

# OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

## ENERGIE: BASISPRINCIPES

LENTE 2020

Hoe het comfort verzekeren in de zomer?  
Beperking van de warmtewinst en koelingstrategieën



Julie RENAUX  
écorce  
LOGEMENTS CONSULTANTS



- ▶ Het begrip 'oververhitting' definiëren en vergelijken met het begrip 'thermisch comfort'
- ▶ De ontwerpstrategie voor zomers comfort voorstellen
- ▶ De verschillende manieren overlopen om oververhitting tegen te gaan



## INLEIDING

- ▶ **Begrippen**

- ▶ Uitdagingen

## DE TOEVOER BEPERKEN

- ▶ Toevoer door zoninstraling
- ▶ Interne toevoer

## DE REACTIES BEHEERSEN

- ▶ Van het gebouw
- ▶ Van de gebruikers

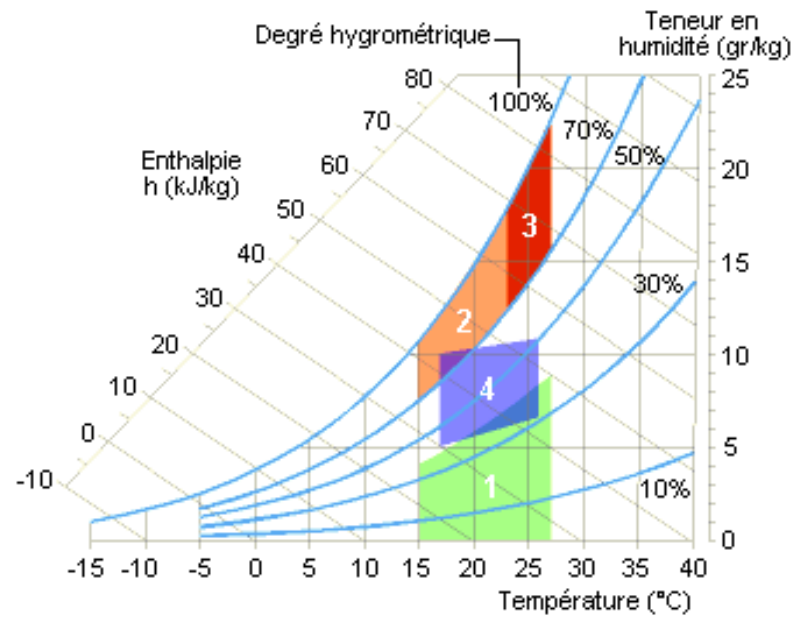
## AFVOEREN/KOELEN

- ▶ Passieve koeling
- ▶ Actieve koeling



## Herhaling - zomercomfort

- ▶ Verschillende invloedsfactoren - Objectieve factoren
  - Luchtsnelheid en -temperatuur
  - Temperatuur van de wanden
  - Blootstelling van de gebruiker aan direct zonlicht
  - Combinatie temperatuur/relatieve luchtvochtigheid



**Polygoon van hygrothermisch comfort (4)**



## Herhaling - zomercomfort

- ▶ Verschillende invloedsfactoren - Factoren eigen aan elk individu.

Het comfort hangt af van:

- gevoeligheid
- kleding
- metabolisme
- graad van activiteit
- leeftijd, gezondheidstoestand



Bron: CBE, 2017

⇒ **Comfort is subjectief**



## Oververhitting

- ▶ Men spreekt van de waarschijnlijkheid van het oververhittingsrisico
  - in tijdspercentage
  - ten opzichte van een te bepalen temperatuur
  
- ▶ Bijvoorbeeld in het kader van de passiefcertificatie, volgens criteria van het Plateforme Maison Passive

De temperatuur mag geen 25 °C overschrijden gedurende meer dan 5 % van de bezettingstijd.



## Oververhitting



- ▶ Hoe wordt oververhitting beoordeeld?  
Er moet een onderscheid worden gemaakt tussen energiestatistiek en comfort
- De EPB-software heeft tot doel de naleving van een op energiestatistiek gerichte regelgeving te controleren

DOEL? De milieu-impact van de gebouwen beperken

Bron: écorce

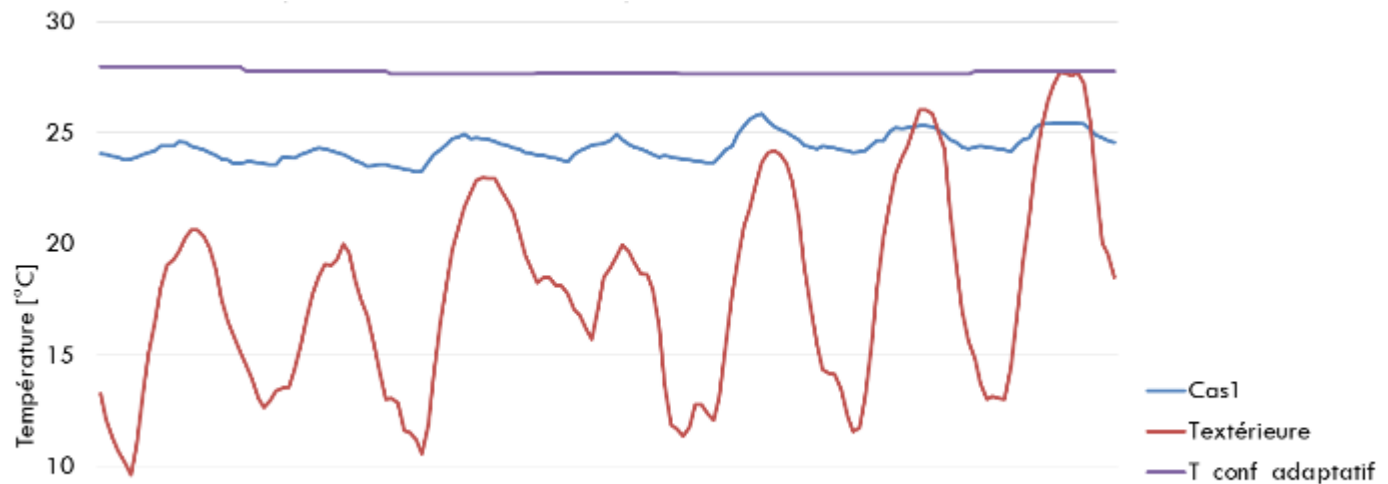


## Oververhitting

- ▶ Hoe wordt oververhitting beoordeeld?

