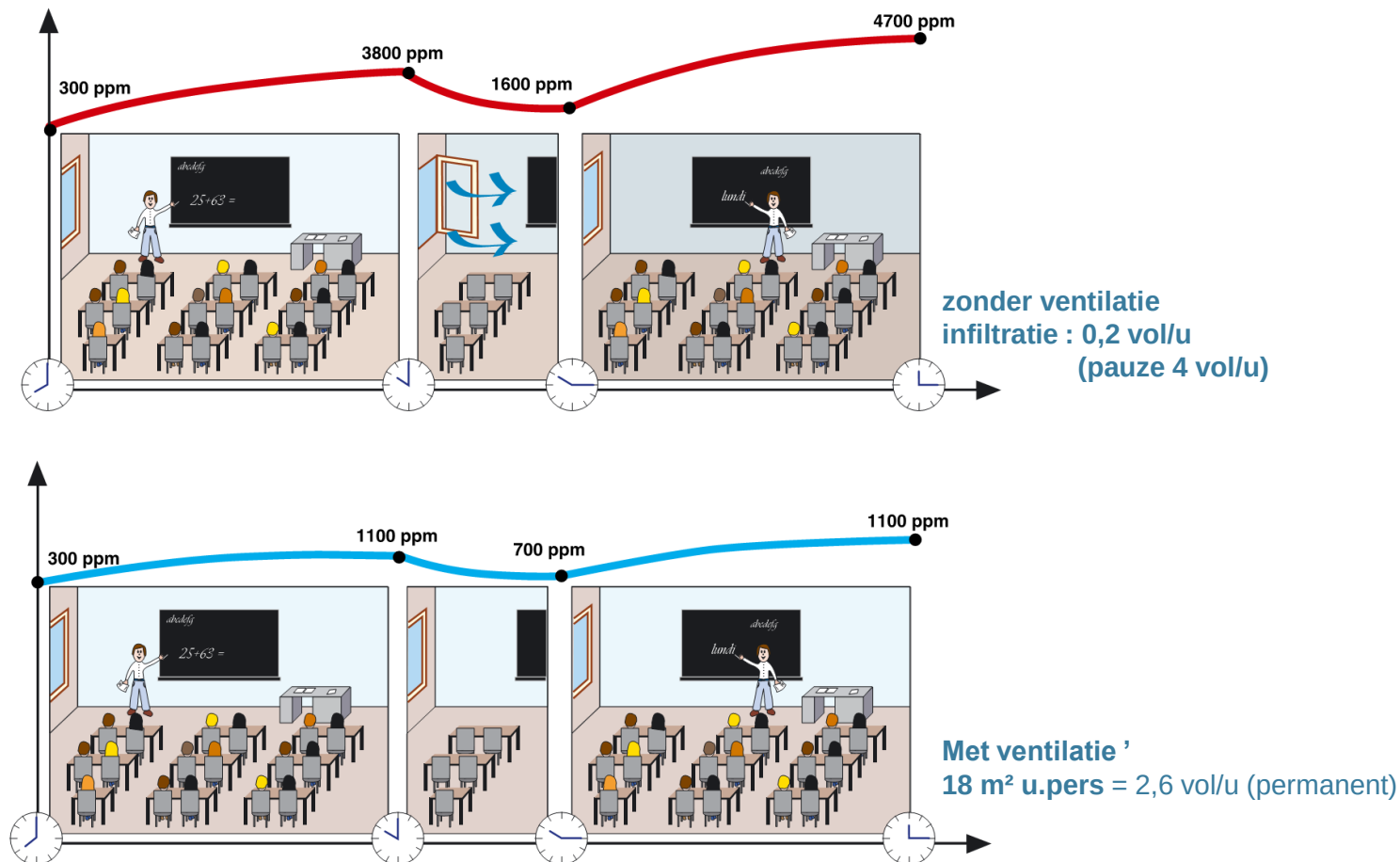
Vervuilende gassen

...



Voorbeeld van evolutie van CO₂-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





Bij voorbeeld : Actieve of passieve koeling ?



Voor een specifiek gebouw :

- Hoe waarschijnlijk is het oververhittingsrisico?
- in tijdspercentage
 - ten opzichte van een te bepalen temperatuur

