

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

REGELING VAN GEBOUWEN

HERFST 2024

Waarom en hoe regelen?



Julie RENAUX
écoRce
LOGEMENT CONSULTANT



- ▶ Begrijpen van het belang van een regeling
- ▶ Zich vertrouwd maken met het vocabularium en de onderdelen van een regelingssysteem



DEFINITIE

WAAROM REGELEN?

- Het comfort verzekeren
- Het verbruik verminderen

HOE REGELEN?

- Regelgeving
- Onderdelen van een regelingssysteem



Regeling

“Verzekeren van de correcte werking van een complex systeem”

Waarom?

Met het oog op het verzekeren van:

- ▶ het **comfort van de gebouwgebruikers**
- ▶ de **goede werking van de uitrustingen**, zowel individueel als collectief
- ▶ de optimalisering van systemen gericht **op een verlaging van het verbruik**
- ▶ de veiligheid van de gebouwgebruikers, de **integriteit van het gebouw**



DEFINITIE

WAAROM REGELEN?

- ▶ **Het comfort verzekeren**
 - Thermisch comfort
 - Ademcomfort
 - Visueel comfort
- ▶ Het verbruik verminderen

HOE REGELEN?

- ▶ Regelgeving
- ▶ Onderdelen van een regelingssysteem



Definitie van de Gids Duurzame Gebouwen

- Situatie van thermisch evenwicht tussen menselijk lichaam en omgeving

Hoe het begrip thermisch comfort objectief beschouwen?

- 6 parameters volgens P.O. Fanger



Source/bron:
<https://leguידedelaventure.blogspot.com>

Ontwerp- en regel-
parameters

Critères

Température des parois

Température de l'air

Vitesse de l'air

Humidité

Gebruiks-
parameters

Métabolisme

Habillement



Source/Bron: Leefmilieu Brussel



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



Ontwerp- en regelparameters



Luchttemperatuur

Source/Bron: F. Grégoire

Temperatuur van de wanden

Source/Bron: F. Grégoire



Ontwerp- en regelparameters

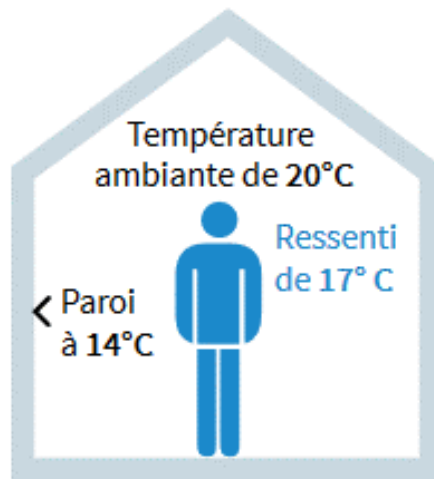
- Temperatuur van de lucht en de wanden

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

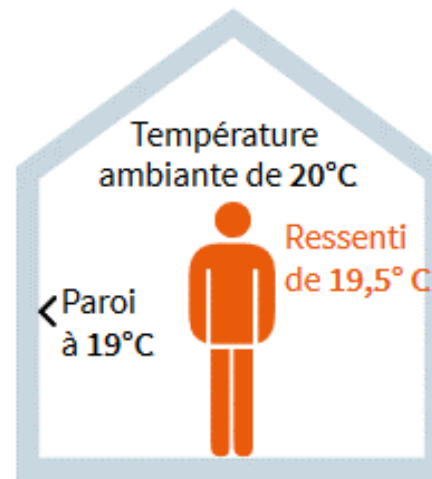
$$T_{\text{opérative}} = \frac{T_{\text{lucht}} + T_{\text{wanden}}}{2}$$

voor zover de lichtsnelheid niet meer bedraagt dan 0,2 m/s.

SITUATION INCONFORTABLE



SITUATION DE CONFORT

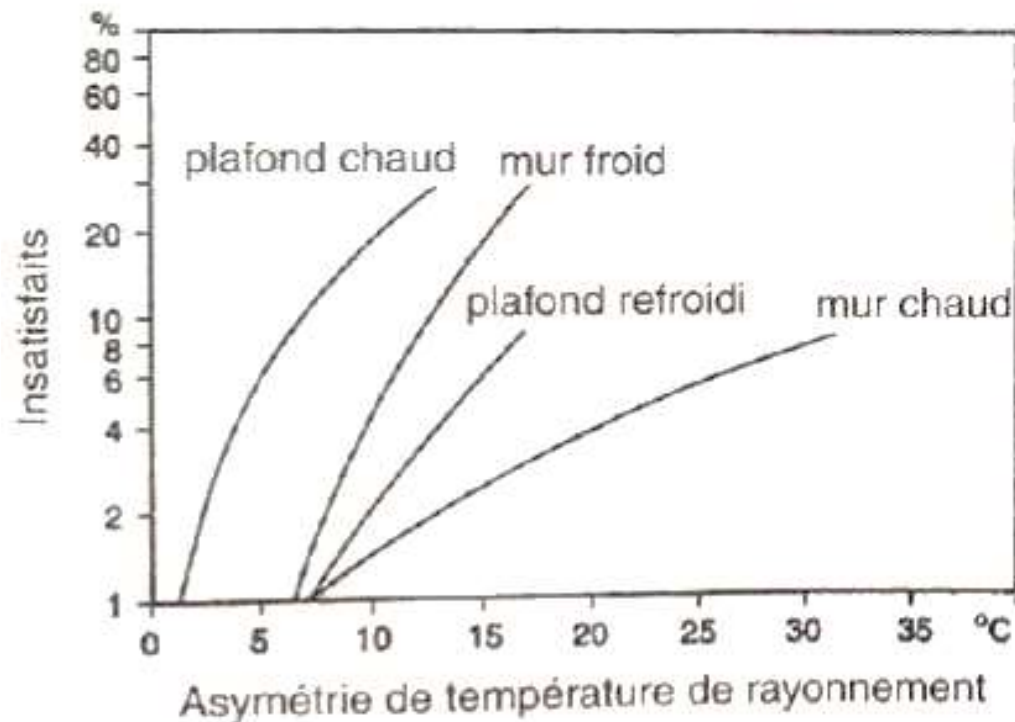


Source/Bron: <http://renov-energetique.sud-aisne.fr/>



10 HET THERMISCH COMFORT VERZEKEREN**Ontwerp- en regelparameters**

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



Percentage ontevredenen wegens asymmetrie van de stralingstemperatuur

Source/Bron: Recknagel 5^e Ed.



