

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

ENERGIE: BASISPRINCIPES

LENTE 2025

Hoe het comfort verzekeren in de zomer?

Beperking van de warmtewinst en koelingstrategieën

Muriel BRANDT



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



INLEIDING

- ▶ **Oververhitting**

- ▶ Thermisch comfort
- ▶ Uitdagingen

DE TOEVOER BEPERKEN

DE REACTIES BEHEERSEN

AFVOEREN/KOELEN



Wat houdt het begrip oververhitting in?

- ▶ De waarschijnlijkheid van het risico van oververhitting wordt uitgedrukt
 - in een tijdspercentage
 - ten opzichte van een te bepalen temperatuur

- ▶ Voorbeeld: Definitie afkomstig uit passiefcertificering

De binnentemperatuur mag niet meer dan 25 °C bedragen gedurende meer dan 5 % van de bezettingstijd.



Hoe wordt oververhitting beoordeeld?

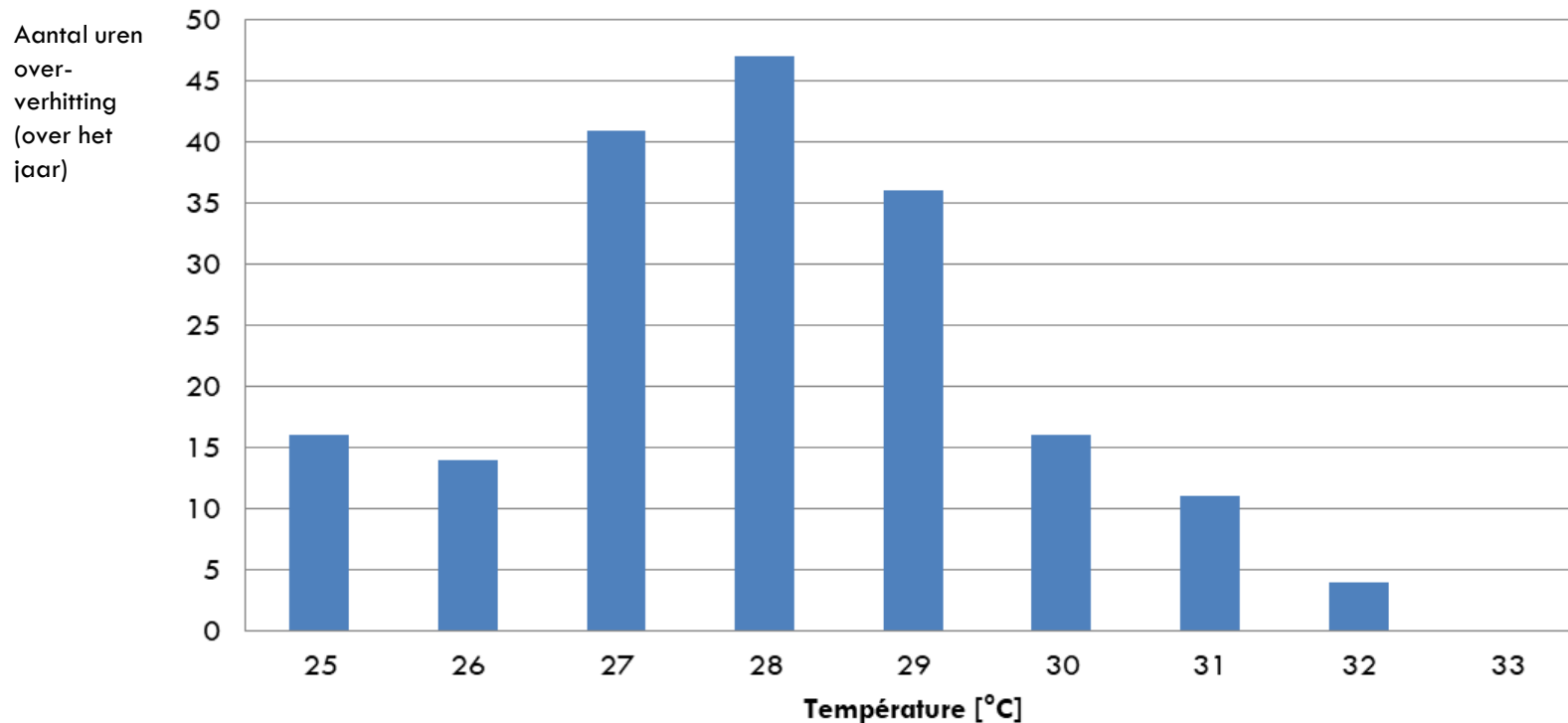
- ▶ De tijdsperiodes met overtollige warmtewinsten (zowel zonnewinsten als interne winsten) moeten kunnen worden gemeten
- In de **ontwerpfase** bestaat de uitdaging eruit de bereikte temperaturen en/of deze tijdsperiodes te kunnen **voorspellen**; hiervoor dient een **simulatie** te worden uitgevoerd.
- In de **exploitatiefase** (wanneer het gebouw al in gebruik is) dient er een monitoring te worden voorzien: plaatsing van sensoren en **meten** welke temperaturen worden bereikt in de ruimten gedurende een representatieve tijdsperiode.



Hoe wordt oververhitting beoordeeld?

- Deze gegevens moeten vervolgens worden geïnterpreteerd: registreren en toetsen aan een baken

Aantal uren oververhitting (over het jaar) in geval 1



Bron: écorce



Hoe wordt oververhitting beoordeeld?

- ▶ Hoe de gegevens interpreteren?

⇒ **Om conclusies te kunnen trekken, moeten we het begrip thermisch comfort introduceren**



INLEIDING

- ▶ Oververhitting
- ▶ **Thermisch comfort**
- ▶ Uitdagingen

DE TOEVOER BEPERKEN
DE REACTIES BEHEERSEN
AFVOEREN/KOELEN



Hoe wordt oververhitting beoordeeld?

- Is voor iedereen anders; is afhankelijk van
 - gevoeligheid
 - kledij
 - metabolisme...



