OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

ENERGIE: BASISPRINCIPES

LENTE 2022

Hoe het comfort verzekeren in de zomer?

Beperking van de warmtewinst en koelingstrategieën

Julie RENAUX

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

écorce INGÉNIERIE & CONSULTANCE

DOELSTELLINGEN VAN DE PRESENTATIE



- 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

INHOUDSTAFEL

INLEIDING

- **Begrippen**
- Uitdagingen

DE TOEVOER BEPERKEN

- Toevoer door zoninstraling
- Interne toevoer

DE REACTIES BEHEERSEN

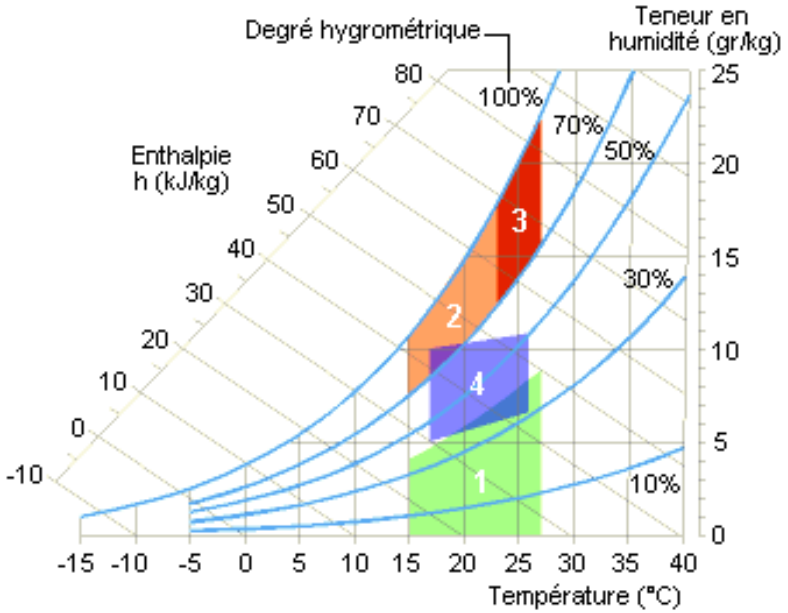
- Van het gebouw
- Van de gebruikers

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



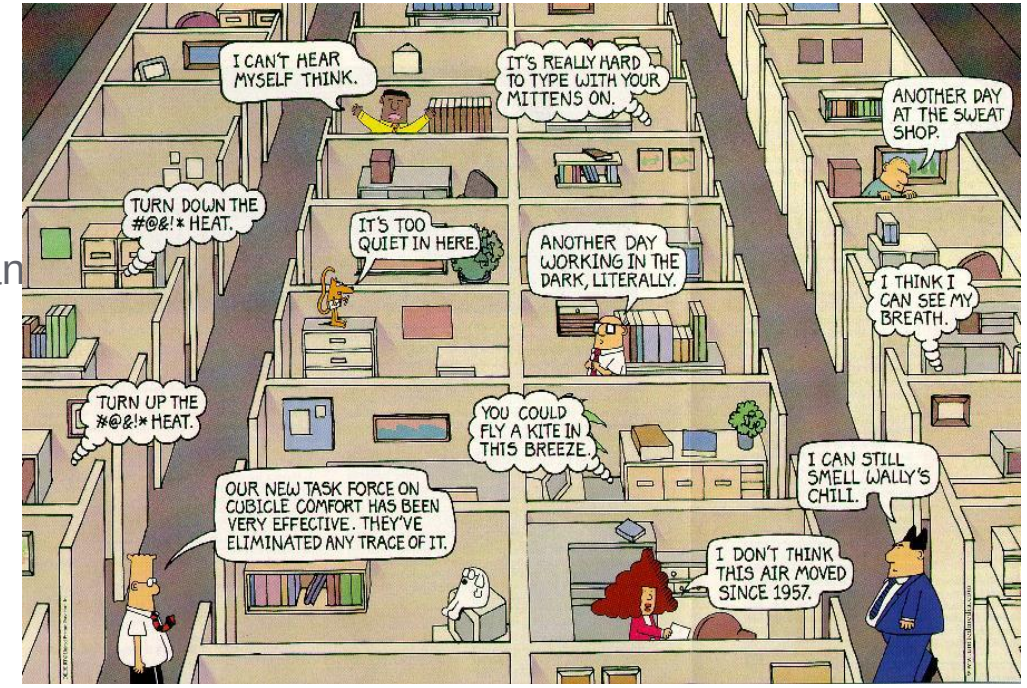
Polygoon van hygrothermisch comfort (4)

5

BEGRIPPEN

Herhaling - zomercomfort

- Verschillende invloedsfactoren - Factoren eigen aan elk individu.
  Het comfort hangt af van:
  - gevoeligheid
  - kleding
  - metabolisme
  - graad van activiteit
  - leeftijd, gezondheidstoestan



Bron: CBE, 2017

⇨ **Comfort is subjectief**

BEGRIPPEN

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.