11 HET THERMISCH COMFORT VERZEKEREN

Ontwerp- en 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

Source/Bron: EnergiePlus

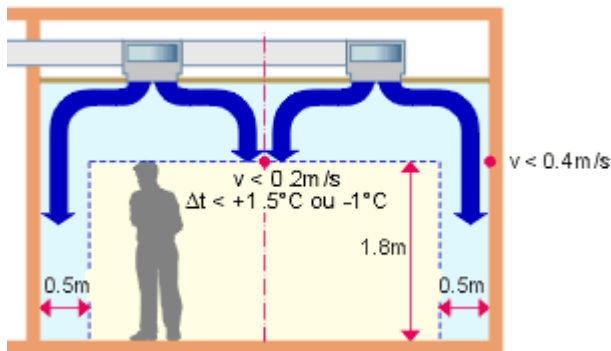


12 HET THERMISCH COMFORT VERZEKEREN

Ontwerp- en regelparameters

- Luchtsnelheid

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



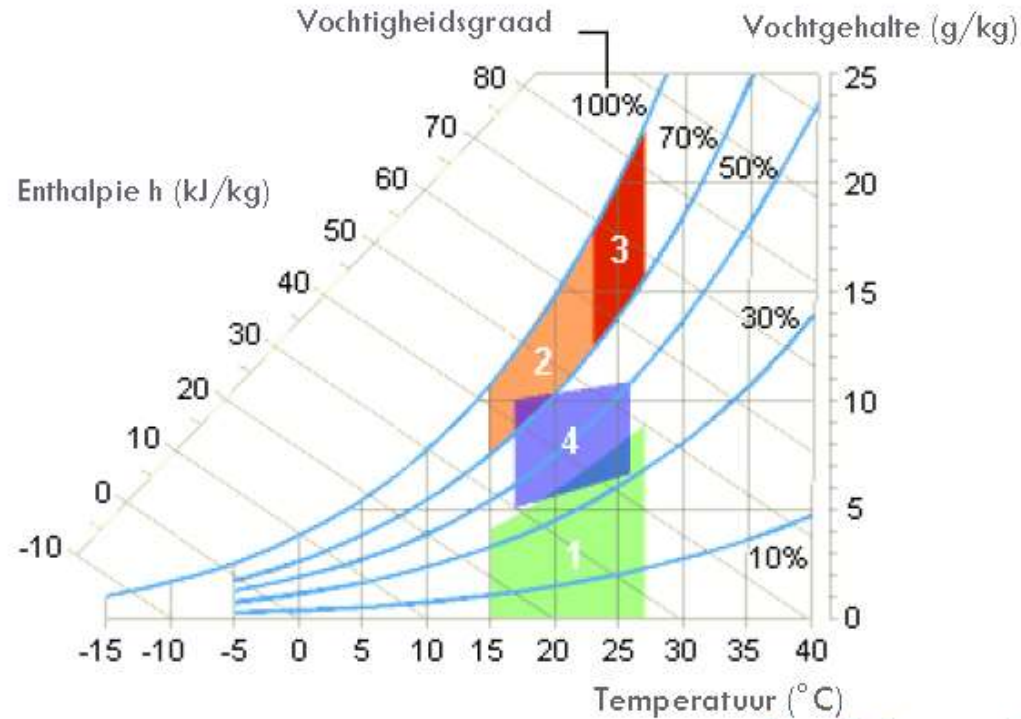
Sources / Bronnen: EnergiePlus, Trox , SIG air



13 HET THERMISCH COMFORT VERZEKEREN

Ontwerp- en regelparameters

- Koppel luchttemperatuur / vochtigheid



Bron: R. Fauconnier

Zone 1: droogteproblemen.

Zones 2 en 3: ontwikkeling van bacteriën en microzwammen.

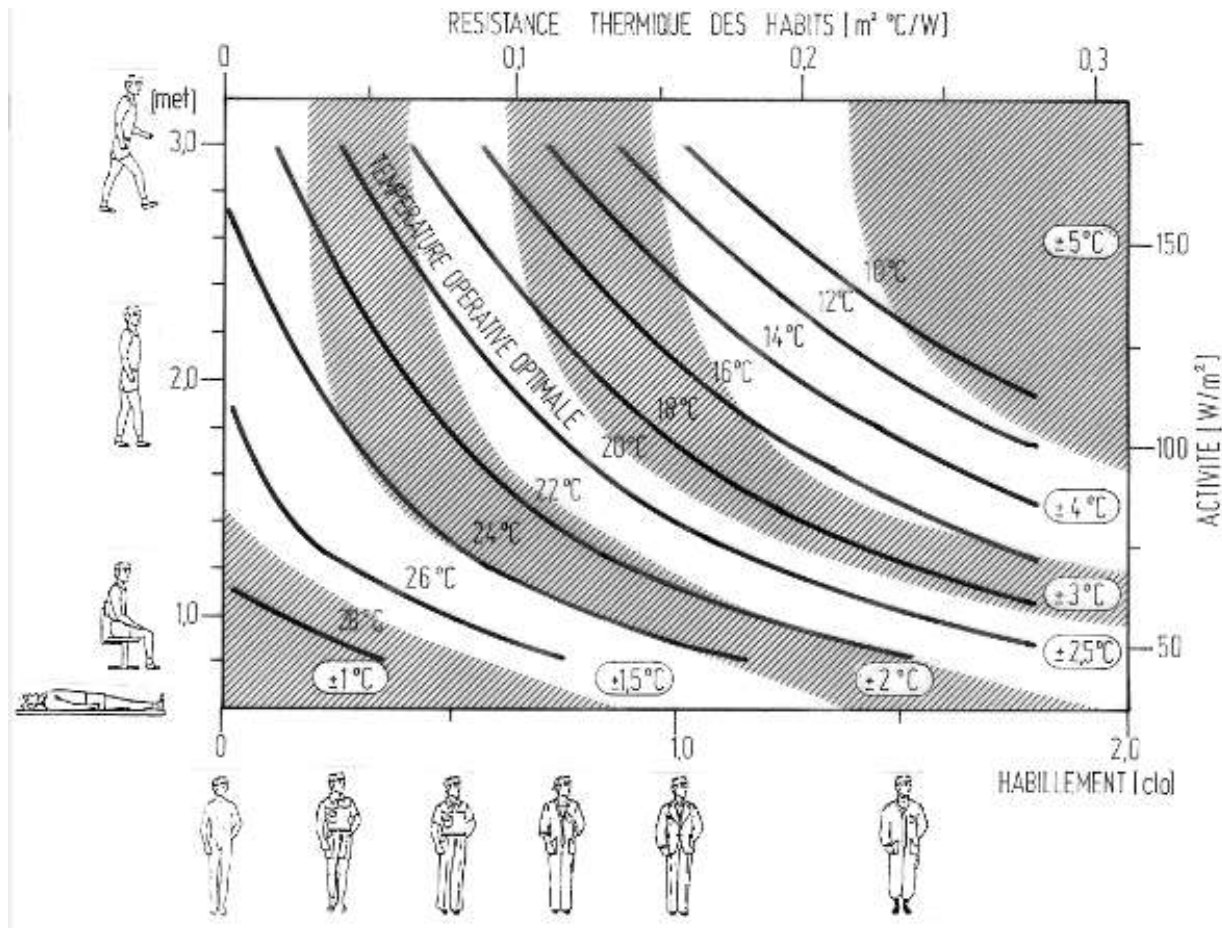
Zone 3: ontwikkeling van mijtachtigen.