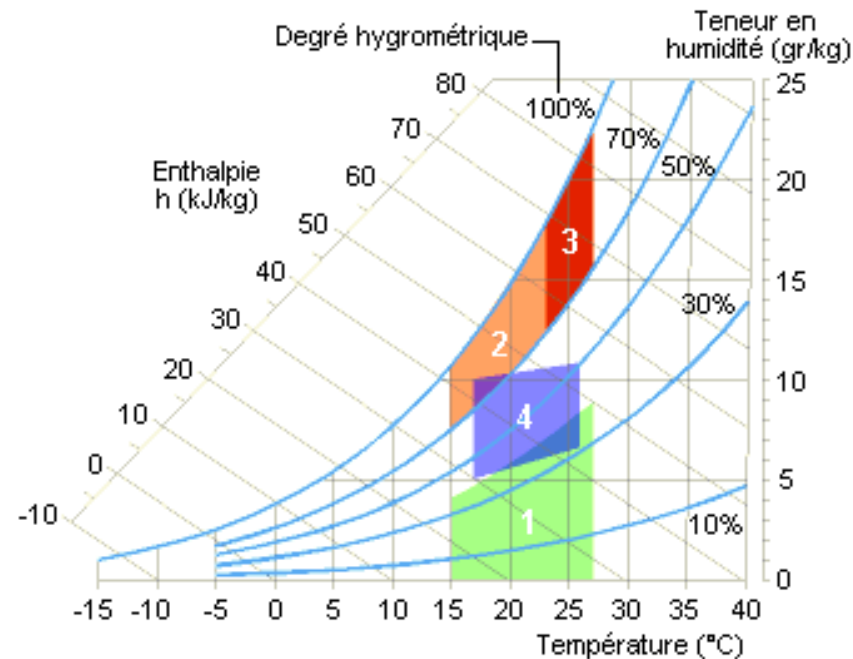
Bron: CBE, 2017

⇒ Er is dus een zekere ... subjectiviteit



Hoe wordt oververhitting beoordeeld?

- Is afhankelijk van de combinatie [temperatuur/vochtigheid] ...



⇒ Zone 4 van de grafiek geeft de polygoon van het hygrothermische comfort weer



Hoe wordt oververhitting beoordeeld?

► Is ook afhankelijk van

- activiteit



- luchtverplaatsingen



INLEIDING

- ▶ Oververhitting
- ▶ Thermisch comfort
- ▶ **Uitdagingen**

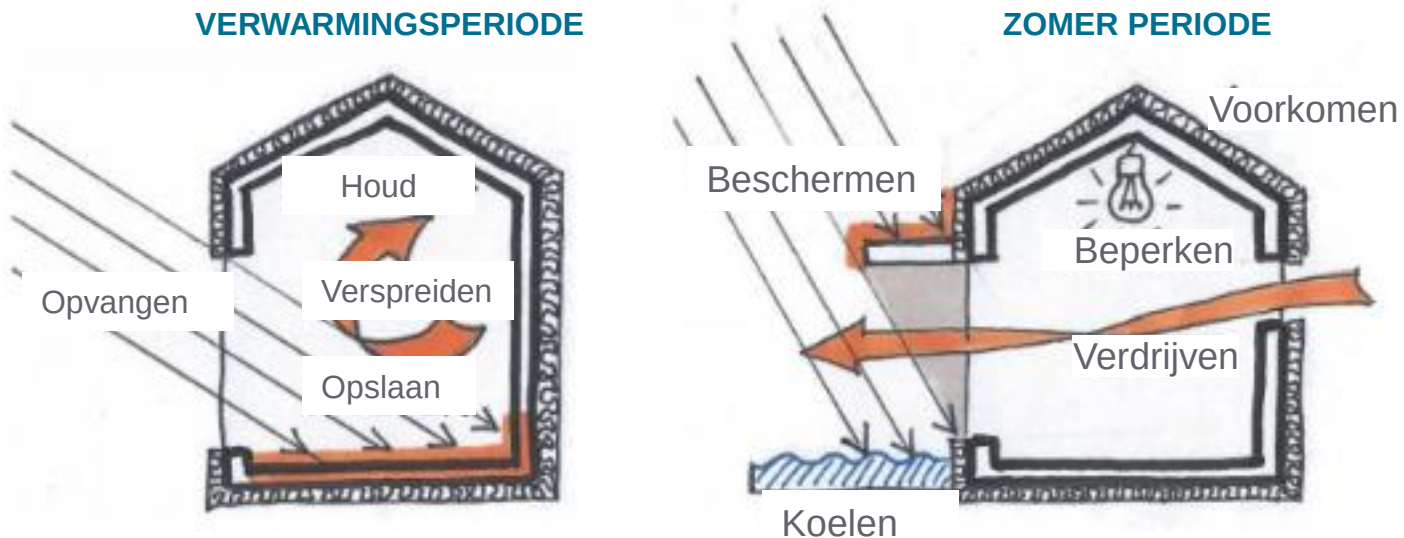
DE TOEVOER BEPERKEN
DE REACTIES BEHEERSEN
AFVOEREN/KOELEN



Strategie voor zomers comfort

- ▶ De hoeveelheid toegevoerde warmte moet worden beperkt
- ▶ Geaccumuleerde warmte moet worden afgevoerd, ideaal door passieve maatregelen

⇒ **Gebruik van actieve koeling als de voorgaande maatregelen ontoereikend blijken**