Er moet een onderscheid worden gemaakt tussen energiestatistiek en comfort

- Het thermische comfort wordt beoordeeld aan de hand van een dynamische simulatie



Bron: écorce





## INLEIDING

- ▶ Begrippen

- ▶ **Uitdagingen**

## DE TOEVOER BEPERKEN

- ▶ Toevoer door zoninstraling

- ▶ Interne toevoer

## DE REACTIES BEHEERSEN

- ▶ Van het gebouw

- ▶ Van de gebruikers

## AFVOEREN/KOELEN

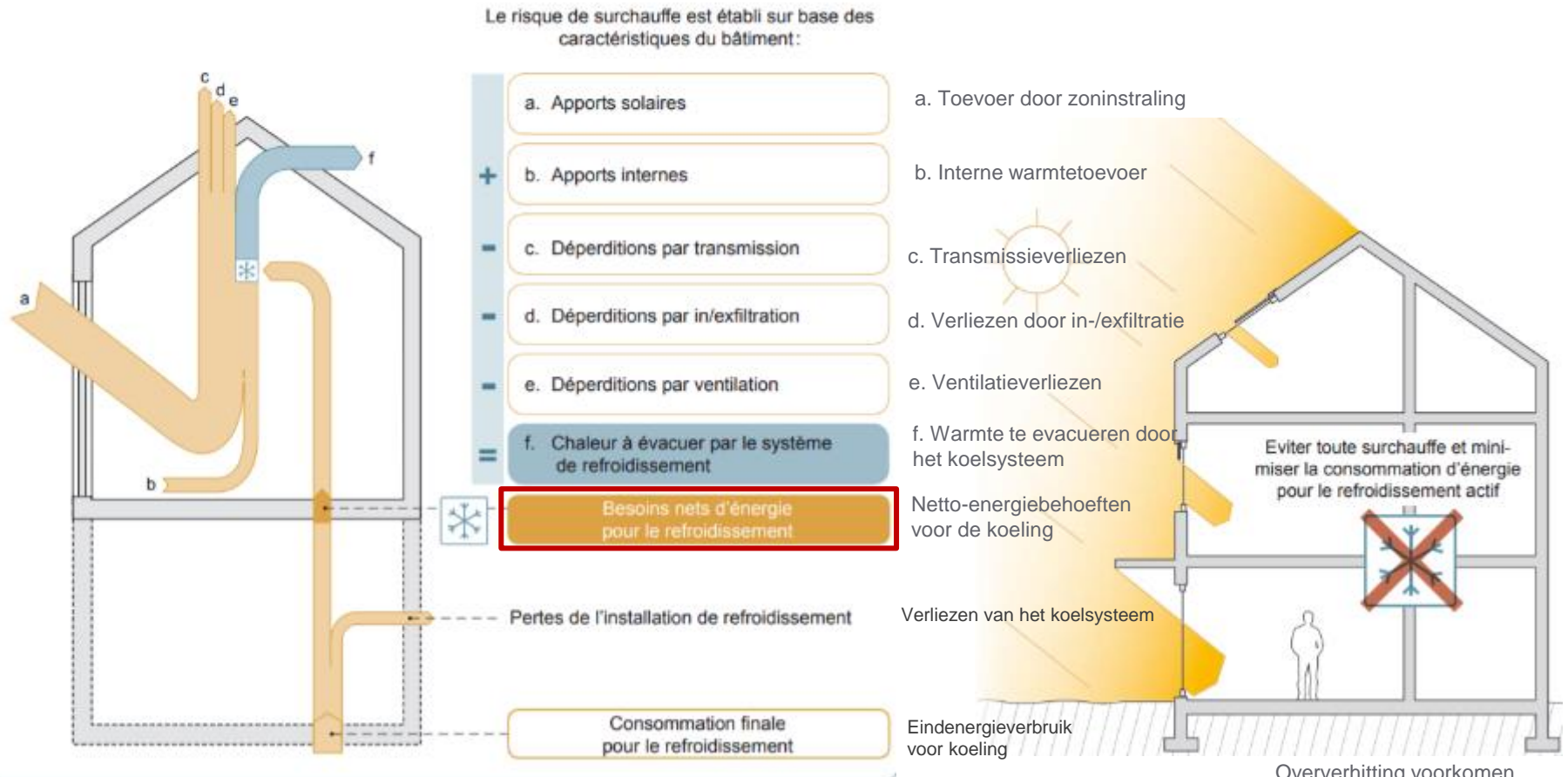
- ▶ Passieve koeling

- ▶ Actieve koeling



## Impact op het energieverbruik

- Energiebalans in de zomer

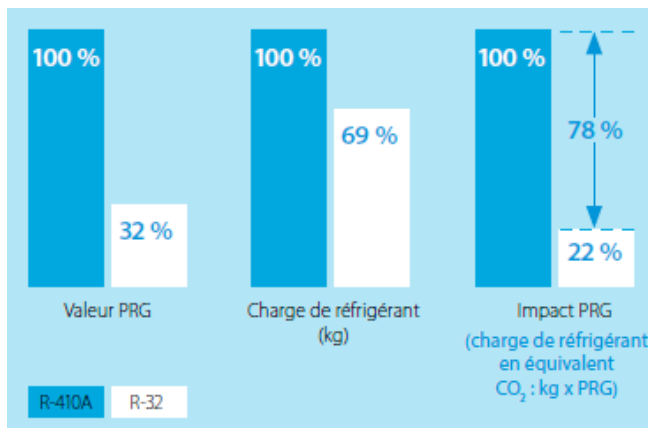
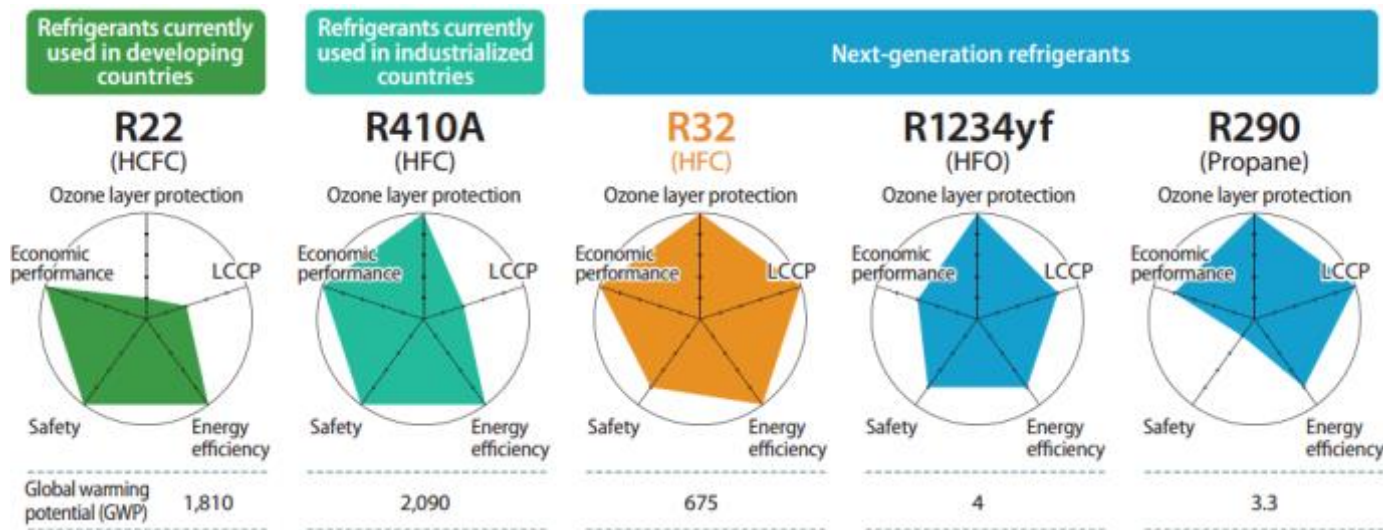