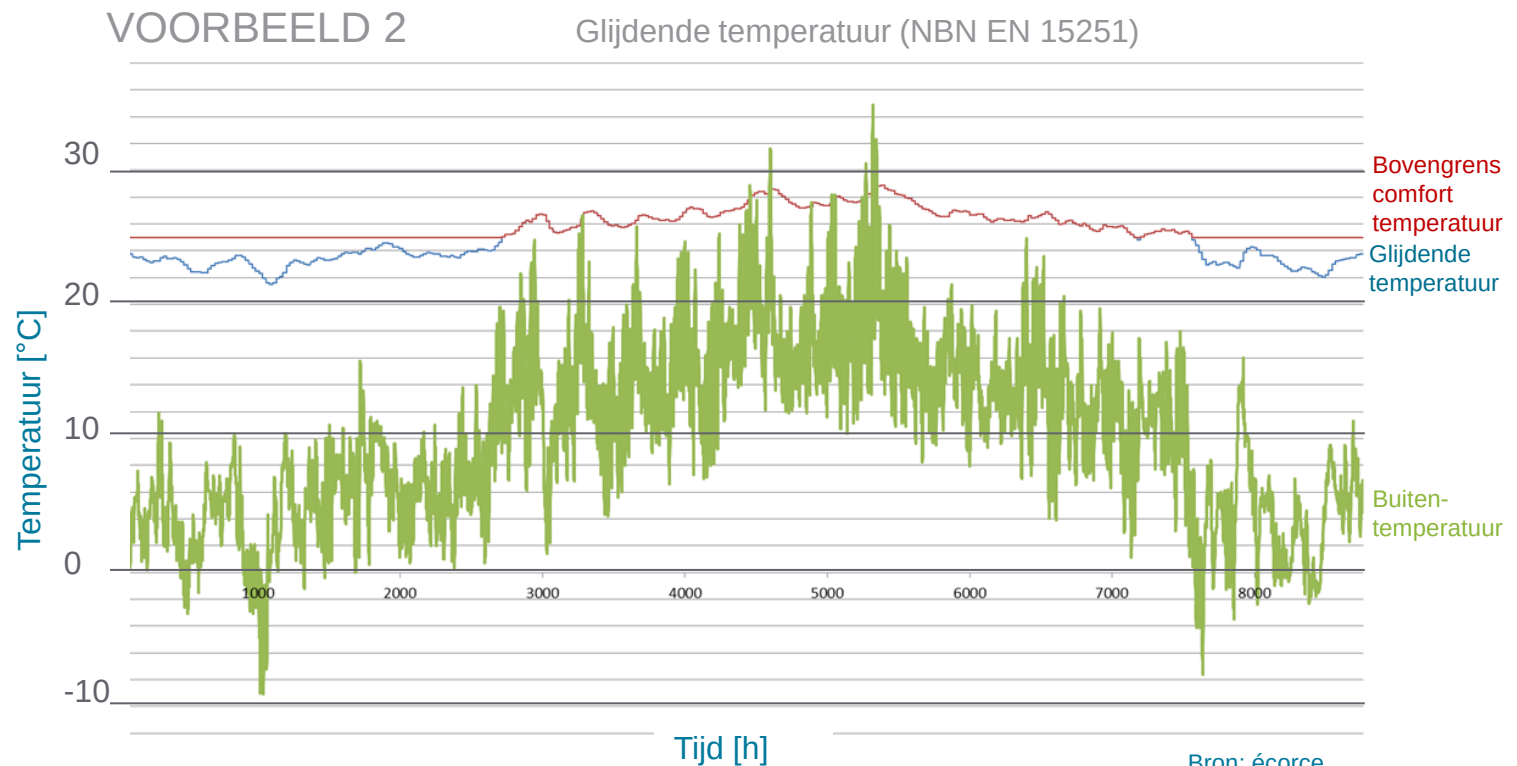
VOORBEELD 1: De temperatuur mag niet meer dan 25 °C
bedragen gedurende meer dan 5% van de tijd
Criterium van passiefcertificatie, volgens criteria van Passiefhuis-Platform



Voor een specifiek gebouw :

→ Hoe waarschijnlijk is het oververhittingsrisico?

- in tijdspercentage
- ten opzichte van een te bepalen temperatuur



Actieve of passieve koeling?