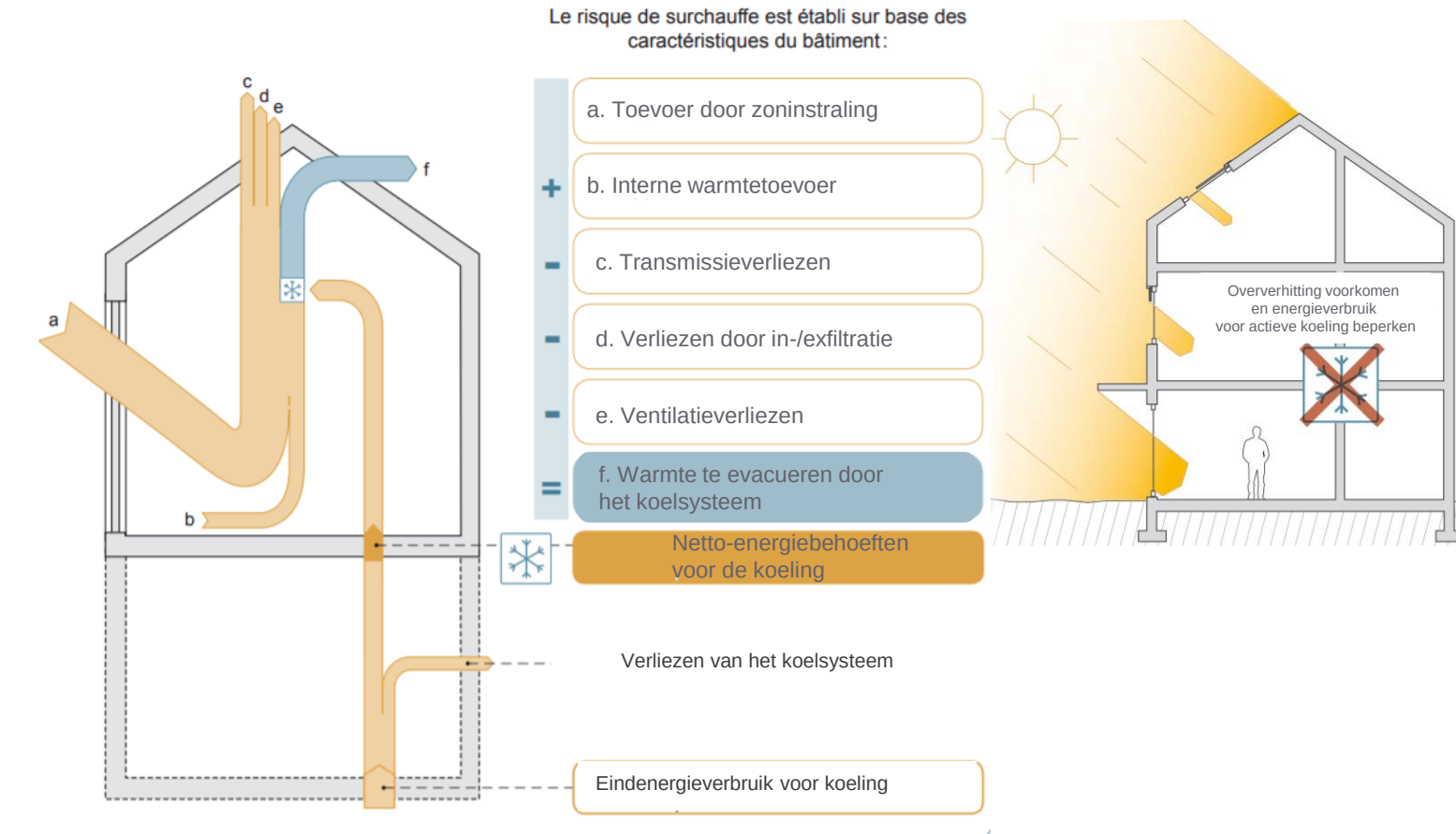


Bron: Les leçons du vernaculaire au service d'une architecture durable



Impact op het energieverbruik

- Energiebalans in de zomer

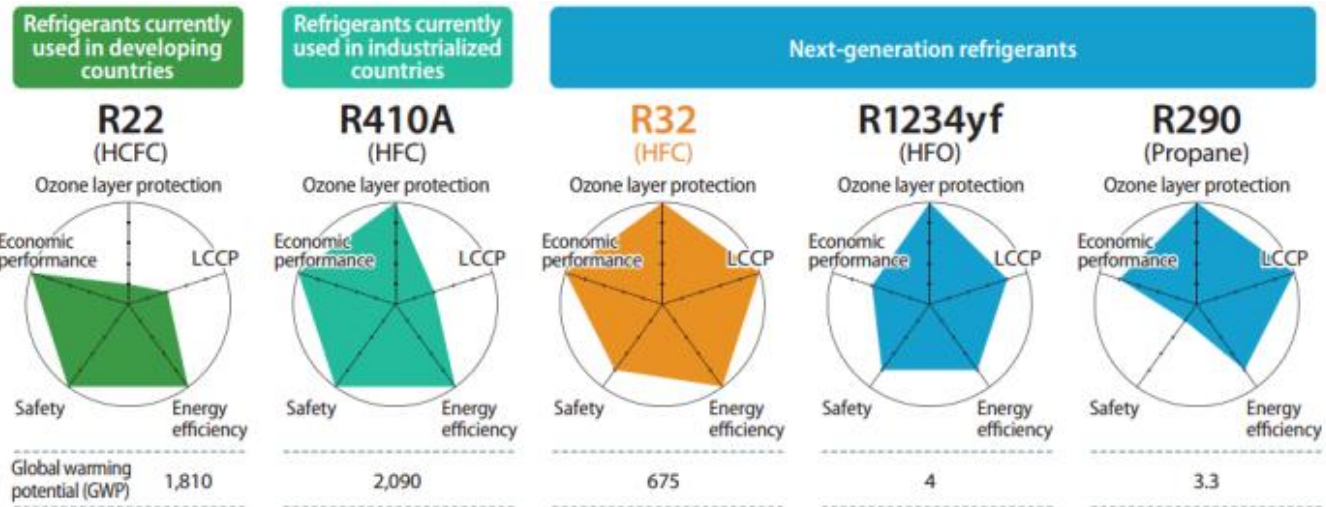


Bron: ULg CIFIUL



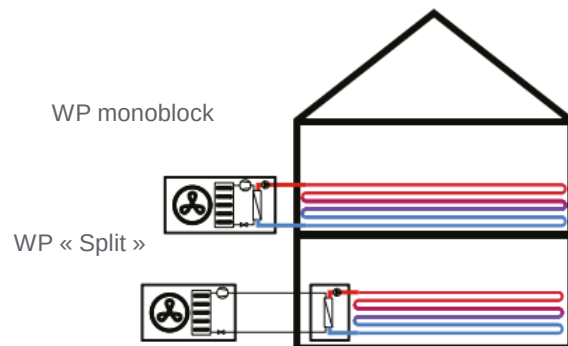
Ecologische impact van de koelvloeistoffen