Bron: ULg CIFIUL



### Ecologische impact van de koelvloeistoffen

- ▶ R32 is een van de meest milieuvriendelijke koudemiddelen

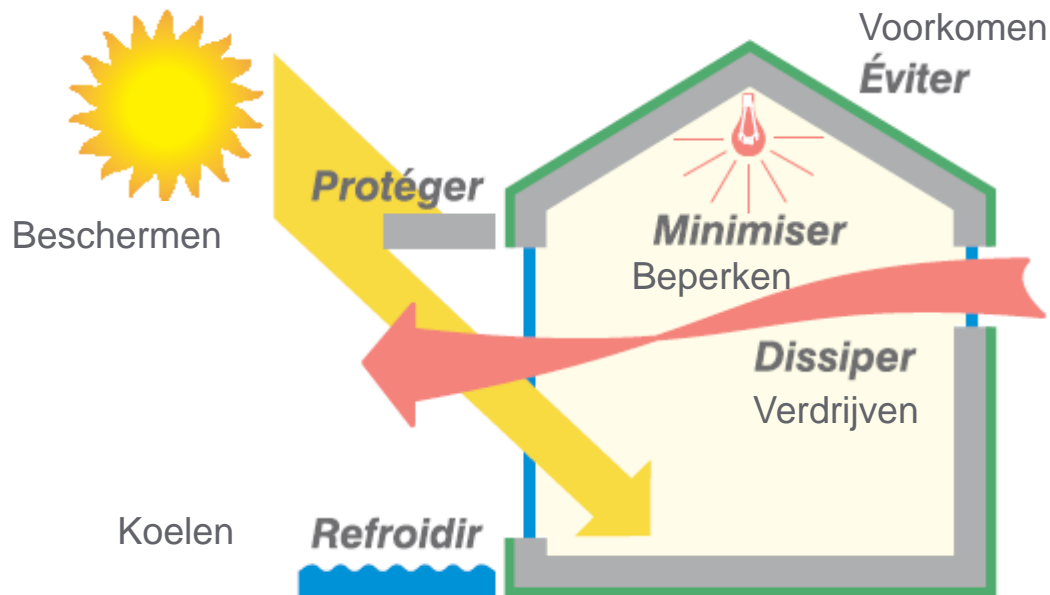


Bron: Daikin



## Strategie voor zomers comfort

- ▶ De warmtetoevoer tot een minimum beperken
  - ▶ Zorgen dat zo weinig mogelijk koelte verloren gaat
  - ▶ De warmte regelen en afvoeren door passieve maatregelen
- 
- ▶ Gebruik van actieve koeling als de voorgaande maatregelen ontoereikend blijken



Bron: UCL, Architecture & Climat



## INLEIDING

- ▶ Begrippen
- ▶ Uitdagingen

## DE TOEVOER BEPERKEN

- ▶ **Toevoer door zoninstraling**
- ▶ Interne toevoer

## DE REACTIES BEHEERSEN

- ▶ Van het gebouw
- ▶ Van de gebruikers

## AFVOEREN/KOELEN

- ▶ Passieve koeling
- ▶ Actieve koeling



## De toevoer door zoninstraling kan worden geregeld door tussen te komen op niveau van:

- ▶ De organisatie van de ruimten (op basis van de respectieve behoeften)
- ▶ De oriëntatie en de grootte van de vensters
- ▶ De zonnefactor voor het geheel van beglazing + zonwering
- ▶ De schaduwval op het venster (zonnescerm) met behoud van een voldoende lichttransmissie (ideaal > 50 %)

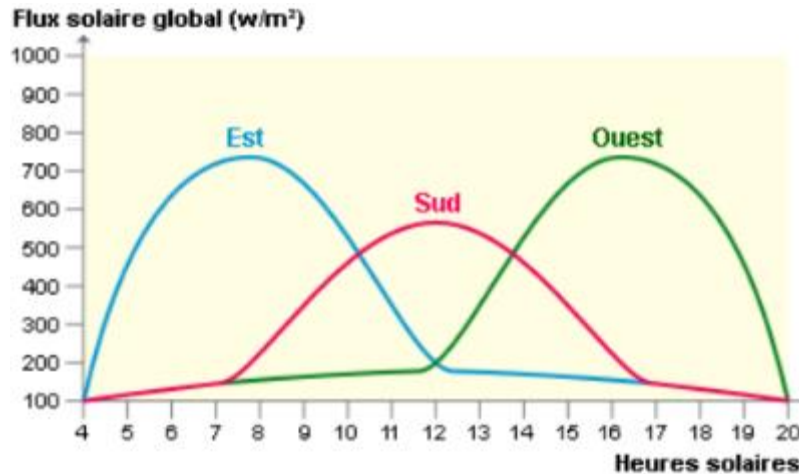
## Middelen die deze regeling mogelijk maken:

- ▶ Mobiele buitenzonweringen (ZF)
- ▶ Vaste buitenzonweringen (scherm)
- ▶ Zonwerende beglazing (ZF)

**Binnen- of plantaardige zonweringen zijn niet echt geschikt; ze zijn minder efficiënt en/of moeilijk te controleren.**



## Ligging, oriëntatie, plaats van de openingen



Warmtevermogen doorheen dubbele heldere beglazing in juni

Bron: Energie +



- ▶ 1 venster op het zuiden in juni op de middag = toevoer van 600 W/m<sup>2</sup>

⇒ **2 m<sup>2</sup> glas voor een lokaal van 10 m<sup>2</sup> is gelijk aan 120 W/m<sup>2</sup> verwarming!**



### Buitenomgeving: gebouwen en beplanting

- ▶ Plantenscherm door beplanting in de omgeving
  - ⇒ **Voorkeur voor bomen die hun bladeren verliezen om te profiteren van zonnewinsten in de winter**
- ▶ Beschaduwing door aangrenzende gebouwen
- ▶ Schaduw van het gebouw zelf
- ▶ Schaduw te wijten aan reliëf van de site





## Vaste buitenzonweringen



Architectes Associés



### Voordelen

- Geringe kosten
- Statisch en dus zeer betrouwbaar systeem
- Geen specifiek onderhoud
- Belemmert het zicht niet
- Lange levensduur