BEGRIPPEN

Oververhitting



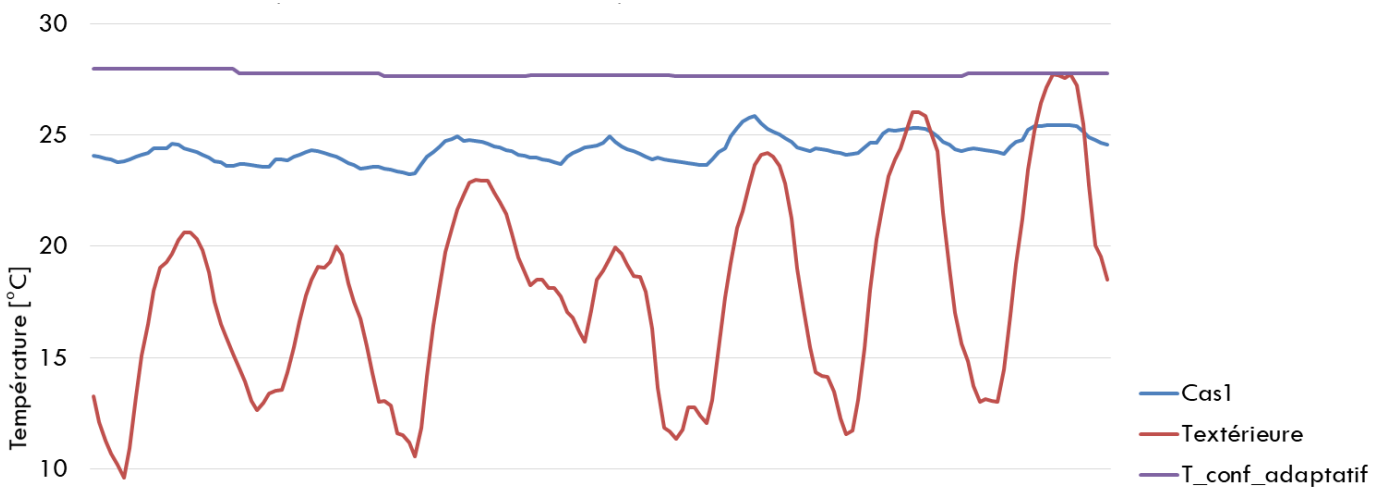
- Hoe wordt oververhitting beoordeeld?
  Er moet een onderscheid worden gemaakt tussen energieprestaties en comfort
  - De EPB-software heeft tot doel de naleving van een op energieprestaties gerichte regelgeving te controleren

DOEL? De milieu-impact van de gebouwen beperken

Bron: écorce

Oververhitting

- Hoe wordt oververhitting beoordeeld?
  Er moet een onderscheid worden gemaakt tussen energieprestaties en comfort
  - Het thermische comfort wordt beoordeeld aan de hand van een dynamische simulatie