Zone 4: polygoon van hygrothermisch comfort



14 HET THERMISCH COMFORT VERZEKEREN

Gebruiksparameters



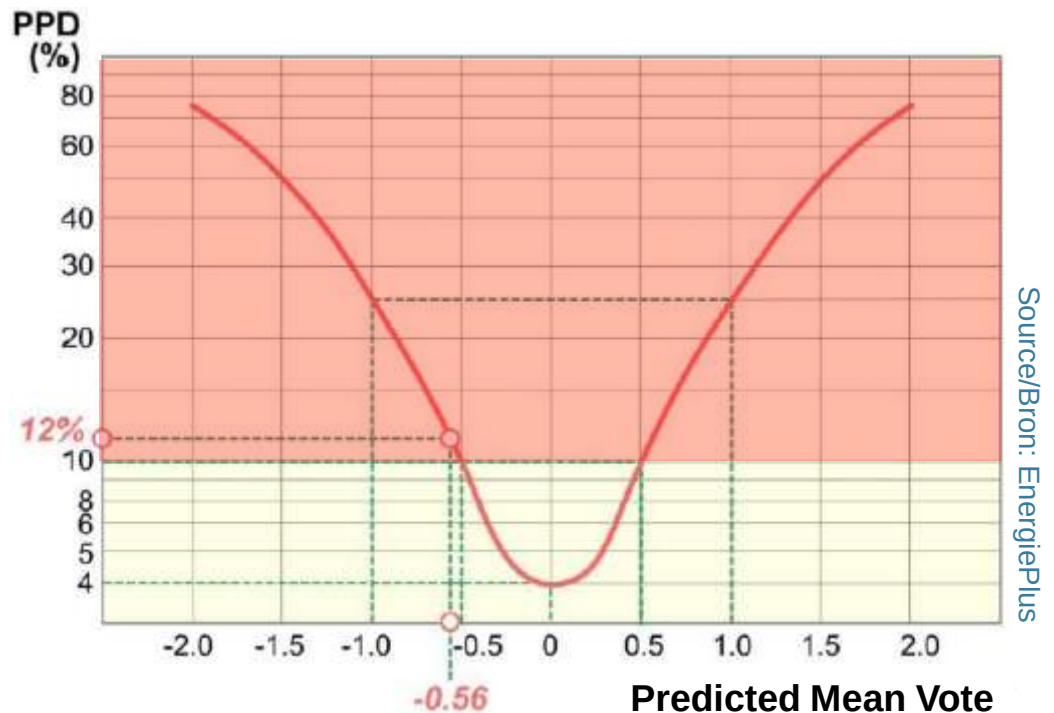
Ideale operatieve temperatuur rekening houdend met kleding en metabolisme
Bron: epfl



15 HET THERMISCH COMFORT VERZEKEREN

Gebruiksparameters

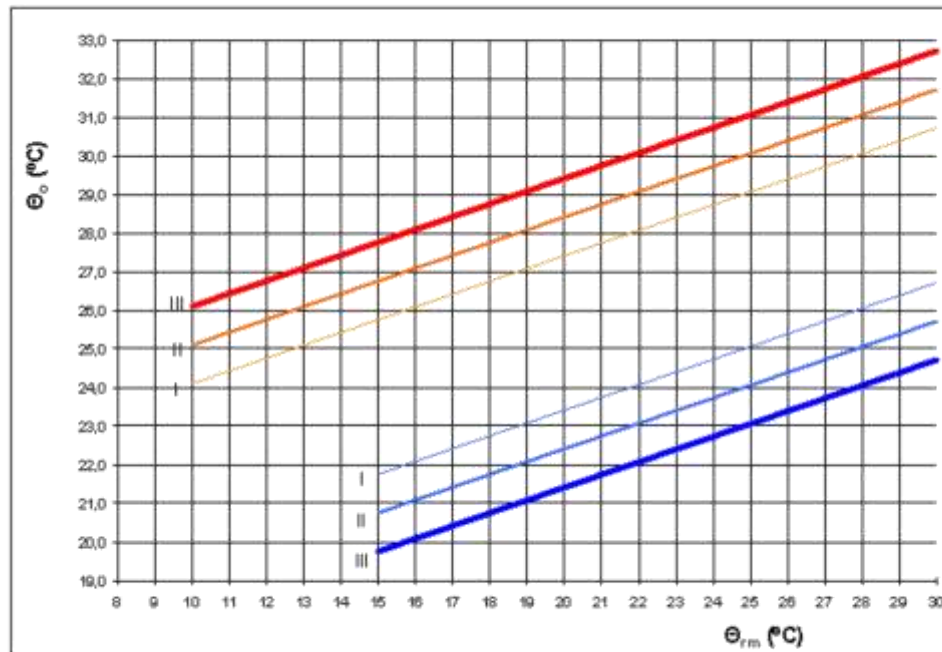
- ▶ Het model van Fanger kwantificeert het thermisch comfort door het percentage ontevredeneden in te schatten (Predicted Percentage of Dissatisfied of PPD)
- ▶ Het is onmogelijk om 100 % tevreden bewoners te hebben



16 HET THERMISCH COMFORT VERZEKEREN

Concept van adaptatief comfort

- ▶ Adaptieve comforttemperatuur bepaald op basis van het voortschrijdende buitentemperatuurgemiddelde per dag
 - Houdt rekening met de aanpassing van het menselijk lichaam en gedrag aan de weersomstandigheden
 - Varieert van 25 tot 28 °C afhankelijk van de weersomstandigheden
 - Van toepassing op gebouwen zonder klimaatregeling waarin bewoners kunnen ingrijpen m.b.t. het comfort (opening van ramen)



Θ_m = voortschrijdend
buitentemperatuurgemiddelde per dag in °C.
 Θ_o = operatieve temperatuur in °C.