### Nadelen

- Bescherming varieert volgens stand van de zon en oriëntatie
- Beperkte flexibiliteit, kan de zonneprestaties in de winter verminderen
- Delicate dimensionering
- Geen bescherming tegen diffuse straling



## Mobiele buitenzonweringen - schermen/screens



Levolux & Schüco

### Voordelen

- Moduleerbaar, regelbaar volgens behoeften
- Efficiënt voor alle oriëntaties
- Bescherming tegen verblinding
- Grote keuze qua beschermingsgraad
- Visueel comfort (volgens maastype)

### Nadelen

- Hoge kosten
- Vereist een aangepaste regeling
- Dynamisch systeem, kan onbetrouwbaar zijn
- Beperkte levensduur (mechanisme)
- Zwakke lichttransmissie en belemmerd zicht in neergelaten stand bij dichte mazen
- Bescherming tegen wind te voorzien (automatische opening) → Zon + wind: binnenbescherming voorzien tegen verblinding
- Onderhoud



## Mobiele buitenzonweringen - lamellen



Architectes Associés

### Voordelen

Idem schermen maar:

- Goede lichttransmissie (bv. bij reflecterende lamellen)
- Goede zichtbaarheid naar buiten



A2M

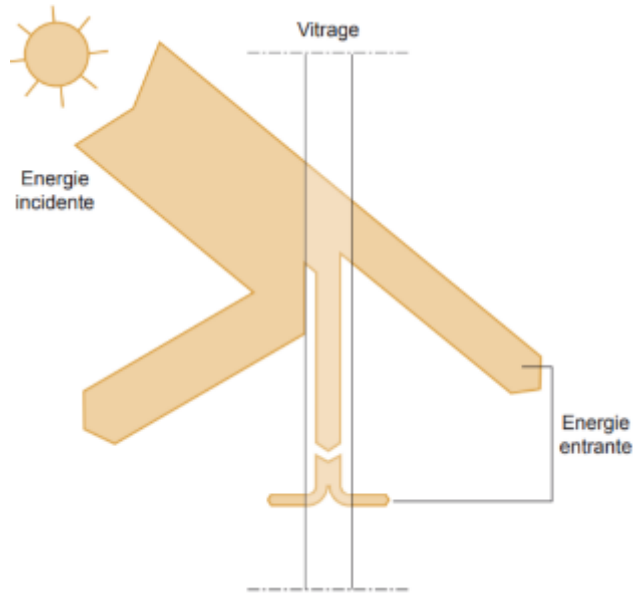
### Nadelen

Idem schermen maar:

Hogere kosten



## “Geïntegreerde” zonwering - lage zonnefactor (g)



Bron: ULg - CIFFUL

$$\text{Zonnefactor } (g) = \frac{\text{Inkomende energie}}{\text{Uitgaande energie}}$$

### Voordelen

- Geringe kosten
- Statisch, dus zeer betrouwbaar systeem
- Geen speciaal onderhoud
- Belemmert het zicht niet
- Aanzienlijke levensduur
- Efficiënt voor alle oriëntaties

### Nadelen

- Efficiëntie onveranderlijk waardoor deel van de zonnewinsten in de winter verloren gaat
- Vermindert de lichttransmissie het hele jaar door



### Zonweringen - Keuzecriteria

- ▶ Efficiëntie volgens seizoen en/of tijdstip en oriëntatie
- ▶ Regelprecisie
- ▶ Invloed op de zichtbaarheid
- ▶ Invloed op de lichttransmissie
- ▶ Esthetisch aspect
- ▶ Betrouwbaarheid
- ▶ Kostprijs

### In de praktijk, in België:

- ▶ Op het zuiden: vaste of mobiele zonweringen
- ▶ Op het westen en oosten: vaste (met zijstukken) of mobiele zonweringen
- ▶ Op het noorden: niets

⇒ = algemene regel, maar elk geval is afzonderlijk te bekijken!



## INLEIDING

- ▶ Begrippen
- ▶ Uitdagingen

## DE TOEVOER BEPERKEN

- ▶ Toevoer door zoninstraling
- ▶ **Interne toevoer**

## DE REACTIES BEHEERSEN

- ▶ Van het gebouw
- ▶ Van de gebruikers

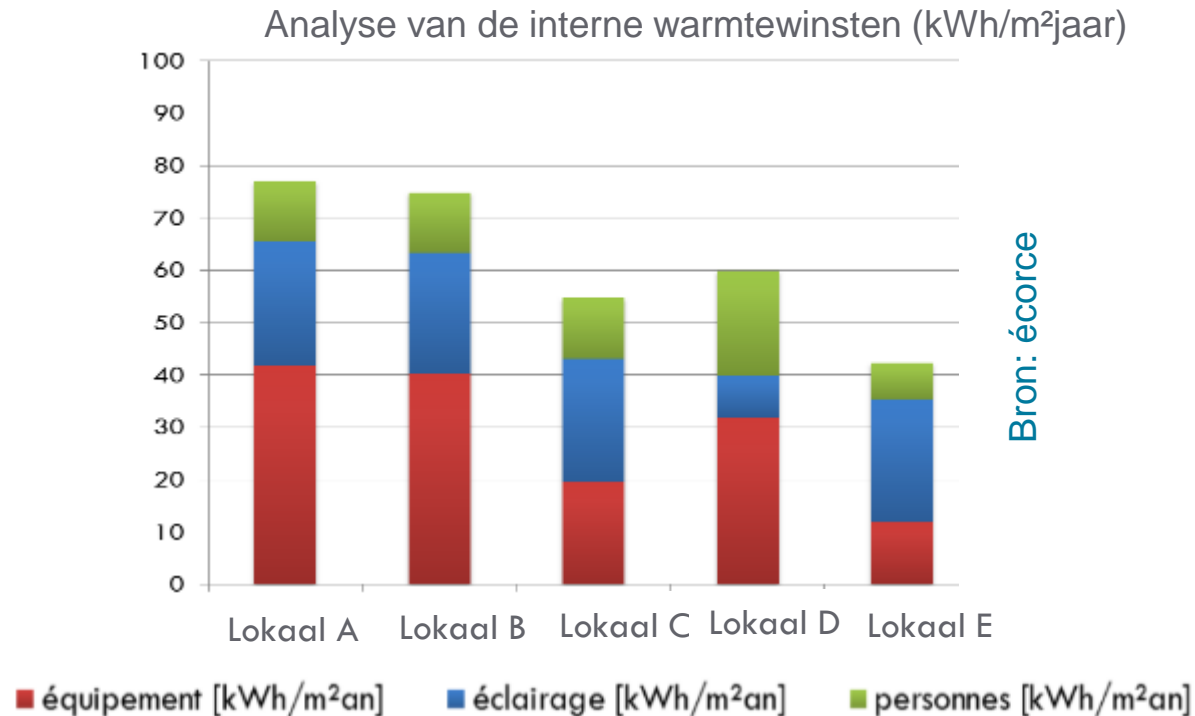
## AFVOEREN/KOELEN

- ▶ Passieve koeling
- ▶ Actieve koeling



## Bronnen

- ▶ Gebruikers
- ▶ Verlichting
- ▶ Computerapparatuur
- ▶ Elektrische huishoudtoestellen
- ▶ ...