Bron: écorce

INHOUDSTAFEL

INLEIDING

- Begrippen
- **Uitdagingen**

DE TOEVOER BEPERKEN

- Toevoer door zoninstraling
- Interne toevoer

DE REACTIES BEHEERSEN

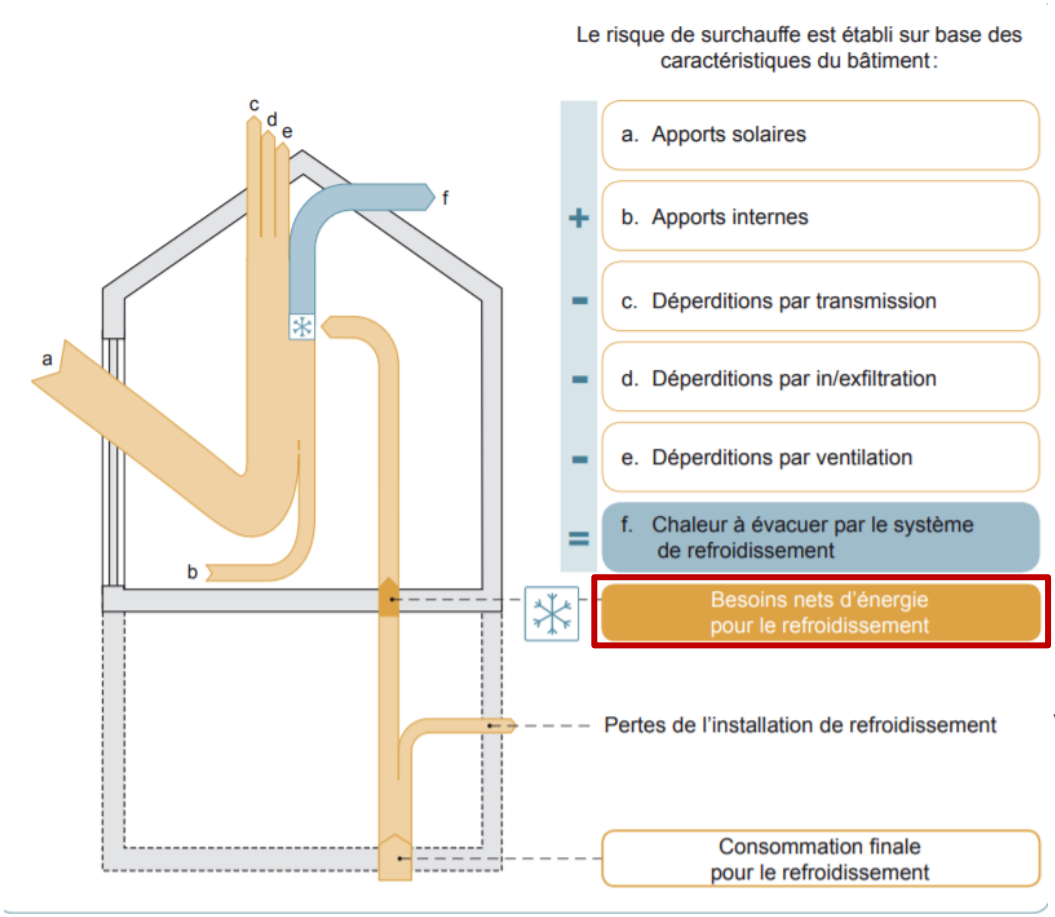
- Van het gebouw
- Van de gebruikers

AFVOEREN/KOELEN

- Passieve koeling
- Actieve koeling

Impact op het energieverbruik

- Energiebalans in de zomer



a. Toevoer door zoninstraling

b. Interne warmtetoevoer

c. Transmissieverliezen

d. Verliezen door in-/exfiltratie

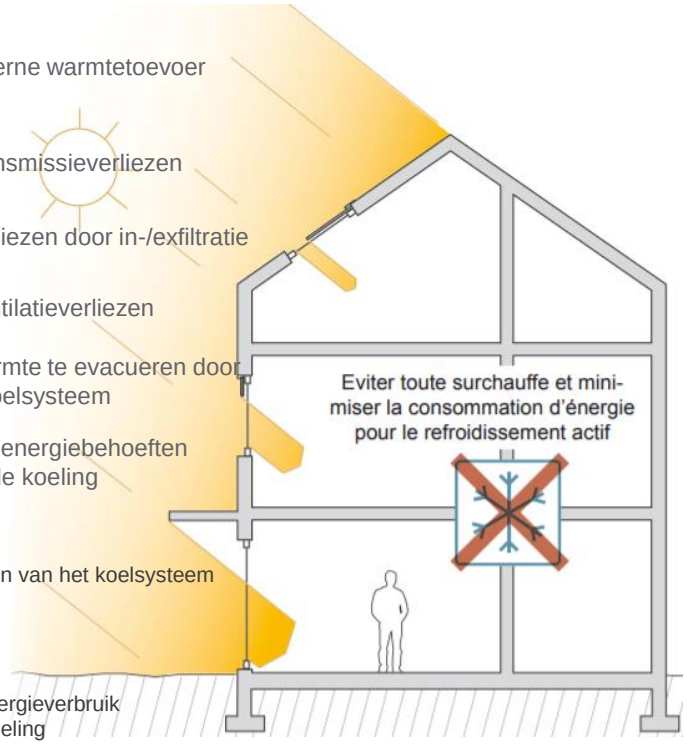
e. Ventilatieverliezen

f. Warmte te evacueren door het koelsysteem

Netto-energiebehoeften voor de koeling

Verliezen van het koelsysteem

Eindenergieverbruik voor koeling

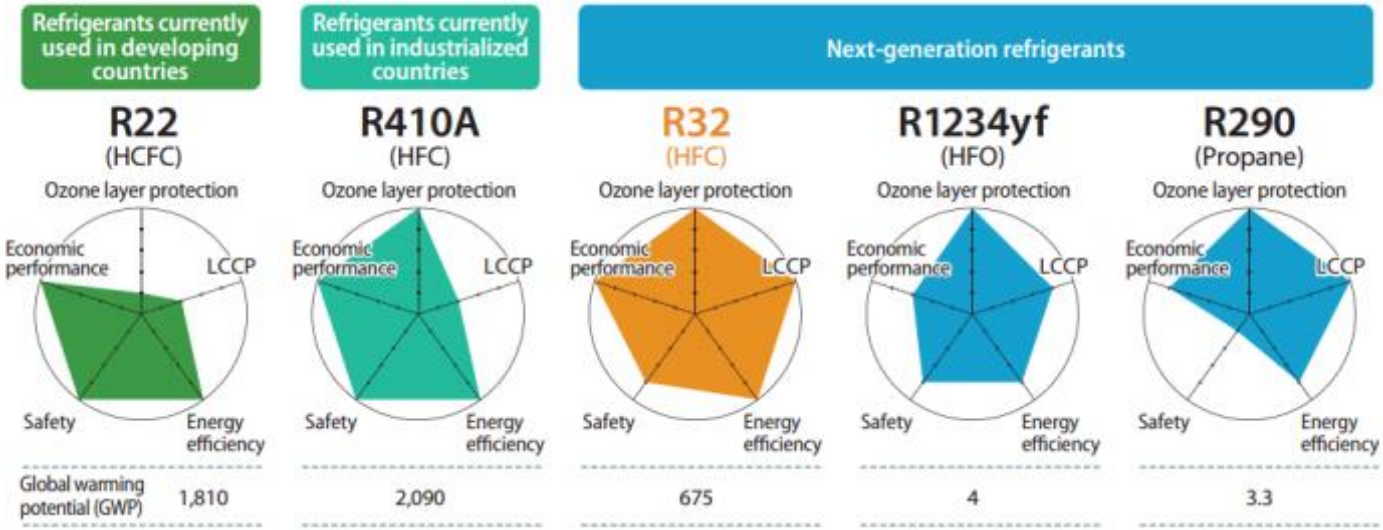


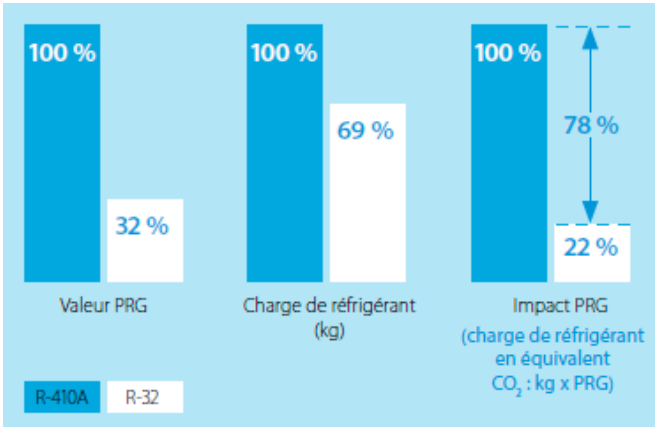
Oververhitting voorkomen en energieverbruik voor actieve koeling beperken