► Type

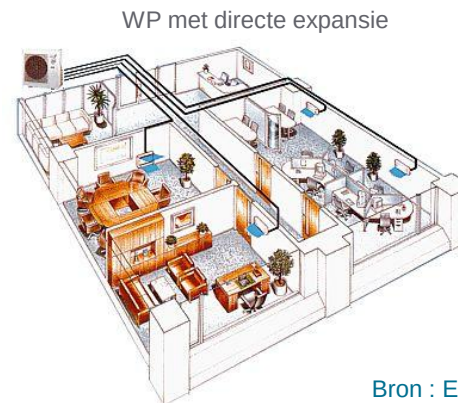


Source : Daikin

► Kwantiteit



Bron : Buildwise



Bron : Energie+



INLEIDING

DE TOEVOER BEPERKEN

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

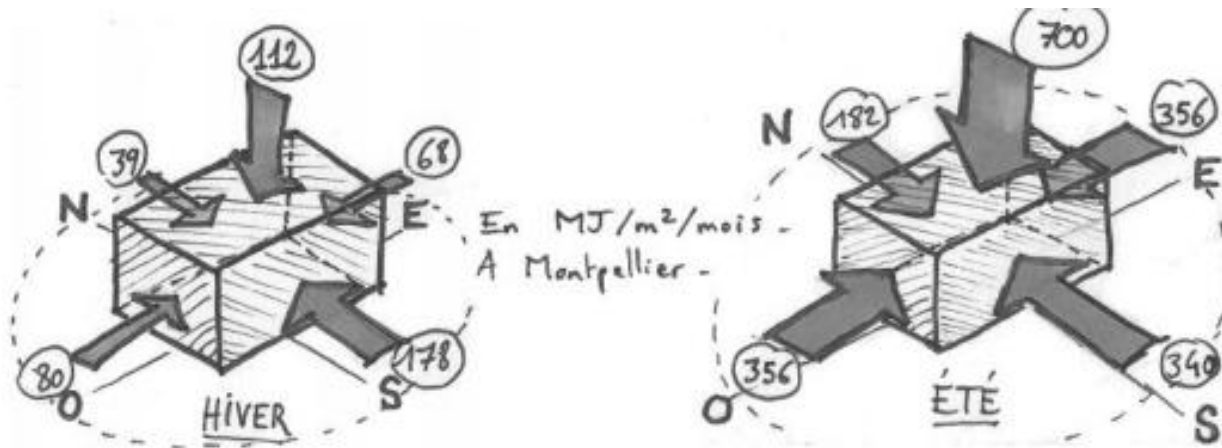
DE REACTIES BEHEERSEN

AFVOEREN/KOELEN



Inplanting en indeling van de ruimten

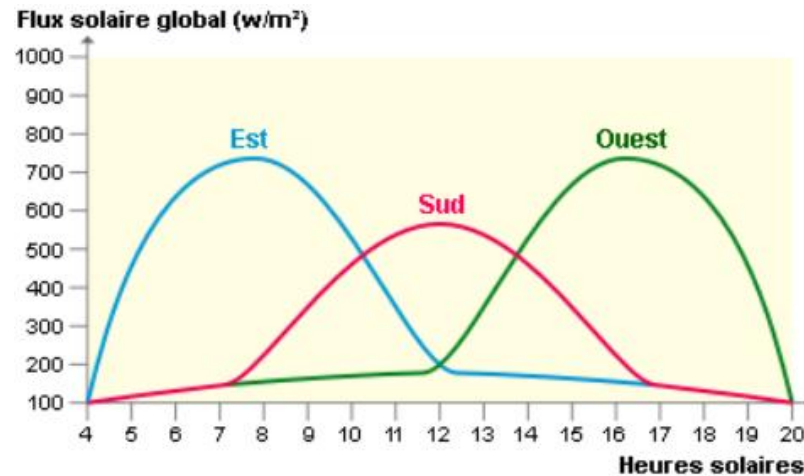
- De inplanting van het gebouw en de indeling van de ruimten zullen de oriëntatie bepalen, en dus ook de zonnewinsten (en lichtinval) in de verschillende ruimten



Bron: Les leçons du vernaculaire au service d'une architecture durable



Oriëntatie en grootte van de openingen



Warmtevermogen doorheen dubbele heldere beglazing in juni

Bron: Energie +



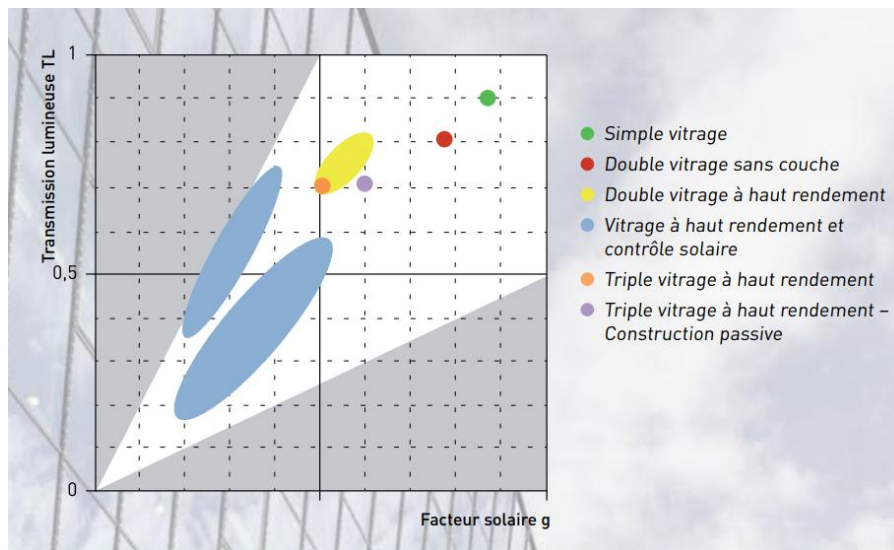
- 1 venster op het zuiden in juni op de middag = toevoer van 600 W/m²

⇒ **2 m² glas voor een lokaal van 10 m² is gelijk aan 120 W/m² verwarming!**



Selectieve beglazing

- ▶ De **zonfactor** (g, ZF) = fractie van de via de beglazing invallende zonne-energie
- ▶ Permanent effect (zomer en winter)
- ▶ Houd rekening met de behoeften aan natuurlijke verlichting!

