

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

BEHEER VAN
OVERVERHITTING IN DE
ZOMER

LENTE 2025

Getuigenis over ervaringen

Klimaatverandering en ontwerp van gebouwen

Mirjana VELICKOVIC

MK Engineering



- ▶ **Toekomstige klimaatgegevens:** hoe worden ze gegenereerd?
Hoe zal het klimaat veranderen?
- ▶ **Casestudy's:** hoe gebouwen ontwerpen met behulp van dynamische thermische simulatie (DTS), rekening houdend met de klimaatverandering?

⇒ **Hoe de gebouwen van morgen ontwerpen?**



KLIMAAT

- ▶ Verleden, heden, toekomst
- ▶ Het toekomstige klimaat voorspellen
- ▶ Meteorologische gegevens: analyse

CASESTUDY'S

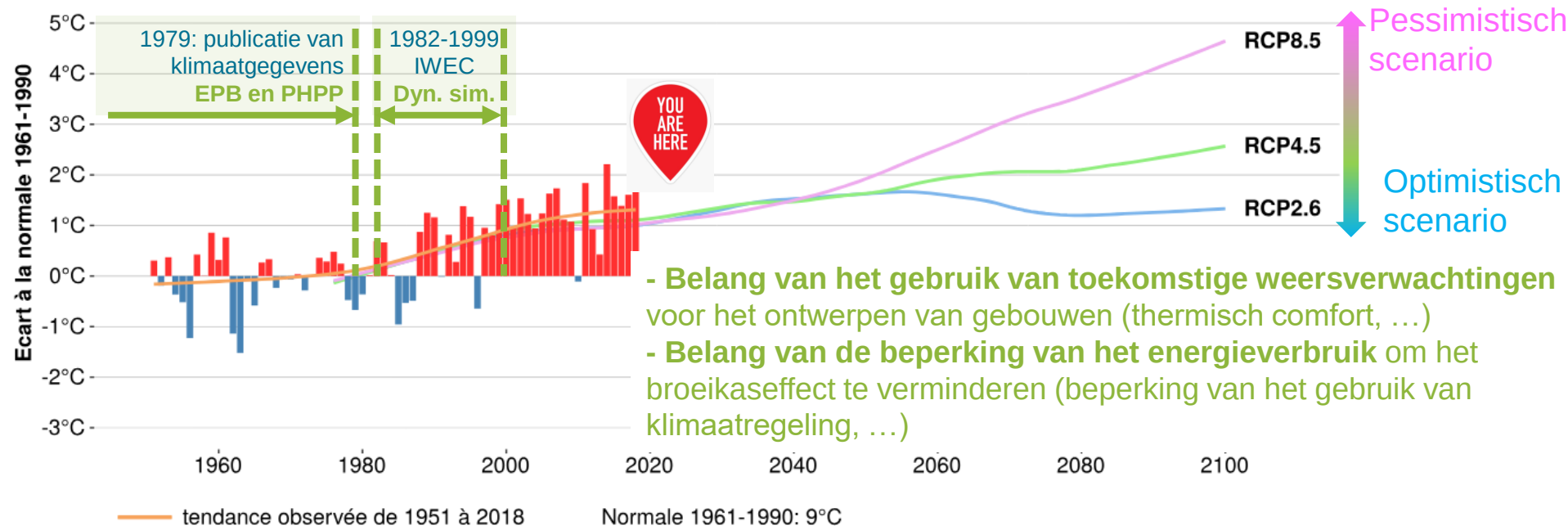
- ▶ Woningen
- ▶ Studentenkamers
- ▶ School
- ▶ Kantoren
- ▶ Transversale analyse

DE GEBOUWEN VAN MORGEN ONTWERPEN



Evolution de la température annuelle moyenne en Belgique

Projections climatiques jusqu'à 2100 selon 3 scénarios d'émission de GES (RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5).
Observations de 1951 à 2018 (moyenne de 8 stations historiques)