Bron: ULg CIFFUL

Ecologische impact van de koelvloeistoffen

- R32 is een van de meest milieuvriendelijke koudemiddelen





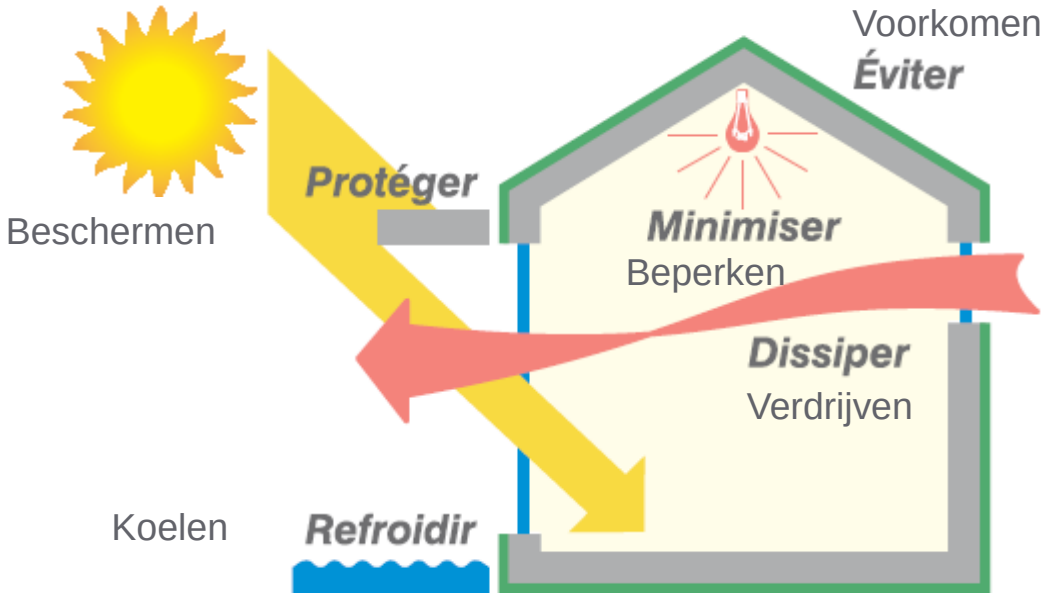
Bron: Daikin

UITDAGINGEN

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

INHOUDSTAFEL

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

TOEVOER DOOR ZONINSTRALING

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 schaduwinval op het venster (zonnescherm) met behoud van een voldoende lichttransmissie (ideaal > 50 %)

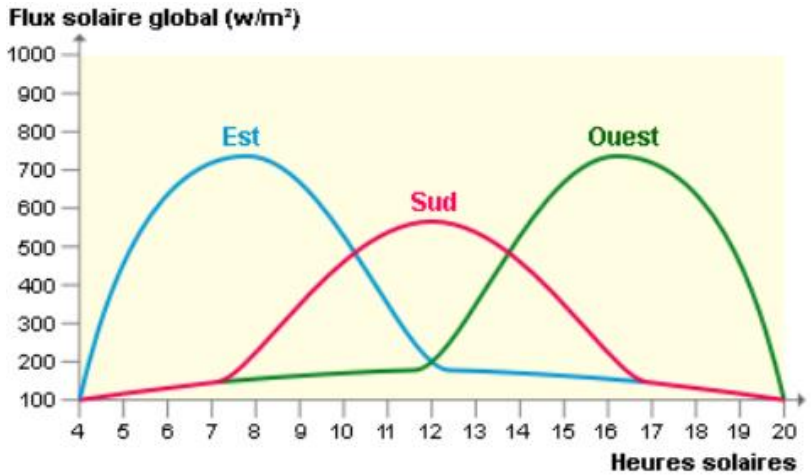
Middelen die deze regeling mogelijk maken:

- 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.

TOEVOER DOOR ZONINSTRALING

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/m²

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

TOEVOER DOOR ZONINSTRALING

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

17

TOEVOER DOOR ZONINSTRALING

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 zonnewinsten in de winter verminderen
- Delicate dimensionering
- Geen bescherming tegen diffuse straling

18

TOEVOER DOOR ZONINSTRALING

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

TOEVOER DOOR ZONINSTRALING

Mobiele buitenzonweringen - lamellen



Architectes Associés



A2M

Voordelen

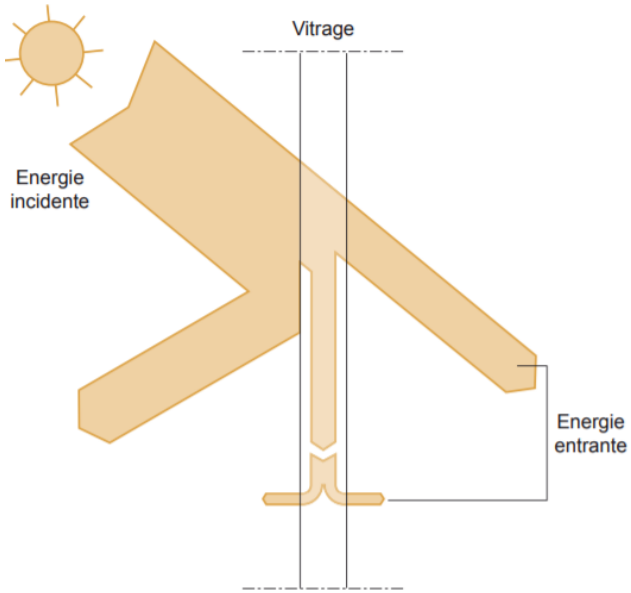
Idem schermen maar:
- Goede lichttransmissie (bv. bij reflecterende lamellen)
- Goede zichtbaarheid naar buiten

Nadelen

Idem schermen maar:
Hogere kosten

TOEVOER DOOR ZONINSTRALING

“Geïntegreerde” zonwering - lage zonnefactor (g)