- Bij ontwerp van woningen,

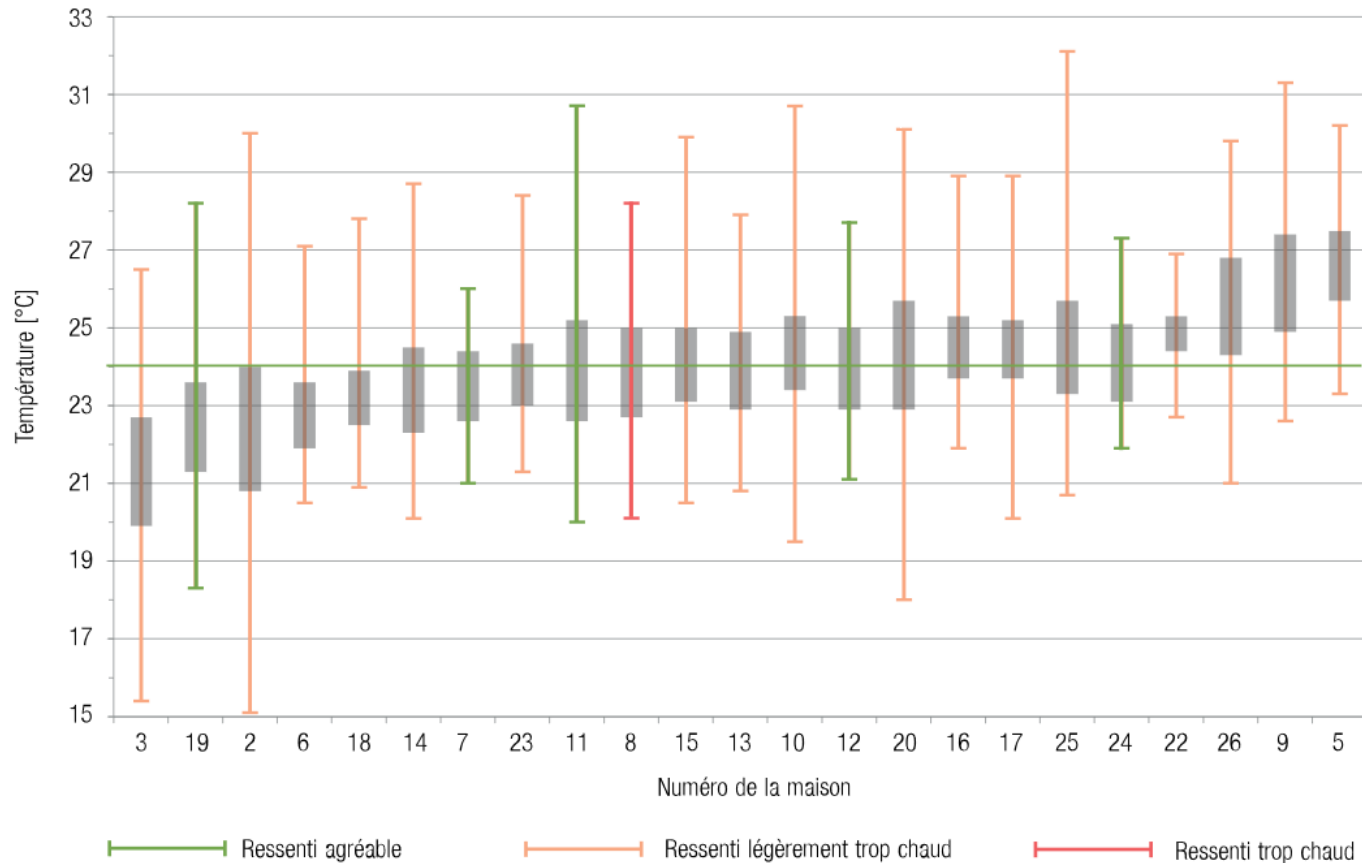
is actieve koeling een luxe...
... met een energie- en milieukost!

- Bij ontwerp van tertiaire gebouwen

is elke situatie anders
en moet bestudeerd worden



In woningen



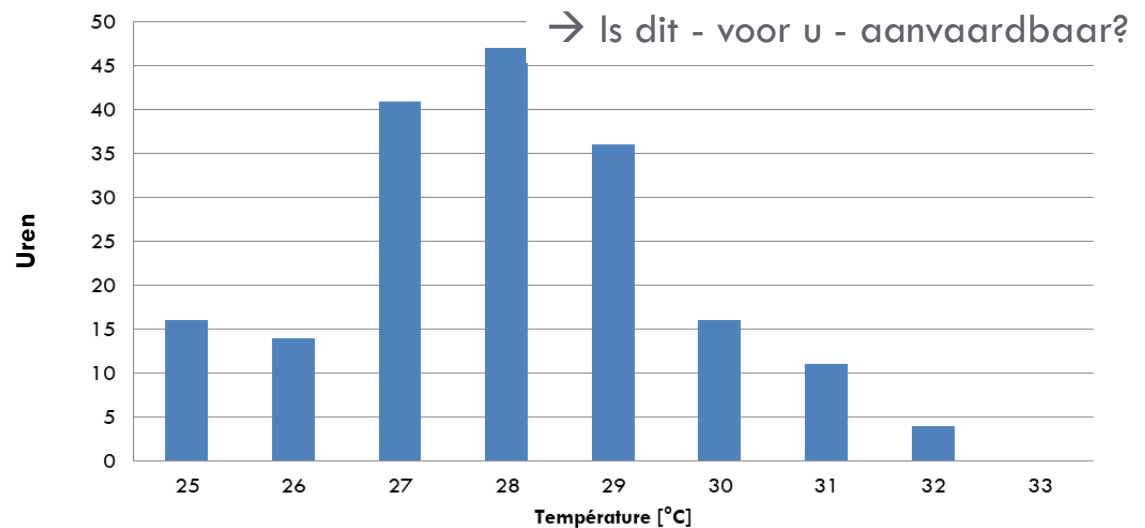
Binnentemperatuur in ouderlijke slaapkamer,
 gemeten van 21/06 tot 22/09/16 van 22 tot 6 uur
 Bron: Project MEASURE, Buildwise - UCL



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)





- ▶ 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

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



Opleidingen en seminars

- Schrijf u in voor de door Leefmilieu Brussel georganiseerde opleidingen
<https://leefmilieu.brussels/opleidingenduurzamegebouwen>

Raadpleeg [gratis](#) alle documentatie!





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

Ir projectverantwoordelijke
écorce nv

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