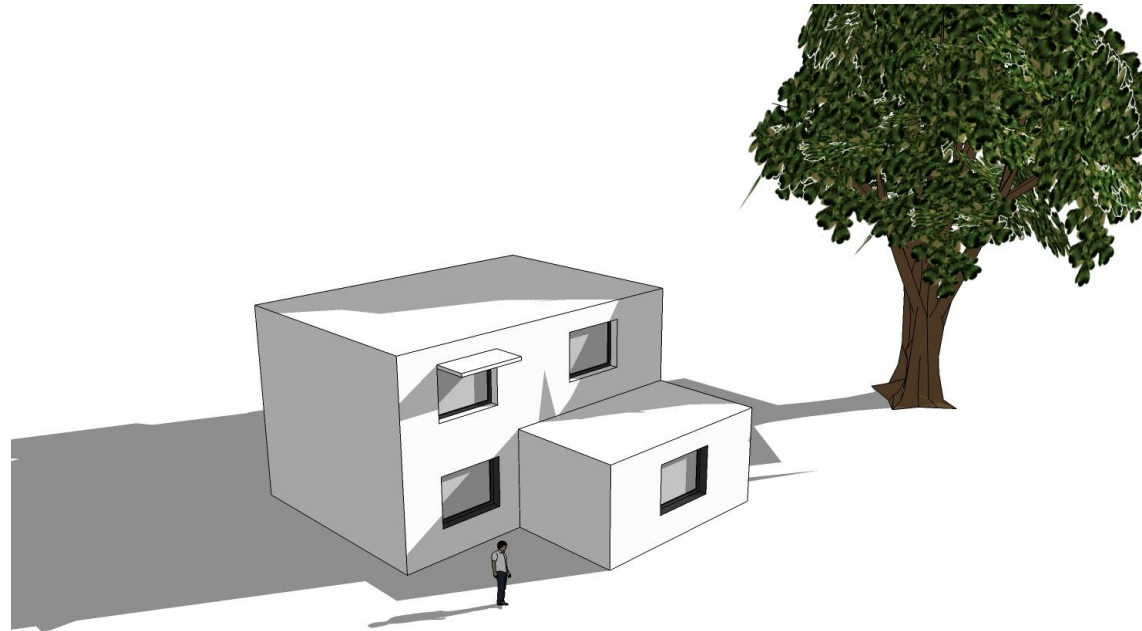


Bron: <https://energieplus-lesite.be/concevoir/fenetres2/choisir-le-vitrage/>



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



Source: Architectes Associés



Mobiele buitenzonweringen - schermen/screens



Source : écorce



Source: Levolux & Schüco

Geïntegreerde zonwering



Interne zonneweringen voorzien?



Interne zonneweringen zijn geen effectief middel voor het bestrijden van oververhitting



Keuzecriteria

- ▶ Milieuaspecten
 - Efficiëntie tegen oververhitting
 - Grijze energiekosten
- ▶ Economische aspecten
 - Investeringskosten
 - Werkingskosten
- ▶ Sociaal-culturele aspecten
 - Esthetiek
 - Beheersing van de opaciteit
 - Bescherming van het zicht van buiten
 - Efficiëntie tegen verblinding
 - Gunstig voor natuurlijk licht
- ▶ Andere criteria
 - Mogelijkheid tot regulering
 - Robuustheid
- ▶ Overzicht van de elementen voor een duurzame keuze
<https://gidsduurzamegebouwen.brussels/warmtelasten-beperken/elementen-duurzame-keuze>



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

DE TOEVOER BEPERKEN

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

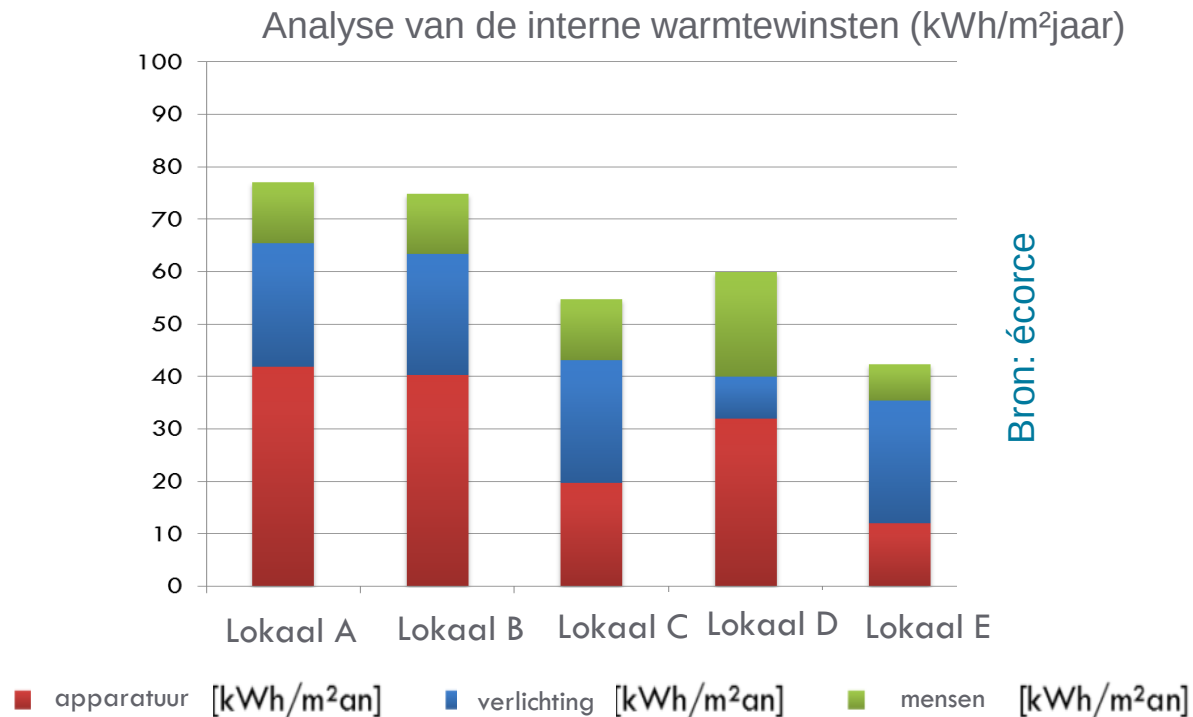
DE REACTIES BEHEERSEN

AFVOEREN/KOELEN



Bronnen

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



Strategie

- ▶ De interne toevoer beperken

⇒ **Grootteorde: streven naar max. 40 W/m² 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 m², stemt 40 W/m² 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]
Gebruikers (rustig zittend)	70 W/pers.
Oude verlichting	20 W/m ²
Performante verlichting	10 W/m ²
1 desktopcomputer	100 W/m ²
1 desktopcomputer met flatscreen	60 W
1 laptop	30 W
1 printer	140 W
1 televisie	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 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 kantoorelektronica
- 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 : van 10 tot 25 W/m²
 - Nieuwe performante verlichting (LED) : 6 W/m²
- ▶ Maar kunstmatig verlichten als het echt nodig is
 - Regeling afhankelijk van de natuurlijke verlichting (lichtsensor)
 - Aanwezigheid/afwezigheidsdetectoren
 - Klok