## Strategie

- ▶ De interne toevoer beperken

⇒ **Grootteorde: streven naar max. 40 W/m<sup>2</sup> zodat geen actieve koeling nodig is**

- ▶ Indeling:

- Ruimtes met grote bezettingsgraad in het noorden inrichten
- Belangrijke bronnen van interne warmtetoevoer bij elkaar plaatsen, het aantal te behandelen lokalen beperken

⇒ **Voorbeeld: serverlokaal, lokaal voor printers ...**







## Enkele grootteordes

- ▶ Voor een lokaal van 10 m<sup>2</sup>, stemt 40 W/m<sup>2</sup> overeen met:
  - Scenario 1:  
1 persoon + performante verlichting + 1 desktopcomputer met flatscreen + 1 printer
  - Scenario 2:  
2 personen + performante verlichting + 2 desktopcomputers met flatscreen

	Warmteafgifte [W]
<b>Gebruikers (rustig zittend)</b>	70 W/pers.
<b>Oude verlichting</b>	20 W/m <sup>2</sup>
<b>Performante verlichting</b>	10 W/m <sup>2</sup>
<b>1 desktopcomputer</b>	100 W/m <sup>2</sup>
<b>1 desktopcomputer met flatscreen</b>	60 W
<b>1 laptop</b>	30 W
<b>1 printer</b>	140 W
<b>1 televisie</b>	150 W



## Kunstmatige verlichting

- ▶ Draagt bij tot het visueel comfort, volgens aanbevelingen van NBN EN 12464 Licht en verlichting - Werkplekverlichting (Deel 1 = binnen / Deel 2 = buiten)
- ▶ Maar ...
  - Energieverbruik
  - Interne toevoer



Bron: Energie +  
& Leefmilieu Brussel

Voorbeeld van een landschapskantoor

Oppervlakte:	$\pm 12 \text{ m}^2/\text{pers}$
Geïnstalleerd vermogen – verlichting	$10 \text{ W/m}^2$

Dit betekent een vermogen van **120 W** per werkpost

Te vergelijken met

- het vermogen afgegeven door een menselijk lichaam: +/- 70 W
- het vermogen van de kantorelektronica
- een draagbare computer: +/- 30 W
- een desktopcomputer met een scherm: +/- 100 W
- een laserprinter: 150 - 250 W (vermogen in stand-by: 70 W)



## De kunstmatige verlichting optimaliseren

- ▶ De behoefte beperken door een ontwerp dat natuurlijke verlichting bevordert
- ▶ Gebruik van efficiëntere apparatuur die minder warmte afgeeft
  - Oude verlichting met geringe prestaties: variabel (van 10 tot 25 W/m<sup>2</sup>)  
→ Nieuwe performante verlichting 6 W/m<sup>2</sup> met LED
- ▶ Maar kunstmatig verlichten als het echt nodig is.  
Elk geval apart optimaliseren door:
  - Regeling afhankelijk van de natuurlijke verlichting (lichtsensor)  
→ Gedifferentieerde regeling van de verlichtingstoestellen dichtbij/veraf van de natuurlijke lichtbronnen (indeling in zones)
  - Aanwezigheid/afwezigheidsdetectoren
  - Klok



## INLEIDING

- ▶ Begrippen
- ▶ Uitdagingen

## DE TOEVOER BEPERKEN

- ▶ Toevoer door zoninstraling
- ▶ Interne toevoer

## DE REACTIES BEHEERSEN

- ▶ **Van het gebouw**
- ▶ Van de gebruikers

## AFVOEREN/KOELEN

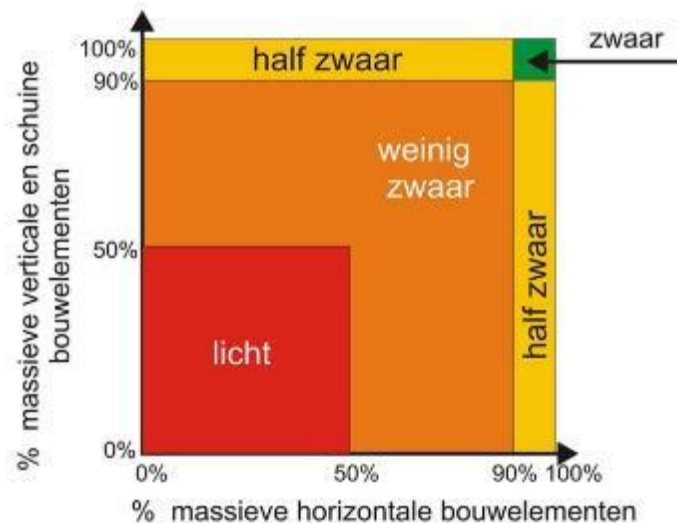
- ▶ Passieve koeling
- ▶ Actieve koeling



## Profiteren van de thermische inertie van het gebouw

- ▶ Inertie = vermogen van een materiaal om warmte op te slaan en om ze beetje bij beetje terug af te geven.
- ▶ Hoe zwaarder een materiaal, hoe groter de inertie

⇒ **“Zwaar” bouwelement:  $m_s \geq 100 \text{ kg/m}^2$**



Definitie van het inertieniveau volgens de EPB-regelgeving



## DE REACTIES VAN HET GEBOUW

## Profiteren van de thermische inertie van het gebouw

- ▶ Inertie = vermogen van een materiaal om warmte op te slaan en om ze beetje bij beetje terug af te geven.
- ▶ Hoe zwaarder een materiaal, hoe groter de inertie
  - ⇒ **“Zwaar” bouwelement:  $m_s \geq 100 \text{ kg/m}^2$**
- ▶ Om efficiënt te zijn, moet de massa toegankelijk zijn



Houtskelet  
(muren/structuur/vloeren)

**Licht**

Muur met geïsoleerde  
binnenvoorzetwand



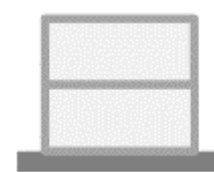
Gebouw mix zware muren  
+ houten vloer/structuur