Catégorie	Etat thermique global du corps	
	PPD %	Vote Moyen Prévisible
I	< 6	-0,2 < PMV < + 0,2
II	< 10	-0,5 < PMV < + 0,5
III	< 15	-0,7 < PMV < + 0,7
IV	> 15	PMV < -0,7; ou +0,7 < PMV

Bron: NBN EN 15251



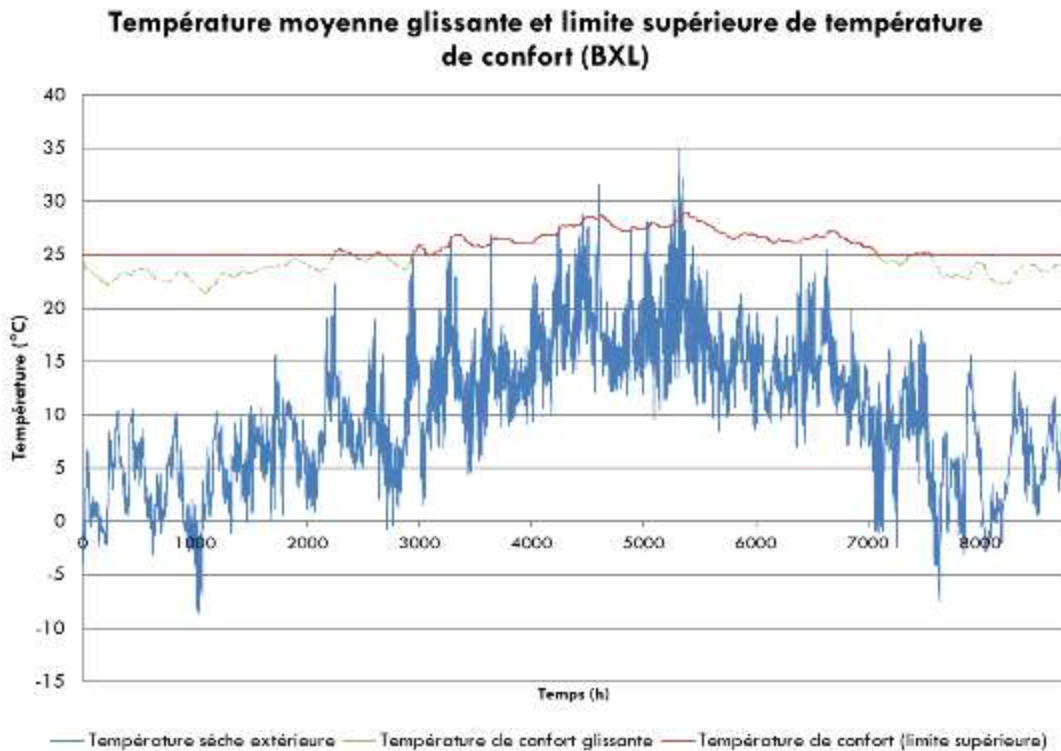
17 HET THERMISCH COMFORT VERZEKEREN

Concept van adaptatief comfort

- ▶ Voortschrijdend buitentemperatuurgemiddelde per dag

$$\Theta_{rm} = (1 - \alpha) \cdot \{ \Theta_{ed-1} + \alpha \cdot \Theta_{ed-2} + \alpha^2 \Theta_{ed-3} \dots \}$$

$$\Theta_{rm} = (\Theta_{ed-1} + 0,8 \Theta_{ed-2} + 0,6 \Theta_{ed-3} + 0,5 \Theta_{ed-4} + 0,4 \Theta_{ed-5} + 0,3 \Theta_{ed-6} + 0,2 \Theta_{ed-7}) / 3,8$$



- Θ_{rm} est la température moyenne glissante du jour ;
- Θ_{rm-1} est la température moyenne glissante de la veille ;
- Θ_{ed-1} est la température moyenne journalière extérieure de la veille ;
- Θ_{ed-2} est la température moyenne journalière extérieure de l'avant-veille etc. ;
- α est une constante comprise entre 0 et 1. Il est recommandé d'utiliser 0,8.



Actieve of passieve koeling?

- Wat is de waarschijnlijkheid van het oververhittingsrisico
- in percentage van de tijd
 - ten opzichte van een te bepalen temperatuur

VOORBEELD 1: “De temperatuur mag niet hoger zijn dan
25 °C gedurende meer dan 5 % van de tijd”
Criterium passiefcertificering volgens de criteria van het Passiefhuis-Platform



19 HET THERMISCH COMFORT VERZEKEREN

Comfort en matigheid

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



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



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-gehalte

...