INLEIDING

DE TOEVOER BEPERKEN

DE REACTIES BEHEERSEN

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

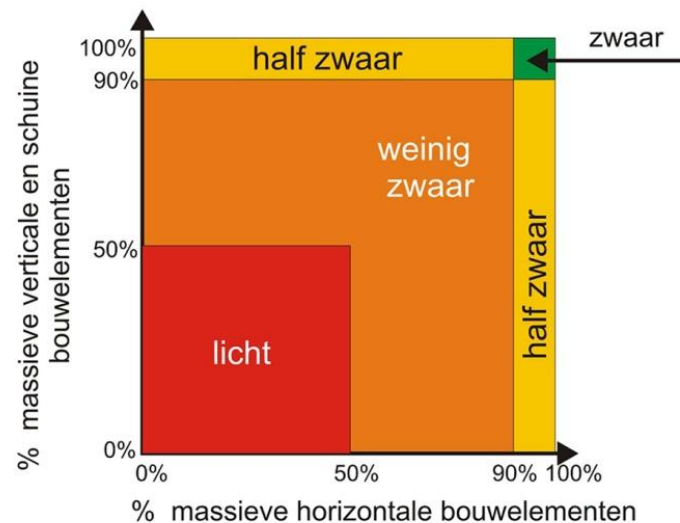
AFVOEREN/KOELEN



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: $m_s \geq 100 \text{ kg/m}^2$**

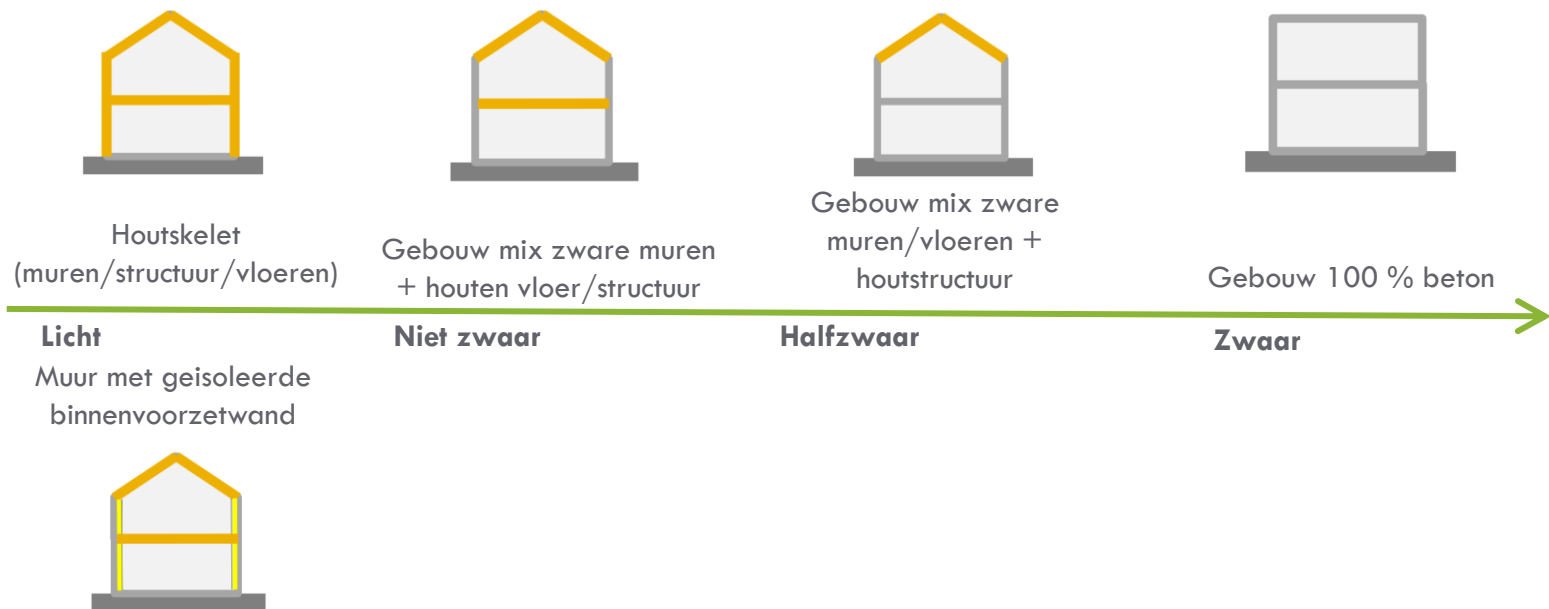


Definitie van het inertieniveau volgens de EPB-regelgeving



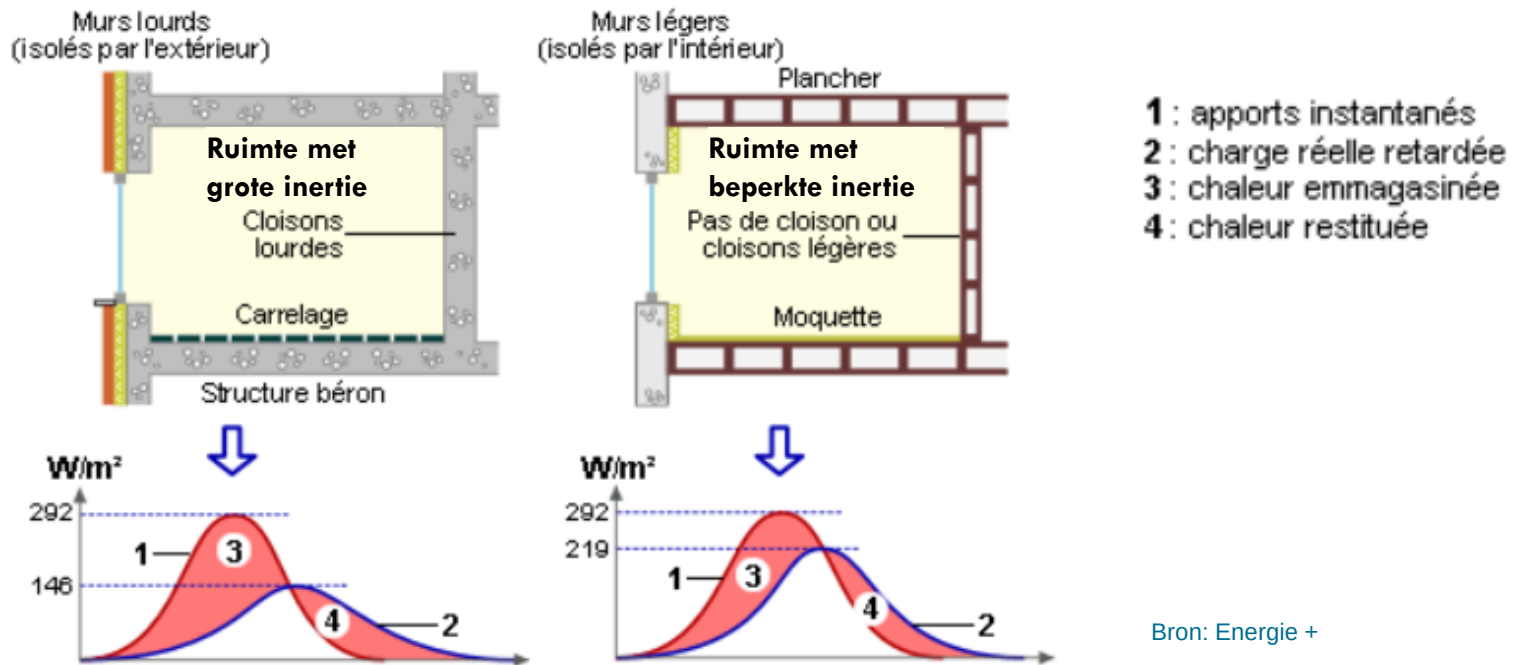
Profiteren van de thermische inertie van het gebouw