**Niet zwaar**



Gebouw mix zware  
muren/vloeren +  
houtstructuur

**Halfzwaar**



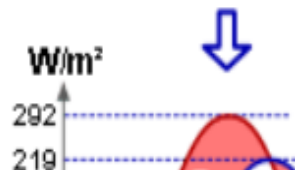
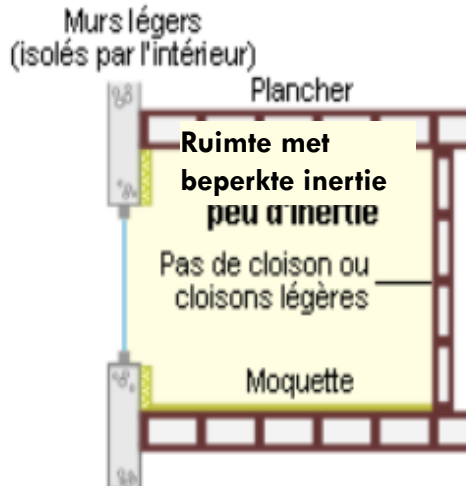
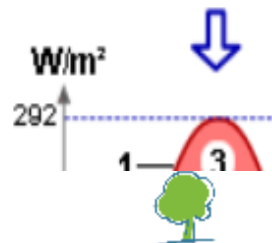
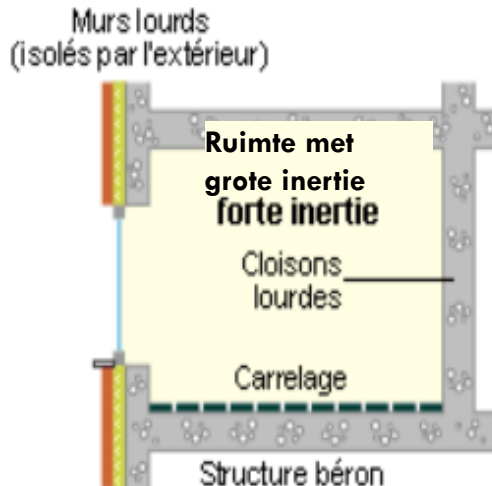
Gebouw 100 % beton

**Zwaar**



## Profiteren van de thermische inertie van het gebouw

- ▶ Belang
  - Langere faseverschuiving
    - warmteafgifte op minder kritieke momenten (einde dag/nacht)
  - “Afvlakken” van warmtepieken
    - stabiel(er) thermisch gedrag van het gebouw
    - vangt beter schommelingen in buitentemperatuur op



- 1 : apports instantanés
- 2 : charge réelle retardée
- 3 : chaleur emmagasinée
- 4 : chaleur restituée

Bron: Energie +

## INLEIDING

- ▶ Begrippen
- ▶ Uitdagingen

## DE TOEVOER BEPERKEN

- ▶ Toevoer door zoninstraling
- ▶ Interne toevoer

## DE REACTIES BEHEERSEN

- ▶ Van het gebouw
- ▶ **Van de gebruikers**

## AFVOEREN/KOELEN

- ▶ Passieve koeling
- ▶ Actieve koeling





### Verschillende factoren

- ▶ Aanpassing kledij (of niet)
- ▶ Mogelijkheid om op het comfort in te spelen
  - Vensters die open kunnen?
  - Mogelijkheid om thermische trek te creëren?
- ▶ Informatie, opleiding
- ▶ Responsabilisering



## INLEIDING

- ▶ Begrippen
- ▶ Uitdagingen

## DE TOEVOER BEPERKEN

- ▶ Toevoer door zoninstraling
- ▶ Interne toevoer

## DE REACTIES BEHEERSEN

- ▶ Van het gebouw
- ▶ Van de gebruikers

## AFVOEREN/KOELEN

- ▶ **Passieve koeling**
- ▶ Actieve koeling



## Passieve maatregelen



- ▶ Oplossingen zonder gebruik van koelmachine
- ▶ Passieve oplossingen kunnen ook elektrische energie verbruiken:
  - Voeding ventilatoren
  - Gemotoriseerd beheer van openingen
  - ...



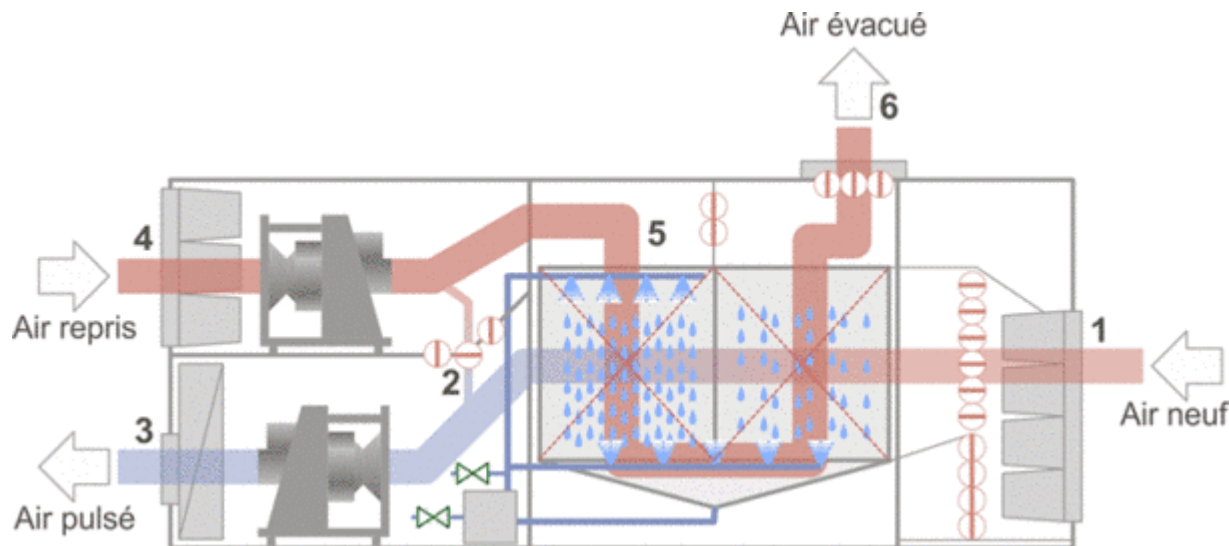
### Hygiënische ventilatie - inlaat van warme lucht tot een minimum beperken

- ▶ Het ventilatiedebiet beperken tot het strikt noodzakelijke om aan de hygiënische behoeften te voldoen
- ▶ Warmtewisselaar om de ingebrachte lucht te koelen.
- ▶ Als  $T_{\text{buitenlucht}} < T^{\circ}_{\text{binnenlucht}} \rightarrow$  warmtewisselaar bypassen.