Bron: KMI (Koninklijk Meteorologisch Instituut), www.meteo.be

**Ontwerpen op basis van meteorologische bestanden voor huidige en toekomstige klimaat:
Gemiddeld jaar en extreem jaar**



Gevolg van de klimaatopwarming:

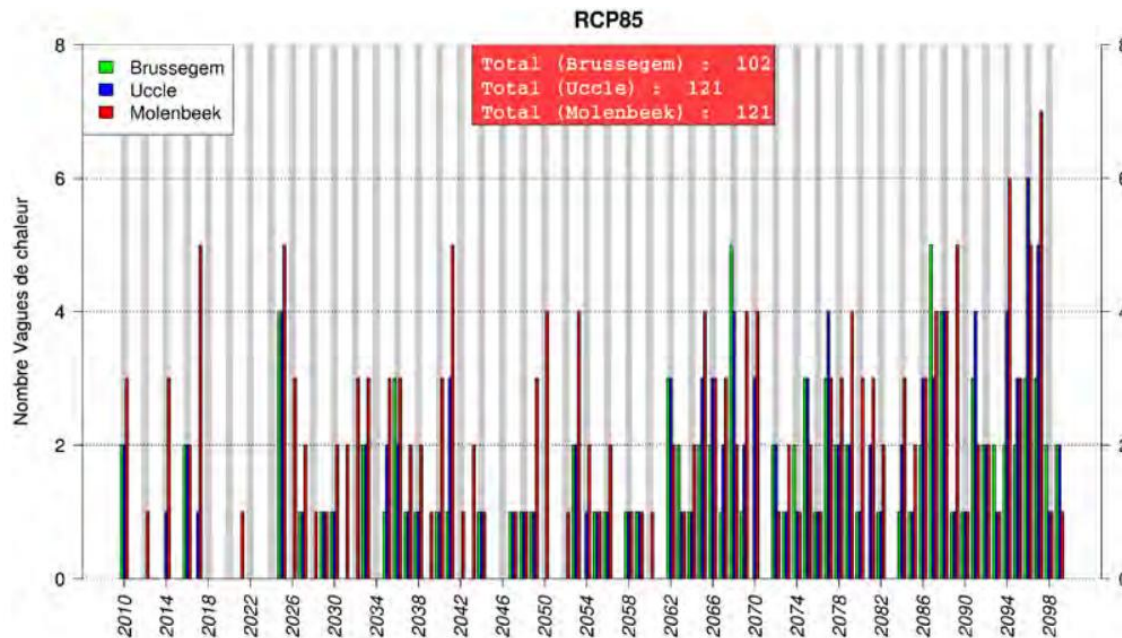
- Toename van extreme weersfenomenen

Onder andere: frequentere en intensere hittegolven

“... volgens dit scenario ... kunnen we voor het centrum van Brussel tegen 2100 verwachten dat:

- het aantal hittegolven verdrievoudigd is;*
- de intensiteit van de hittegolven verdubbeld is;*
- de duur van hittegolven met 50 % toegenomen is.”*

(KMI 2020)