- Om efficiënt te zijn, moet de massa toegankelijk zijn



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



Bron: Energie +



INLEIDING

DE TOEVOER BEPERKEN

DE REACTIES BEHEERSEN

- Van het gebouw

- **Van de gebruikers**

AFVOEREN/KOELEN



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

DE TOEVOER BEPERKEN

DE REACTIES BEHEERSEN

AFVOEREN/KOELEN

- ▶ **Koeling**

- ▶ Klimaatregeling



Passieve maatregelen

- ▶ Oplossingen zonder gebruik van koelmachine



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



Hygiënische ventilatie

- ▶ 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.



Intensieve ventilatie / free-cooling



- ▶ ≠ 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)

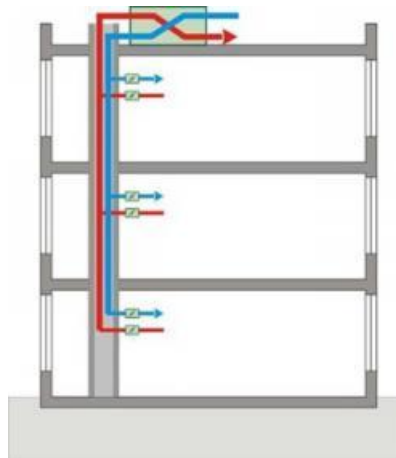
⇒ **Intensieve ventilatie maakt de koeling van het gebouw mogelijk met een beperkt vermogen dat vaak voldoende is in de winter of in het tussenseizoen.**



Intensieve ventilatie / free-cooling

► Mechanische ventilatie

- luchtverplaatsing door middel van ventilatoren. Doorgaans via hygiënisch ventilatienet
- Vaak aangetroffen debiet intensieve ventilatie >> hygiënisch debiet
 ≈ 5 tot 10 vol/h ≈ 1 vol/h



Bron: Leefmilieu Brussel

Voordelen

- Debietbeheersing

Nadelen

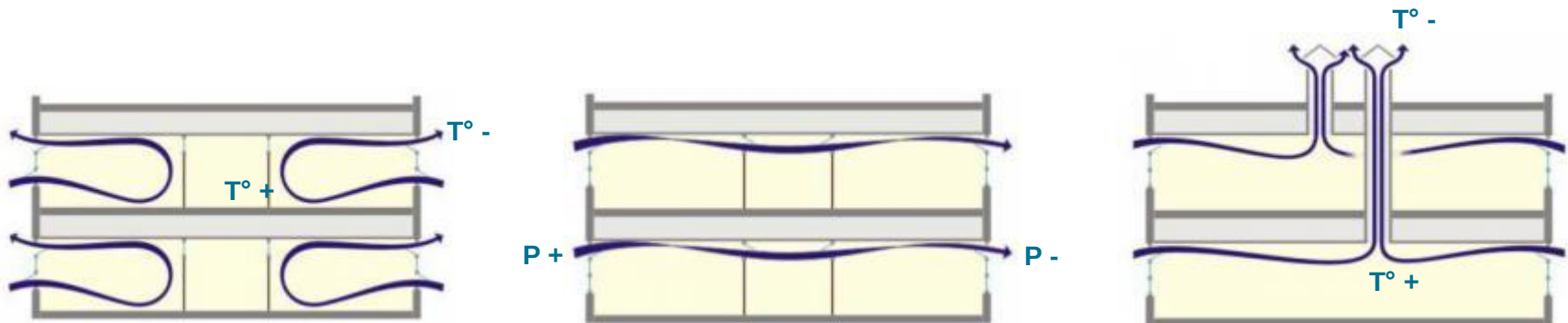
- Elektriciteitsverbruik van de groep
- Overdimensionering van het net (groep en kanalen)



Intensieve ventilatie / free-cooling

► Natuurlijke ventilatie

- Eenzijdige ventilatie – schoorsteeneffect (Δt°)
- Transversale ventilatie – windeffect (Δp_{vent})
- Verticale ventilatie - schoorsteeneffect (Δt°)