- 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

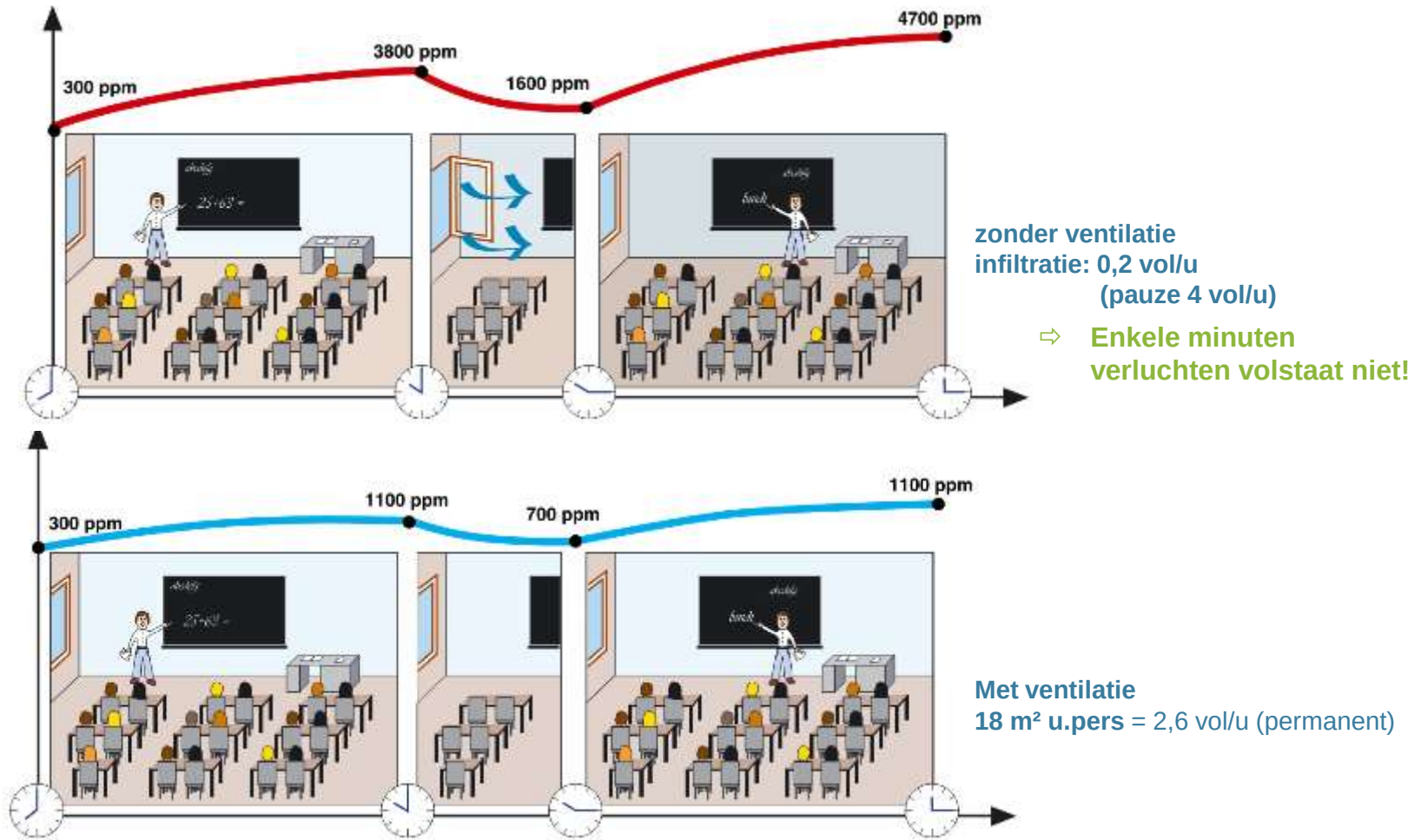
Vervuilende gassen

...



Voorbeeld van evolutie van CO₂-concentratie

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



Voorbeeld van vervanging van ramen

Gevolgen van de afwezigheid van hygiënische ventilatie bij vervanging van ramen, ...



Source/Bron: ICEDD



Kunstmatige verlichting

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

⇒ **Aanbevelingen van de NBN EN 12464 - Licht en verlichting - Werkplekverlichting** (Deel 1: Werkplekken binnen / Deel 2: Werkplekken buiten)

Natuurlijke verlichting

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

⇒ **Aanbevelingen van de NBN EN 17037 - Daglicht in gebouwen**



DEFINITIE

WAAROM REGELEN?

- Het comfort verzekeren
- **Het verbruik verminderen**

HOE REGELEN?

- Regelgeving
- Onderdelen van een regelingssysteem



VERBRUIK [kWh] = vermogen [kW] x DUUR [h]

- ▶ Het vereist vermogen is afhankelijk van ...

- de comforteisen
- de prestaties van de gebouwschil
- de interne en externe winsten
- de weersomstandigheden

- ▶ Het geïnstalleerd vermogen is afhankelijk van

- het rendement van de installatie
- wat er op de markt beschikbaar is

⇒ **De installatie wordt gedimensioneerd om zelfs in extreme omstandigheden het comfort te verzekeren.**

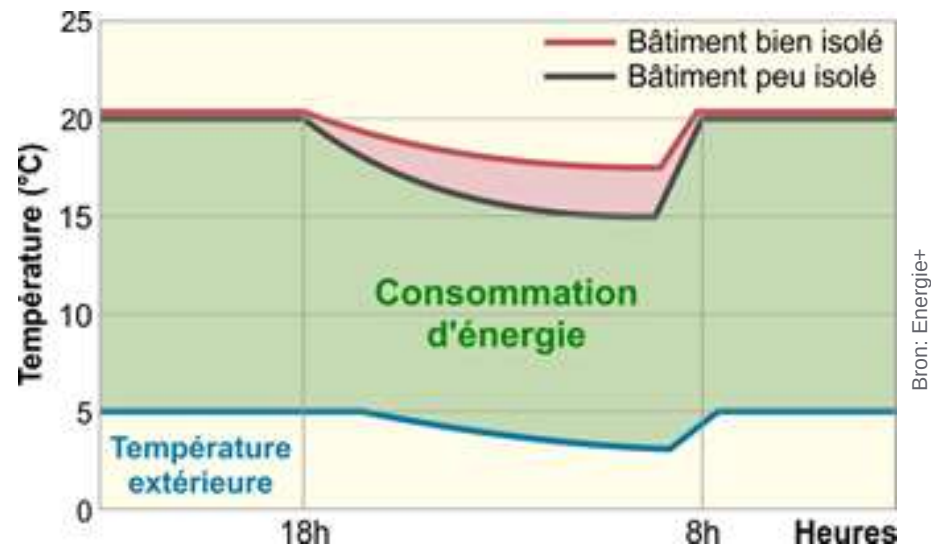
⇒ **Het is niet noodzakelijk om altijd het volledige beschikbare vermogen te leveren!**



27 HET VERBRUIK VERMINDEREN – VERWARMING

Het verbruik voor verwarming kan worden verminderd door strikt aan de behoeften te voldoen en door ...

- ▶ het vermogen van de afgiftelichamen aan te passen,
- ▶ de productie en afgifte van warmte stop te zetten wanneer deze niet langer nodig zijn
- ▶ de zone-indeling van ruimtes met verschillende behoeften (warmtewinsten, instelwaarde, bezettingsgraad, ...)



⇒ **Zie presentatie van Pierre Gustin**
Regeling van een verwarmingsinstallatie



Het verbruik voor verwarming en koeling kan worden verminderd door de gratis warmtewinsten te benutten, of door deze te beperken ...

- ▶ Door benutting van verse buitenlucht (als hygiënische lucht of als koeling)

⇒ **Zie presentatie van Fabrice Derny**

Regeling van de passieve koeling (free-cooling)

- ▶ Door benutting van zonnewinsten door de beglazing, of door gebruik van zonnewering

⇒ **Zie presentatie van Fabrice DERNY - Olivier Marcin**

Regeling van de mobiele zonneweringen



29 HET VERBRUIK VERMINDEREN – VENTILATIE

VERBRUIK [kWh] = vermogen [kW] x DUUR [h]

- ▶ Het vereist vermogen is afhankelijk van ...
 - de functie van het ventilatiesysteem
 - Hygiënische ventilatie: het type bezetting, het aantal personen aanwezig, ...
 - Verwarming/koeling: van de warmte-/koudevraag (interne en externe winsten)
- ⇒ **Het is niet noodzakelijk om altijd het maximale debiet te leveren!**
- ▶ Het verbruik situeert zich op twee niveaus
 - Verliezen/winsten door ventilatie > impact op de behoeften
 - Hulpapparatuur
- ⇒ **Om het totale verbruik te verminderen, is het belangrijk om beide bronnen aan te pakken**
- ⇒ **Zie presentatie van Pierre Gustin**
Regeling van een ventilatie-installatie