### Hygiënische ventilatie - adiabatische koeling

- ▶ Afvoerlucht bevochtigt voor of in de warmtewisselaar
- ▶ Het water verdampt en absorbeert de calorieën van de lucht → de lucht koelt af
- ▶ Efficiënt bij een groot debiet → Geschikt voor tertiaire en industriële toepassingen



Bron: Energie +



## Intensieve ventilatie / free-cooling - Principe



▶ Let op! ≠ hygiënische ventilatie

▶ Doel:

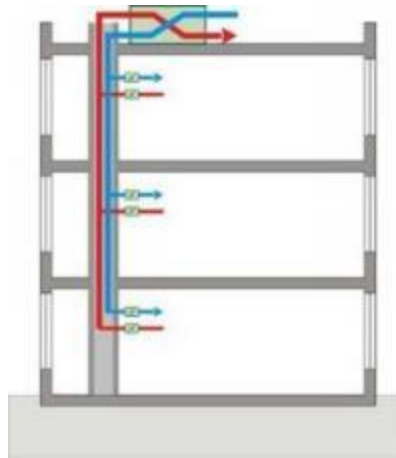
- de warme binnenlucht vervangen door koelere buitenlucht,
- de thermische massa van het gebouw ontladen (hoe groter de thermische massa van het gebouw, hoe doeltreffender).

⇒ **Intensieve ventilatie maakt de koeling van het gebouw mogelijk met een beperkt vermogen dat vaak voldoende is in de winter of in het tussenseizoen.**



## Intensieve ventilatie / free-cooling - Methodes

- ▶ Via mechanische ventilatie
  - luchtverplaatsing door middel van ventilatoren. Doorgaans via hygiënisch ventilatienet
  - Vaak aangetroffen debiet intensieve ventilatie  $\gg$  hygiënisch debiet  
 $\approx 8$  vol/h  $\approx 1$  vol/h



Bron: Leefmilieu Brussel

### Voordelen

- Debietbeheersing

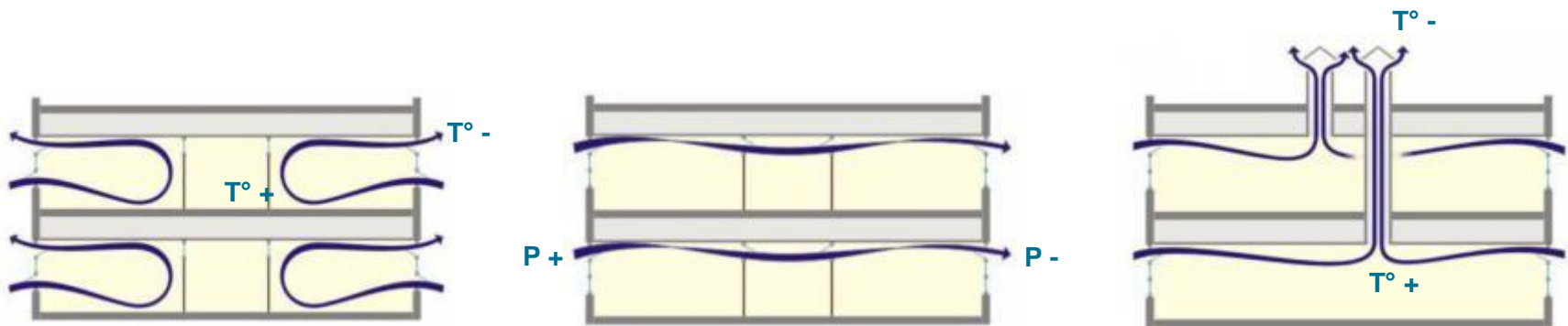
### Nadelen

- Elektriciteitsverbruik van de groep
- Overdimensionering van het net (groep en kanalen)



## Intensieve ventilatie / free-cooling - Methodes

- ▶ Via mechanische ventilatie
- ▶ Via natuurlijke ventilatie
  - Eenzijdige ventilatie – schoorsteeneffect ( $\Delta t^\circ$ )
  - Transversale ventilatie – windeffect ( $\Delta p_{\text{vent}}$ )
  - Verticale ventilatie - schoorsteeneffect ( $\Delta t^\circ$ )



Bron: UCL

Efficiëntie

### Voordelen

- Passieve natuurlijke methode, zonder verbruik ventilatoren

### Nadelen

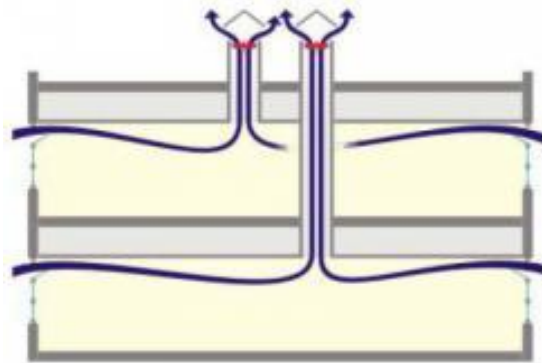
- Beheer en integratie van de openingen
- Variabel debiet volgens klimaatomstandigheden





## Intensieve ventilatie / free-cooling - Methodes

- ▶ Via mechanische ventilatie
- ▶ Via natuurlijke ventilatie
- ▶ Via hybride ventilatie
  - Natuurlijke inblazing + mechanische afvoer (meest frequent)
  - Mechanische inblazing + natuurlijke afvoer