Bron: ULg - CIFFUL

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

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

TOEVOER DOOR ZONINSTRALING

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!**

INHOUDSTAFEL

INLEIDING
- Begrippen
- Uitdagingen

DE TOEVOER BEPERKEN
- Toevoer door zoninstraling
- **Interne toevoer**

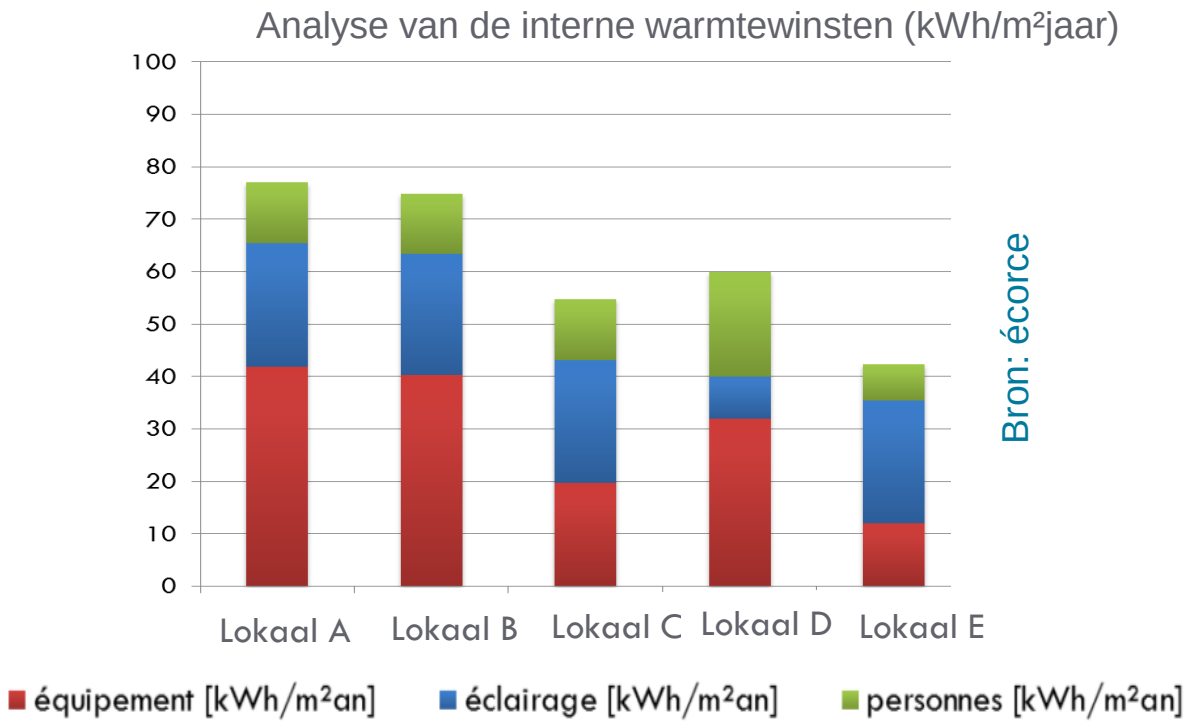
DE REACTIES BEHEERSEN
- Van het gebouw
- Van de gebruikers

AFVOEREN/KOELEN
- Passieve koeling
- Actieve koeling

INTERNE TOEVOER

Bronnen

- Gebruikers
- Verlichting
- Computerapparatuur
- Elektrische huishoudtoestellen
- …



INTERNE TOEVOER

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 ...**

INTERNE TOEVOER

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/m²
Performante verlichting	10 W/m²
1 desktopcomputer	100 W/m²
1 desktopcomputer met flatscreen	60 W
1 laptop	30 W
1 printer	140 W
1 televisie	150 W

INTERNE TOEVOER

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:	± 12 m²/pers
Geïnstalleerd vermogen – verlichting	10 W/m²

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)

INTERNE TOEVOER

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/m²)
    → Nieuwe performante verlichting 6 W/m² 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

INHOUDSTAFEL

INLEIDING
- Begrippen
- Uitdagingen

DE TOEVOER BEPERKEN
- Toevoer door zoninstraling
- Interne toevoer

DE REACTIES BEHEERSEN
- **Van het gebouw**
- Van de gebruikers

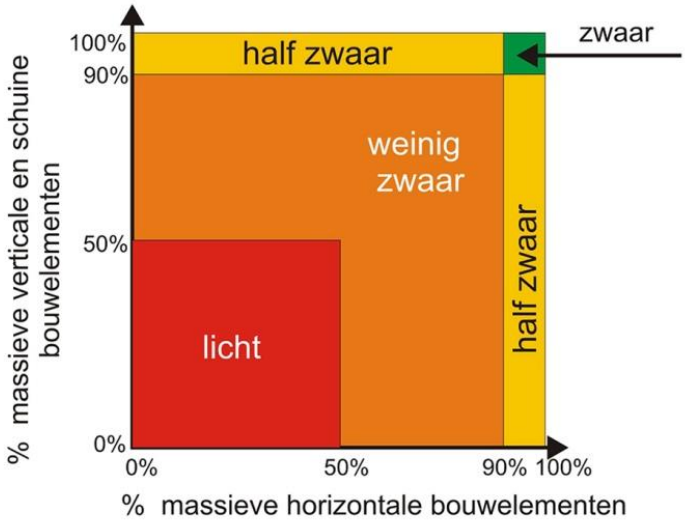
AFVOEREN/KOELEN
- Passieve koeling
- Actieve koeling