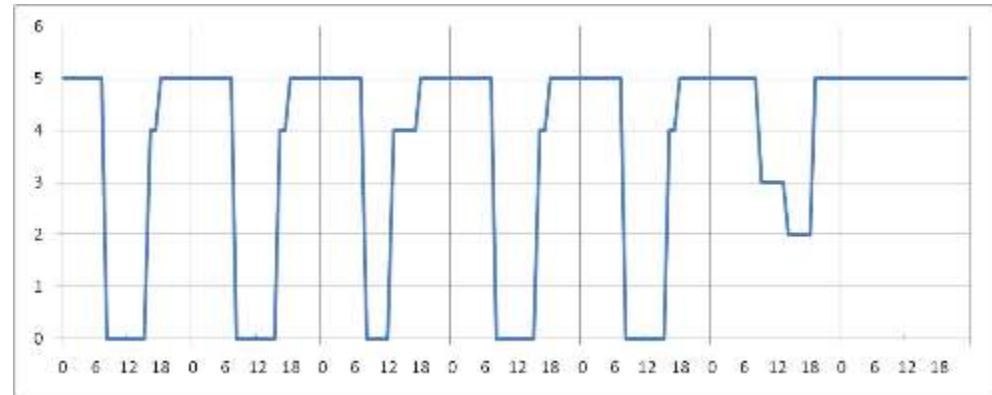


30 HET VERBRUIK VERMINDEREN – VENTILATIE



Debieten regelen volgens de behoeften

- Raam het jaarverbruik voor volgende configuraties
 - Dimensioneringdebiet: 350 m³/uur
 - Huis bewoond door 5 personen, vermoedelijke bezetting



- Verbruik van de groep

Debiet [%]	Wh/m ³	W
30	0,17	17
40	0,19	27
50	0,24	44
60	0,31	70
70	0,40	105
80	0,48	145
90	0,60	196
100	0,69	243



31 HET VERBRUIK VERMINDEREN – VENTILATIE**Debieten regelen volgens de behoeften**

- Raam het jaarverbruik voor volgende configuraties

Duur [uren]	Debiet [%]	Verbruik [kWh/jaar]
Scenario 1		
24	100 %	
Scenario 2		
24	50 %	
Scenario 3		
16	50 %	
8	30 %	



33 HET VERBRUIK VERMINDEREN – VERLICHTING

Verbruik [kWh] =

GEÏNSTALLEERD VERMOGEN
[kW]
afhankelijk van



GEBRUIKSDUUR
[h]
afhankelijk van

Licht-
bronnen

Toestellen

Hulp-
apparatuur

Verlichtings-
behoefte

Regeling

Activiteit
gebruiker

TL, LED, jodide...

Reflectoren,
pendelarmaturen,
directe/indirecte
verlichting

Voorsch.-transfo

Natuurlijke
verlichting

Schakelklok,
detectoren,
sensoren,...

Sensibilisering



34 HET VERBRUIK VERMINDEREN – VERLICHTING

Het verbruik voor verlichting kan worden verminderd door ...

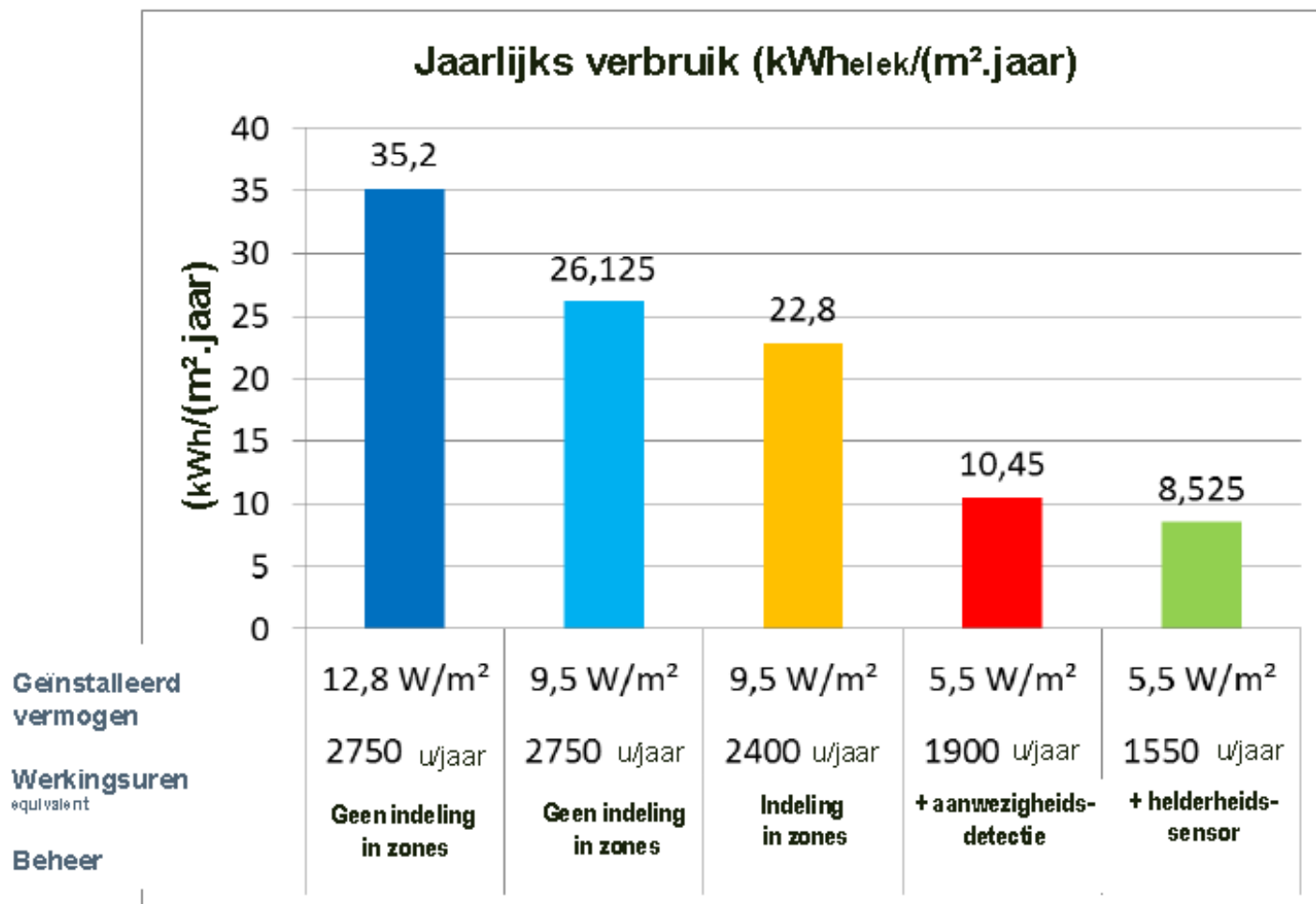
- ▶ beperking van de behoefte aan kunstmatige verlichting
- ▶ selectie van efficiënte systemen
- ▶ **regeling volgens de behoeften**
- ▶ verantwoordelijk gebruik

⇒ **Zie presentatie van Olivier Marcin**
Regeling van de kunstmatige verlichting



35 HET VERBRUIK VERMINDEREN – VERLICHTING

Waarom?



DEFINITIE

WAAROM REGELEN?

- ▶ Het comfort verzekeren
- ▶ Het verbruik verminderen

HOE REGELEN?