Bron: UCL

Efficiëntie

Voordelen

- Passieve natuurlijke methode, zonder verbruik ventilatoren

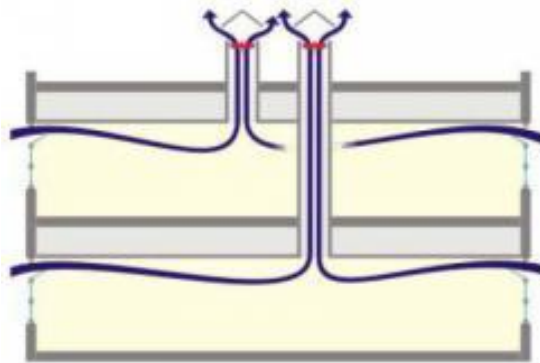
Nadelen

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



Intensieve ventilatie / free-cooling

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



Bron: UCL

Voordelen

- Eenvoudiger te plaatsen
- Debietbeheersing

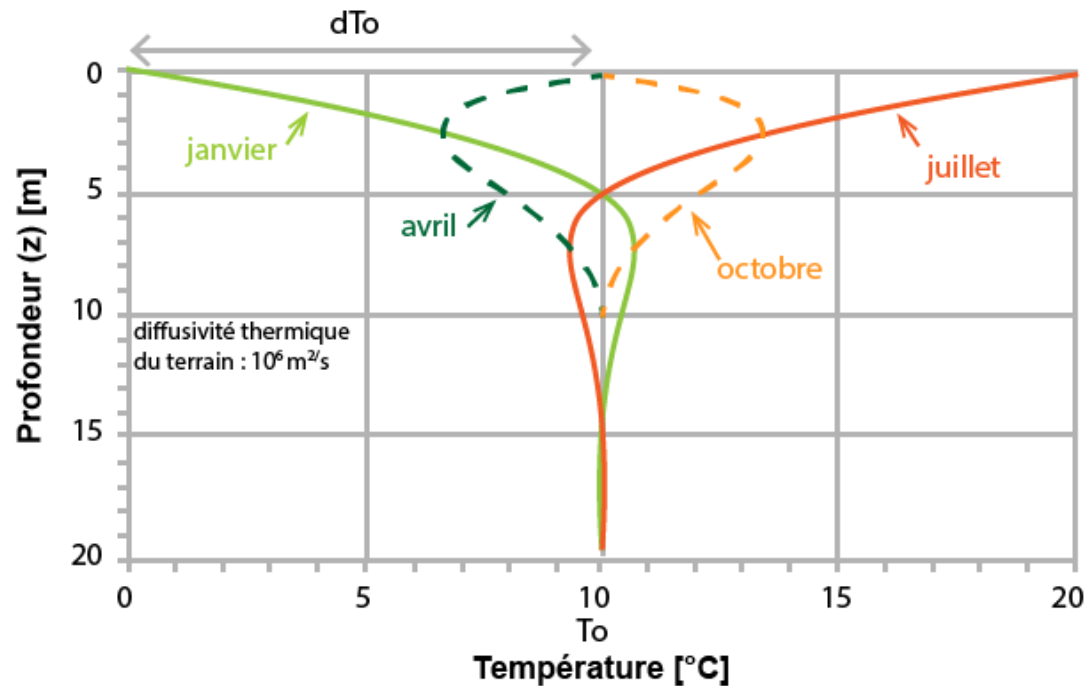
Nadelen

- Beheer van openingen
- Verbruik van de ventilatoren



Geocooling

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



Jaarlijkse schommeling grondtemperatuur volgens diepte

Bron: Energie +



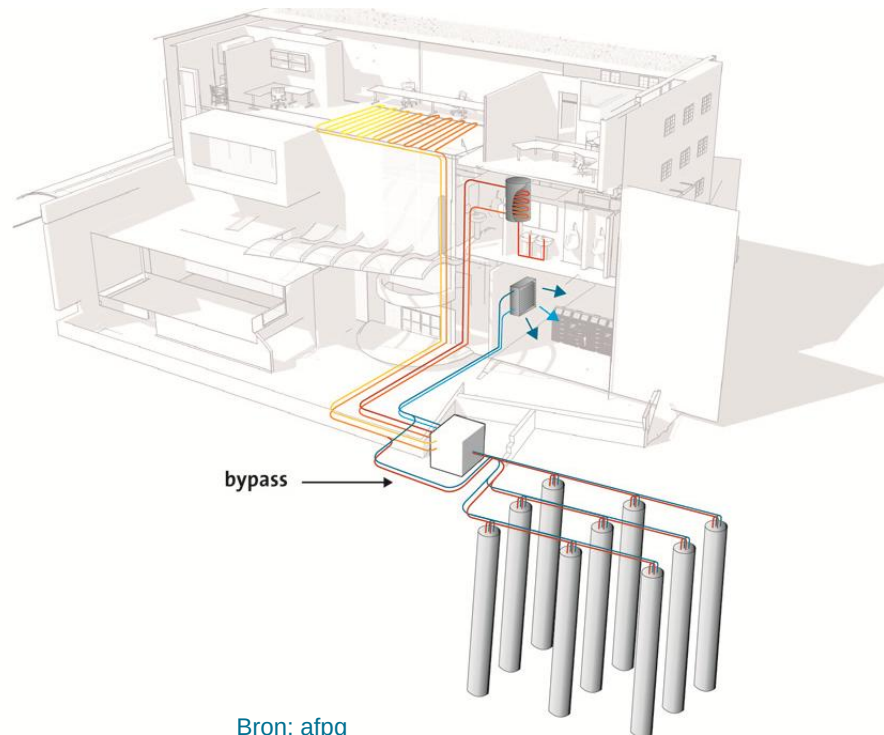
Geocooling



- ▶ Geocooling
Geen warmtepomp
- ▶ Via bypass warmtepomp
- ▶ Beperkt vermogen

≠

Geothermie
Gebruik van warmtepomp



INLEIDING

DE TOEVOER BEPERKEN

DE REACTIES BEHEERSEN

- Koeling

- **Klimaatregeling**



Principe

- ▶ Gebruik van een koelmachine



⇒ **Stroomverbruik!**

- ▶ De koelmachines werken door energieoverdracht gebaseerd op faseverandering van een koelvloeistof → Warmtepom



Wanneer doet men een beroep op een klimaatregelingssysteem?

- ▶ 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 klimaatregelingssysteem!**





- ▶ Oververhitting is een complex fenomeen dat met een groot aantal (objectieve en subjectieve) parameters samenhangt
- ▶ Hieruit resulteert dat er ook tal van manieren zijn om oververhitting te vermijden
- ▶ Altijd de interne en externe warmtetoevoer beperken en eerst passieve strategieën opzetten.





Gids duurzame gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- Thema Energie

[Dossier | Warmtelasten beperken](#)

[Dossier | Een hoge thermische inertie verzekeren](#)

[Dossier | Een passieve koelstrategie toepassen](#)

[Voorziening | Free-cooling](#)



Websites

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



Opleidingen en seminars

- Schrijf u in voor de door Leefmilieu Brussel georganiseerde opleidingen
<https://leefmilieu.brussels/opleidingenduurzamegebouwen>
Warmtepompen : Keuze en ontwerp
- Raadpleeg [gratis](#) alle documentatie!



Muriel BRANDT

Projectingenieur

écorce nv

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

DANK U VOOR UW AANDACHT