Bron: UCL

### Voordelen

- Eenvoudiger te plaatsen
- Debietbeheersing

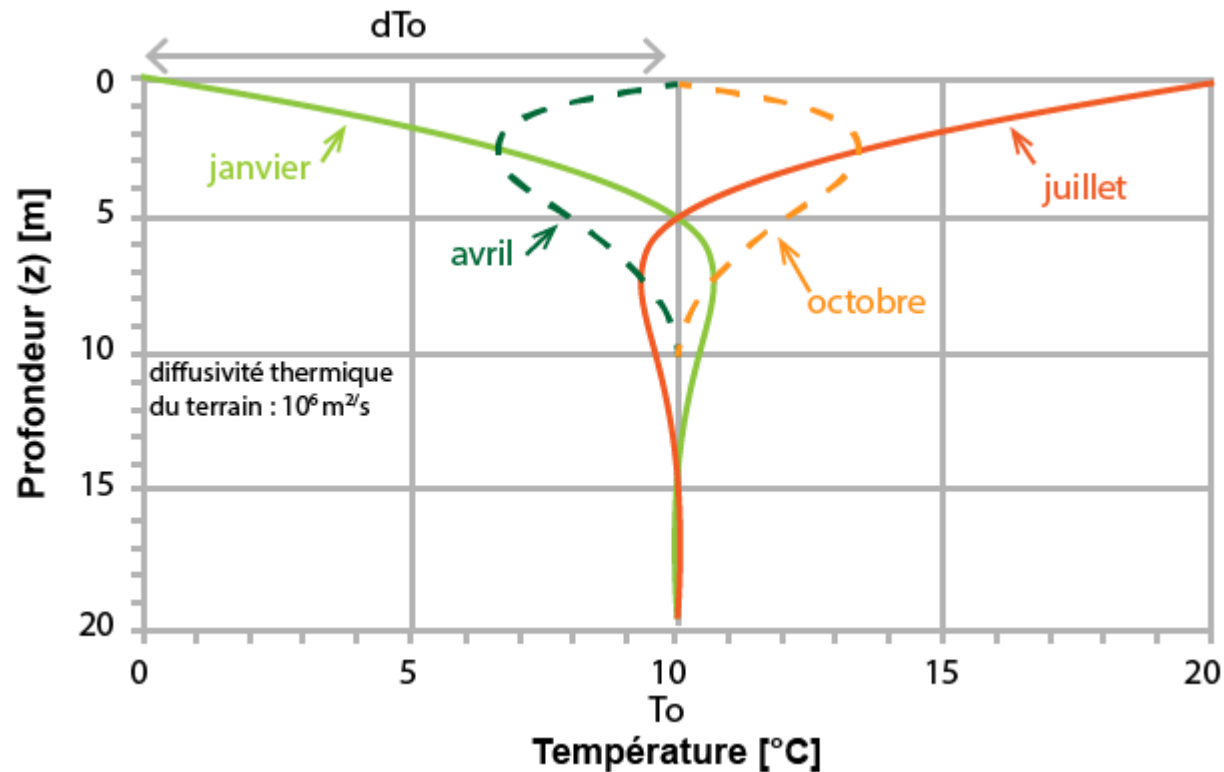
### Nadelen

- Beheer van openingen
- Verbruik van de ventilatoren



## Geocooling

- ▶ Recuperatie van koelte van de grond via geothermische sondes waarin water circuleert (gesloten net)
- ▶ Voor diepte  $\geq 10\text{m}$ ,  $t^\circ \approx 10 \dots 12 \text{ }^\circ\text{C}$



Jaarlijkse schommeling grondtemperatuur volgens diepte

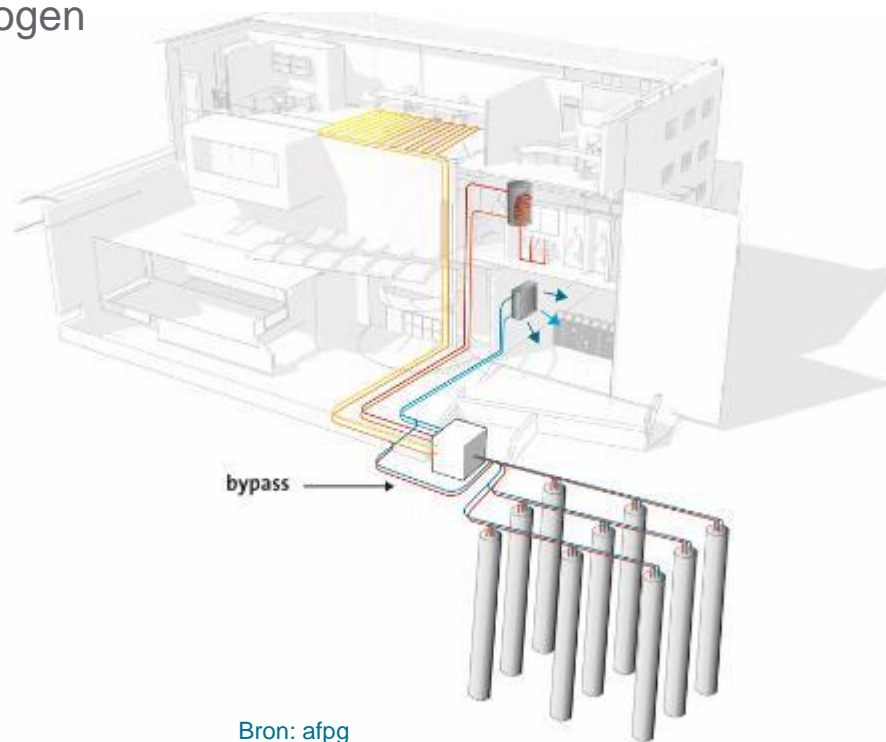
Bron: Energie +



## Geocooling



- ▶ Geocooling  $\neq$  Geothermie  
Geen warmtepomp                      Gebruik van warmtepomp
- ▶ Via bypass warmtepomp
- ▶ Verdeling van het geproduceerde koud water naar koelplafonds, actieve vloerplaten of luchtbehandelingsgroepen of ventilatorconvectoren
- ▶ Beperkt vermogen



## INLEIDING

- ▶ Begrippen
- ▶ Uitdagingen

## DE TOEVOER BEPERKEN

- ▶ Toevoer door zoninstraling
- ▶ Interne toevoer

## DE REACTIES BEHEERSEN

- ▶ van het gebouw
- ▶ Van de gebruikers

## **AFVOEREN/KOELEN**

- ▶ Passieve koeling
- ▶ **Actieve koeling**



## Principe

- ▶ Gebruik van een koelmachine om de warmte uit de lokalen te onttrekken en naar buiten te voeren
  - ⇒ **Stroomverbruik!**
- ▶ De koelmachines werken door energieoverdracht gebaseerd op faseverandering van een koelvloeistof → Warmtepomp
  - Geothermische warmtepomp
  - Lucht/lucht warmtepomp
  - Lucht/water warmtepomp
  - ...
- ▶ Bij omkeerbare technologie kan de koelmachine ook warmte produceren in de winter.



## Principe

- ▶ 3 hoofdtypes van systeem, volgens transportwijze van de koude:
  - Via de lucht (doorgaans hygiënisch ventilatienet)
  - Door koud water of ijswater
  - Door “directe expansie”: direct contact tussen te koelen lucht en verdamper van de koelmachine



## Principe

- ▶ Wanneer doet men een beroep op een klimaatregelingsysteem?
  - Te hoge interne lasten
  - Specifieke eisen inzake binnenklimaat
  - Moeilijk toe te passen passieve maatregelen
  - .....

⇒ **In woongebouwen kan men in de grote meerderheid van de gevallen afzien van een klimaatregelingsysteem!**





- ▶ Altijd de interne en externe warmtetoevoer beperken en eerst passieve strategieën opzetten.
- ▶ Er bestaan verschillende koelsystemen en -strategieën, te kiezen voor elk geval afzonderlijk rekening houdend met de specifieke eigenschappen van het project.
- ▶ Het gevoel van oververhitting hangt af van meerdere factoren, die men moet beheersen om efficiënt te kunnen optreden.







## Gids duurzame gebouwen

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

- ▶ Thema Energie

[Dossier | Een passieve koelstrategie toepassen](#)

[Voorziening | Free-cooling](#)



## Websites

- ▶ Energie+: [Choisir une protection mobile, fixe ou permanente](#)
- ▶ [Prosolis](#): Vergelijkingstool van zonweringen



## Opleidingen

- ▶ Opleiding Duurzame gebouwen – Warmtepompen



**Julie RENAUX**

Projectingenieur

écorce nv

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

DANK U VOOR UW AANDACHT