- ▶ **Regelgeving**
- ▶ Onderdelen van een regelingssysteem



Eisen voor een verwarmingsinstallatie

- ▶ **Modulering van het vermogen van de brander** voor elke nieuw geïnstalleerde modulerende of meertraps verwarmingsketel.
- ▶ Lokale **regeling van de afgiftelichamen** (thermostatische kranen)
- ▶ **Klimaatregeling**
- ▶ Programmering van **regimeomschakelingen**

Eisen voor een ventilatie-installatie

- ▶ **Automatische aanpassing van het verseluchtdebiet** volgens de bezetting van de ruimte

⇒ **Voor meer informatie:**

https://leefmilieu.brussels/sites/default/files/gids_12092018_exigences_modifs_nl.pdf

<https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/verplichtingen/de-energieprestatie-van-gebouwen-epb/epb-verwarming-en-klimaatregeling/wetgeving>

<https://leefmilieu.brussels/themas/gebouwen-en-energie/verplichtingen/de-energieprestatie-van-gebouwen-epb/epb-verwarming-en-klimaatregeling/nuttige-documenten>



DEFINITIE

WAAROM REGELEN?

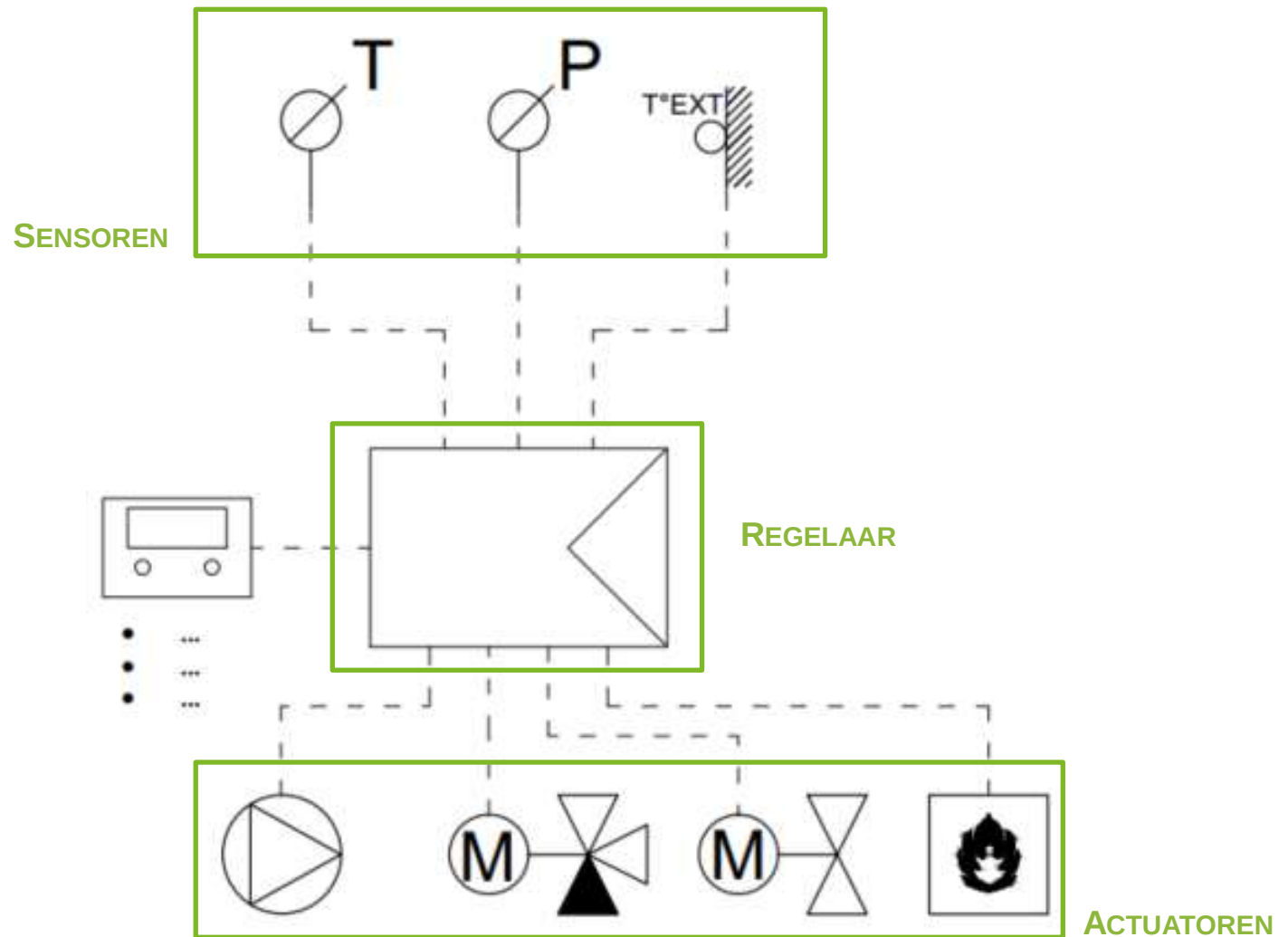
- Het comfort verzekeren
- Het verbruik verminderen

HOE REGELEN?

- Regelgeving
- **Onderdelen van een regelingssysteem**



39 ONDERDELEN VAN EEN REGELINGSSYSTEEM



Source/Bron: écorce



40 ONDERDELEN VAN EEN REGELINGSSYSTEEM

Een regeling bestaat minimaal uit de volgende elementen:

- Sensoren
- Actuatoren

De sensoren en actuatoren worden soms

- gecombineerd of gescheiden,
- **autonoom of verbonden met een gecentraliseerd intelligent systeem uitgevoerd,**
- mechanisch of elektrisch gestuurd.

REGELAARS



**REGELAARS
/SENSOREN**



SENSOREN



ACTUATOREN



Source/Bron: Siemens



Er zijn verschillende regelingsniveaus, die worden geselecteerd volgens:

- ▶ de complexiteit van de installatie en de gewenste verfijning van de regeling
- ▶ de communicatiemogelijkheden tussen de uitrustingen
- ▶ de centralisatie (al dan niet) van een intelligent systeem
- ▶ het type gebruikersinterface
- ▶ de mogelijkheden voor afstandstoegang en -beheer
- ▶ de mogelijkheden voor gebouwintegratie (nieuwe installatie/renovatie)



**Thermostatische
kraan**

Bron: Danfoss



**Ruimte-
thermostaat**

Bron: Honeywell



CTB

Bron: Schneider

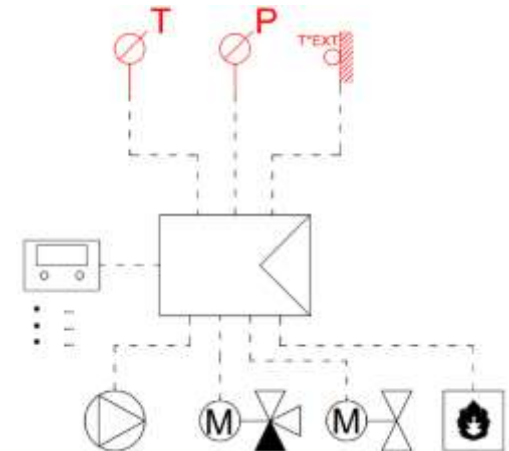


Gebruik

- Meting van fysieke grootheden (temperatuur, druk, debiet, ...)