DE 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: $m_s \geq 100$ kg/m²**



Definitie van het inertieniveau volgens de EPB-regelgeving

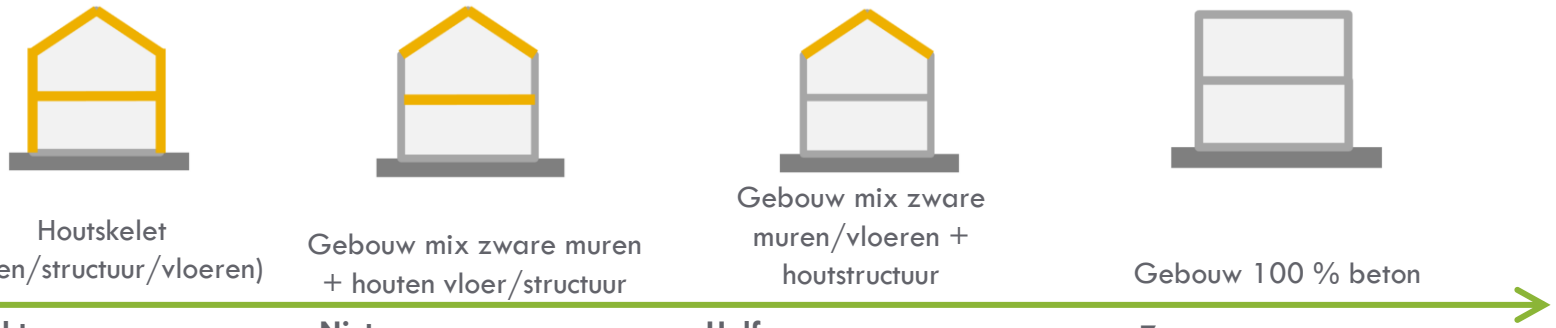
DE REACTIES VAN HET GEBOUW

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: $m_s \geq 100$ kg/m²**

- Om efficiënt te zijn, moet de massa toegankelijk zijn

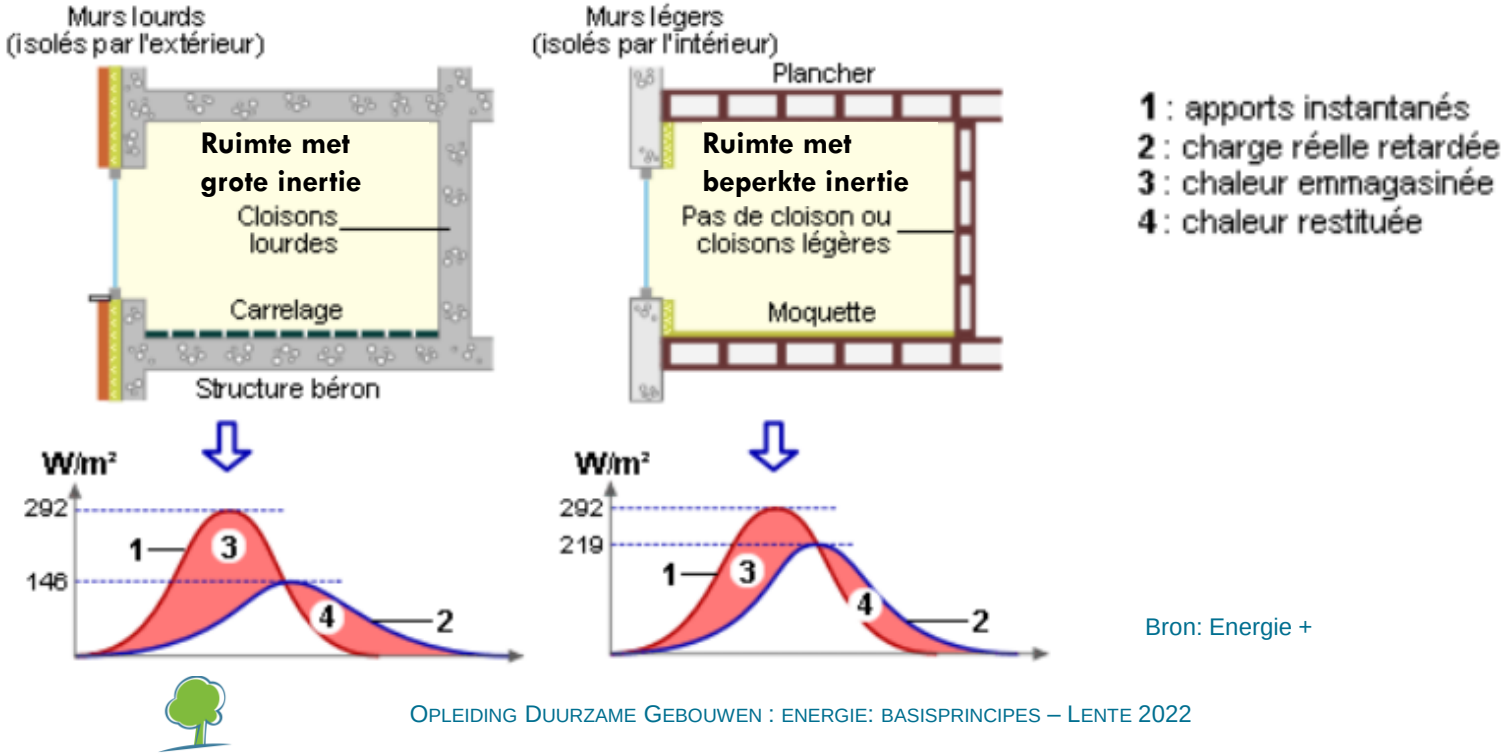


Muur met geisoleerde binnenvoorzetwand



Profiteren van de thermische inertie van het gebouw

- Belang
  - Langere faseverschuiving
    → warmteafgifte op minder kritieke momenten (einde dag/nacht)
  - "Afvlakken" van warmtepieken
    → stabieler thermisch gedrag van het gebouw
    → vangt beter schommelingen in buitentemperatuur op



Bron: Energie +

INHOUDSTAFEL

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 REACTIES VAN DE GEBRUIKERS

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

INHOUDSTAFEL

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 KOELING - VIA DE VENTILATIE