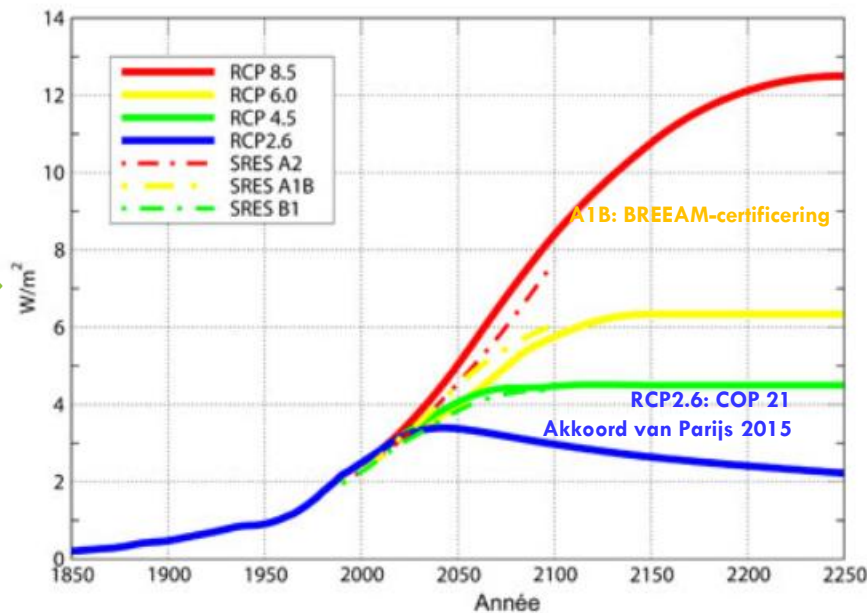
Evolutie van het aantal hittegolven volgens het meest pessimistische scenario (RCP 8.5) voor drie soorten omgevingen in Brussel: een landelijke (Brussegem in het groen), een voorstedelijke (Ukkel in het blauw) en een stedelijke (Molenbeek in het rood). Bron: KMI.



Voorspellingen van het IPCC (overeenkomstig verschillende socio-economische ontwikkelingsscenario's)

- ▶ 1e rapport (1990): zogenaamde “SRES”-scenario's (Special Report on Emissions Scenarios)
- ▶ 5e rapport (2014): zogenaamde “RCP”-scenario's (Representative Concentration Pathways)
- ▶ 6e rapport (2022): zogenaamde “SSP”-scenario's (Shared Socioeconomic Pathways)

Kwantificering van het broeikaseffect (“stralingsbalans”) →



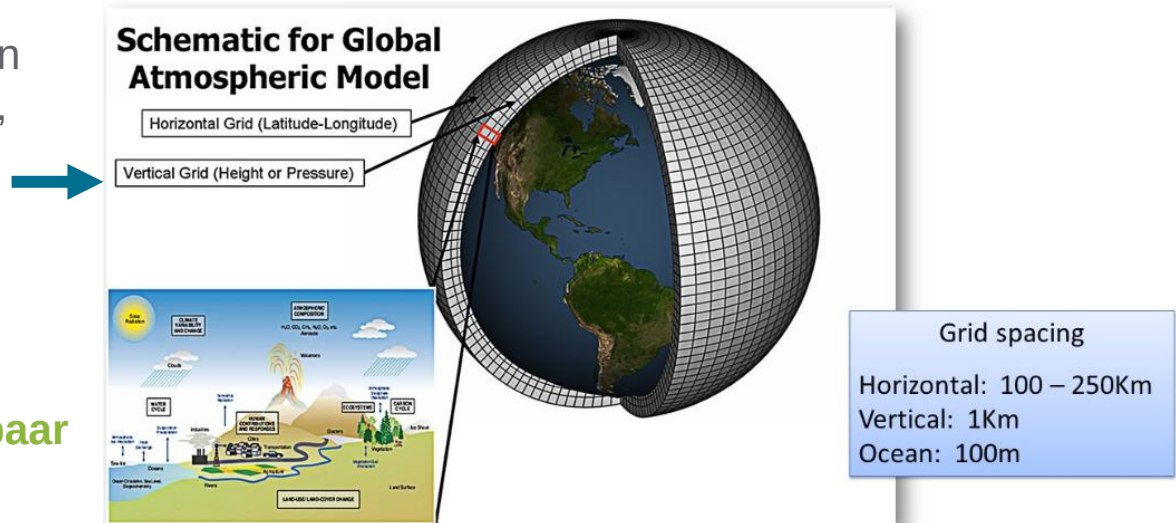
Afbeelding 3: Na 2006 komen de ononderbroken lijnen overeen met de zogenaamde RCP-scenario's (Representative Concentration Pathways) en de stippellijnen met de SRES-scenario's - bron:

<http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/le-giec-groupe-dexperts-intergouvernemental-sur-levolution-du-climat/les-scenarios-du-giec> (volgens S. Planton)



Modellen voor het toekomstige klimaat op planetaire schaal (IPCC)

- **Modellering** van de wisselwerking tussen atmosfeer, oceanen, cryosfeer en aardoppervlakte overeenkomstig het broeikaseffect.
- **Niet direct toepasbaar voor DTS** (te grote ruimtelijke schaal, maandgegevens in plaats van uurgegevens)
- **Vereist een schaalbepaling** in ruimte en tijd (“downscaling”)



Ruimtelijke resolutie van GCM-modellen (General Circulation Model)

Bron: <http://climateilluminated.com>

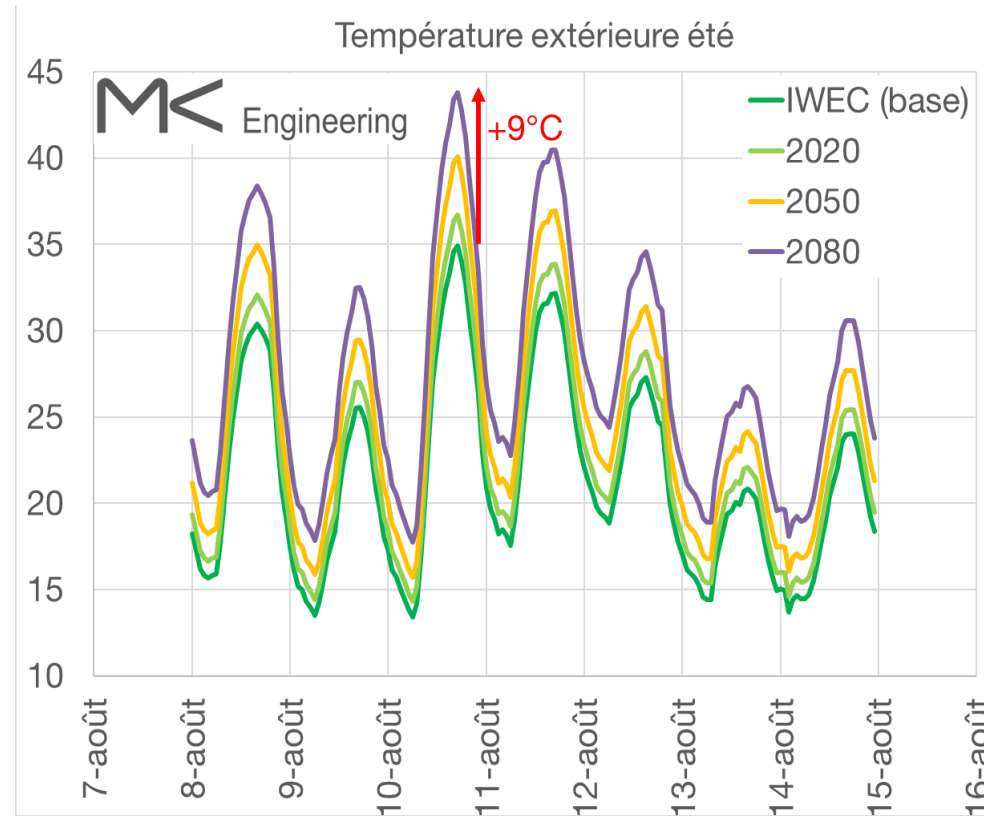


Schaalbepaling (“downscaling”)

► Statistische downscaling

- **Morphing:** op basis van bestaande gegevens uit het verleden. Gebruiksvriendelijke openbron Excel-tool.

- **Stochastische modellen:** willekeurige generering op basis van statistische gegevens. Betalende software.



Buitentemperatuur tijdens een hittegolf, vergelijking tussen historische (IWEc), geactualiseerde (2020) en toekomstige (2050 en 2080) gegevens met behulp van de morphing-techniek - bron: MK Engineering

Nauwkeurigheid

- **Dynamische downscaling** gedetailleerde simulaties uitgevoerd door een consortium van onderzoekseenheden op Europees en wereldniveau.