De sensoren worden gekenmerkt door:

- de gemeten grootheid
- de eenheid
- de schaal
- de nauwkeurigheid
- de tijdsconstante
- het type uitgangssignaal



Gebruik

- Inwerking op de installatie: wijzigen van het debiet of de temperatuur, starten/stoppen van de watercirculatie, ...

Kenmerken

- Het type beïnvloede grootte: temperatuur, debiet, druk
- De inwerkingswijze
- Het type sturing: elektrisch, mechanisch
- Het ingangs-/uitgangssignaal

**Thermostatische
kraan**



VAV

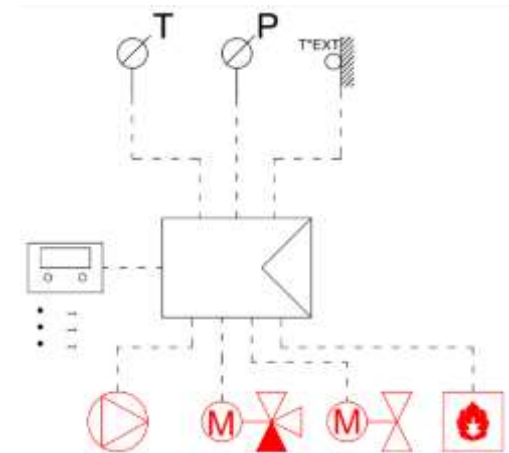


Bron: Trox

Bron: Wilo, Danfoss



**Circulatie-
pomp**



Gebruik

- ▶ De regelaar ontvangt informatie over de toestand van de installatie via de sensoren, vergelijkt deze met de ingestelde parameters en de erin vervatte gegevens en stuurt de actuatoren dienovereenkomstig aan. De regelaar is het brein van de installatie.

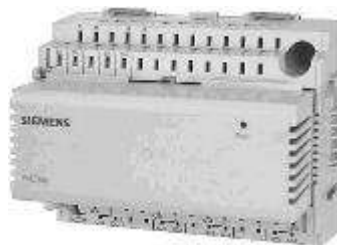
Kenmerken

De regelaars kunnen:

- ▶ gedecentraliseerd zijn en op slechts één element van de installatie inwerken,
- ▶ gecentraliseerd zijn en op verschillende elementen van de installatie inwerken, en deze coördineren overeenkomstig een "totaalvisie".

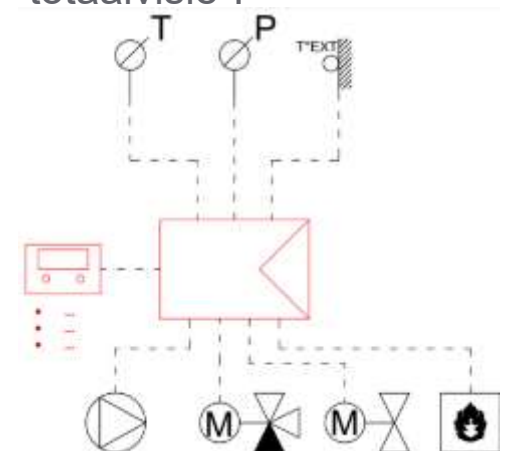


**Ruimte-
thermostaat**



Regelaar

Bron: Siemens

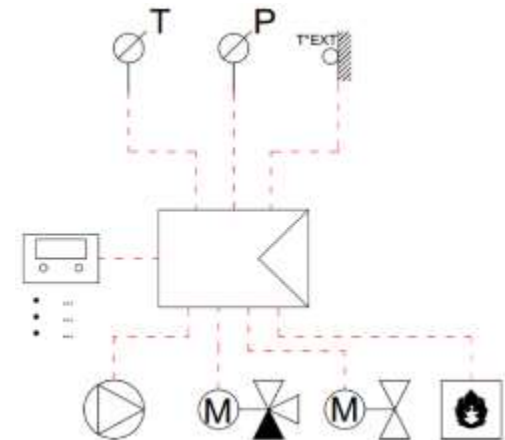


Gebruik

- Mogelijk maken van de communicatie tussen de elementen van een installatie

Kenmerken

- Open/gesloten protocol
- Bereik, snelheid,
- Aantal communicerende elementen,
- Communicatierichting: 1-richtings, 2-richtings alternerend, Full-duplex
- Taal
- Drager:
 - Seriële kabel,
 - Ethernet (RJ45, ...),
 - Draadloos (4G, WiFi,...)





- ▶ 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
- ▶ De sensoren zenden informatie naar een regelaar die op zijn beurt commando's doorzendt naar de actuatoren
- ▶ Het investeringsniveau is afhankelijk van de complexiteit van het systeem en de gewenste opvolging. Er bestaan systemen voor elk budget.
- ▶ Een goede uitrusting volstaat niet, een goede parameterinstelling en opvolging zijn van kritiek belang.





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- Technische installaties

Dossier I [Een efficiënte verwarmingsinstallatie ontwerpen](#)

Dossier I [Een energie-efficiënt ventilatiesysteem ontwerpen](#)

Dossier I [Free-cooling](#)

Dossier I [Optimaal gebruik van kunstlicht](#)

Dossier I Het ademcomfort verzekeren

Dossier I [Controle en optimalisatie van de regeling van de zonwering en de koeltechniek](#)

Dossier I [Optimalisering van de regeling](#)





Websites

- ▶ HIT Portal van Siemens: [apparatuur en typische regelingsschema's](#)
- ▶ EnergiePlus: [Regeling van de verwarming met warm water](#)
- ▶ EnergiePlus: [Regeltechnieken](#)
- ▶ EnergiePlus: [Organiseren van de koeling door free-cooling](#)
- ▶ EnergiePlus: [Beheer volgens de natuurlijke lichtinval](#)
- ▶ EnergiePlus: [Vergelijking van de keuzecriteria \[zonneweringen\]](#)
- ▶ EnergiePlus: [Verbetering van de regeling \[centrale verwarming\]](#)



Opleidingen

- ▶ Bekijk alle materialen [gratis](#) !
- ▶ [Verlichting : Ontwerp en afstelling](#)
- ▶ [Energiebeheer : Energieverantwoordelijke](#)



Julie RENAUX

Projectingenieur

écorce sa

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