Passieve maatregelen



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

PASSIEVE KOELING - VIA DE VENTILATIE

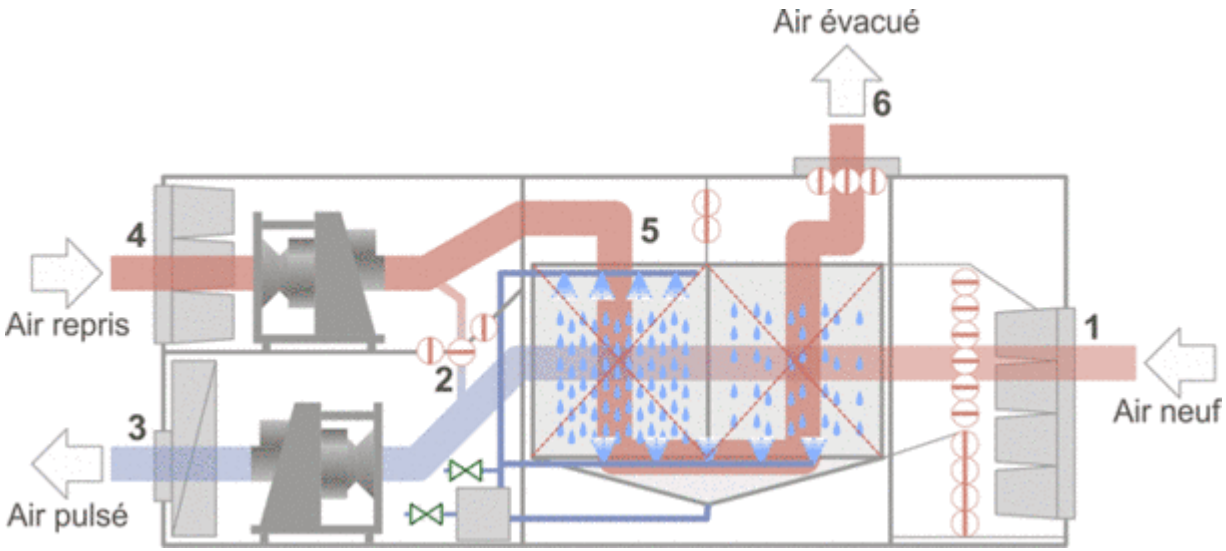
Hygiënische ventilatie - inlaat van warme lucht tot een minimum beperken

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

PASSIEVE KOELING - VIA DE VENTILATIE

Hygiënische ventilatie - adiabatische koeling

- Afvoerlucht bevochtigd 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 +

PASSIEVE KOELING - VIA DE VENTILATIE

Intensieve ventilatie / free-cooling - Principe



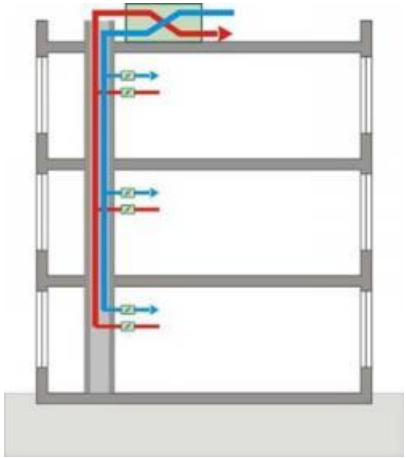
- Let op! ≠ hygiënische ventilatie
- Doel:
  - de warme binnenlucht vervangen door koelere buitenlucht,
  - de thermische massa van het gebouw ontladen (hoe groter de thermische massa van het gebouw, hoe doeltreffender).

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

PASSIEVE KOELING - VIA DE VENTILATIE

Intensieve ventilatie / free-cooling - Methodes

- Via mechanische ventilatie
  - luchtverplaatsing door middel van ventilatoren. Doorgaans via hygiënisch ventilatienet
  - Vaak aangetroffen debiet intensieve ventilatie ≈ 8 vol/h >> hygiënisch debiet ≈ 1 vol/h



Bron: Leefmilieu Brussel

Voordelen

- Debietbeheersing

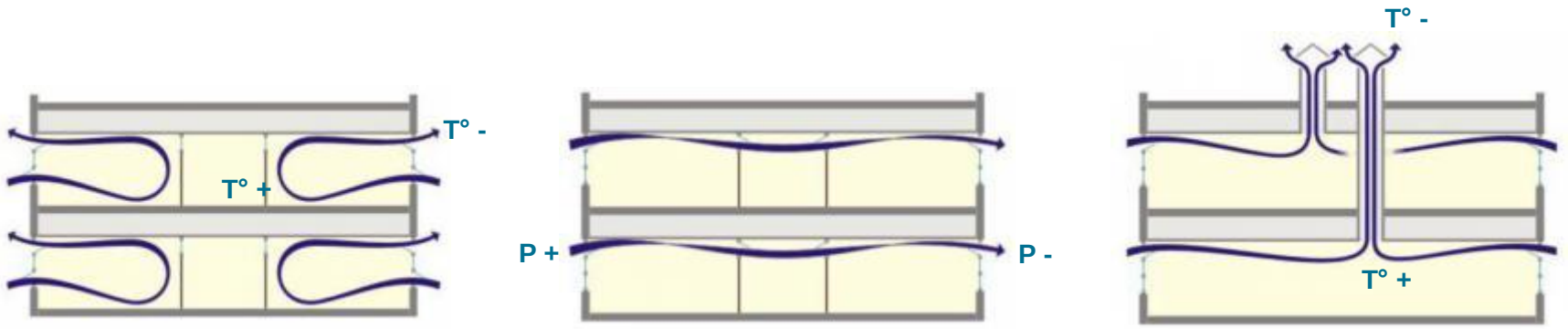
Nadelen

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

PASSIEVE KOELING - VIA DE VENTILATIE

Intensieve ventilatie / free-cooling - Methodes

- Via mechanische ventilatie
- Via 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

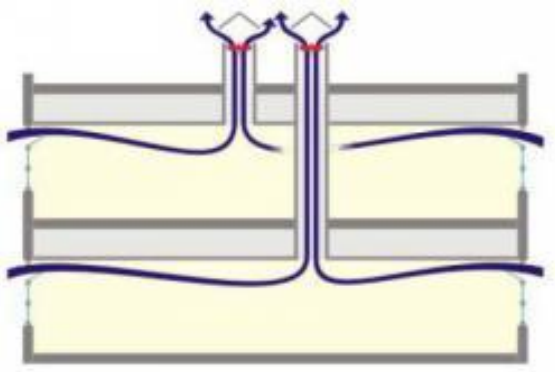
Nadelen

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

PASSIEVE KOELING - VIA DE VENTILATIE

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

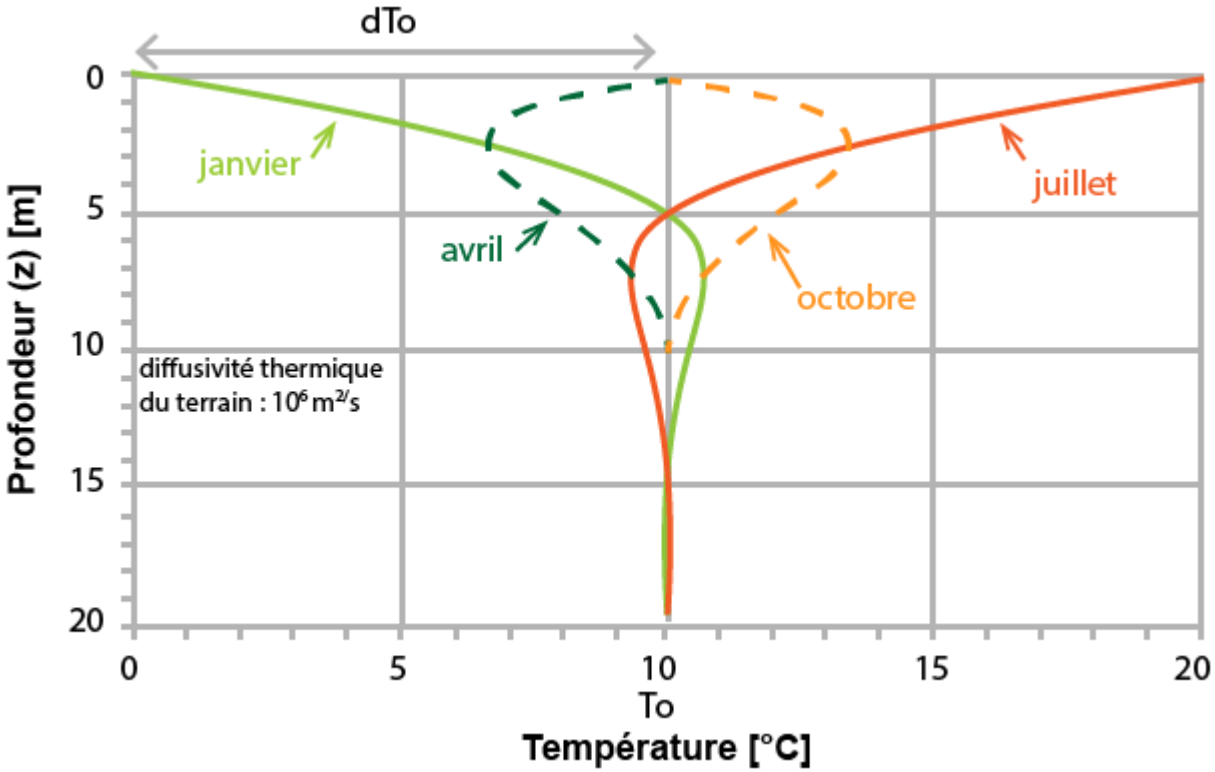
Nadelen

- Beheer van openingen
- Verbruik van de ventilatoren

PASSIEVE KOELING - VIA DE VLOER

Geocooling

- Recuperatie van koelte van de grond via geothermische sondes waarin water circuleert (gesloten net)
- Voor diepte ≥ 10m, t° ≈ 10 … 12 °C



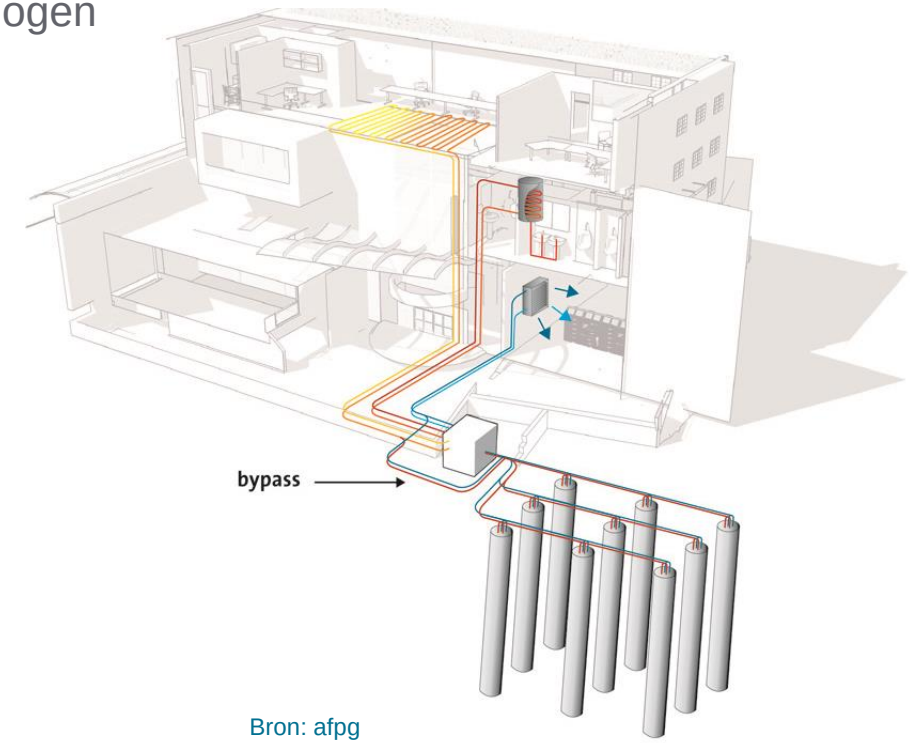
Jaarlijkse schommeling grondtemperatuur volgens diepte
Bron: Energie +

PASSIEVE KOELING - VIA DE VLOER

Geocooling

Geocooling	≠	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



Bron: afpg

INHOUDSTAFEL

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**

KLIMAATREGELING

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.

KLIMAATREGELING

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

KLIMAATREGELING

Principe

- 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!**

TE ONTHOUDEN VAN DE PRESENTATIE



- 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.

TOOLS

Gids duurzame gebouwen

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

CONTACT

Julie RENAUX

Projectingenieur

écorce nv

+ 32 4 226 91 60

info@ecorce.be

?

DANK U VOOR UW AANDACHT