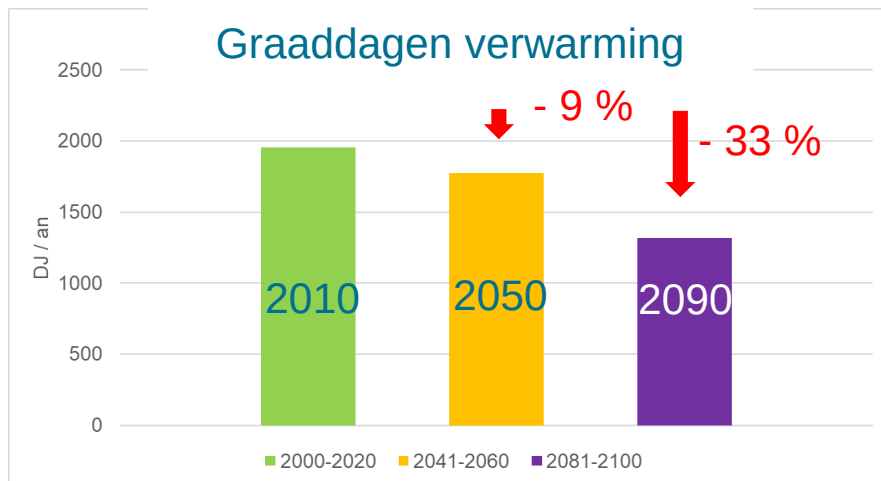
Buildwise: beperkte toegang, op aanvraag

ULg: vrije toegang <https://doi.org/10.5281/zenodo.5606983>



Dynamische downscaling : hoe ziet het toekomstige klimaat eruit?

	KMI-referentie 1961-90	IWEC 1982- 1999	2010	2050	2090
Jaarlijkse gemiddelde temperatuur Ukkel	9,8	10,29	10,77	11,58	13,41
Verhoging van de gemiddelde temperatuur	+ 0,0 °C	+ 0,49 °C	+ 0,97 °C	+ 1,78 °C	+ 3,61 °C



Bron: MK Engineering

Begrip 'graaddagen':

Verschil tussen de buitentemperatuur en een referentietemperatuur, op basis waarvan ramingen van het thermische energieverbruik worden opgesteld met het oog op het behoud van comfort in een gebouw in verhouding tot de strengheid van de winter of de hitte van de zomer.

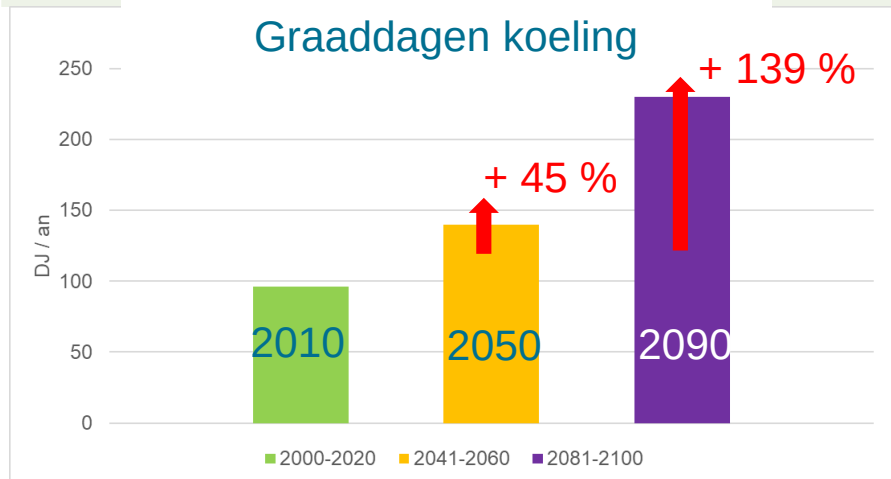
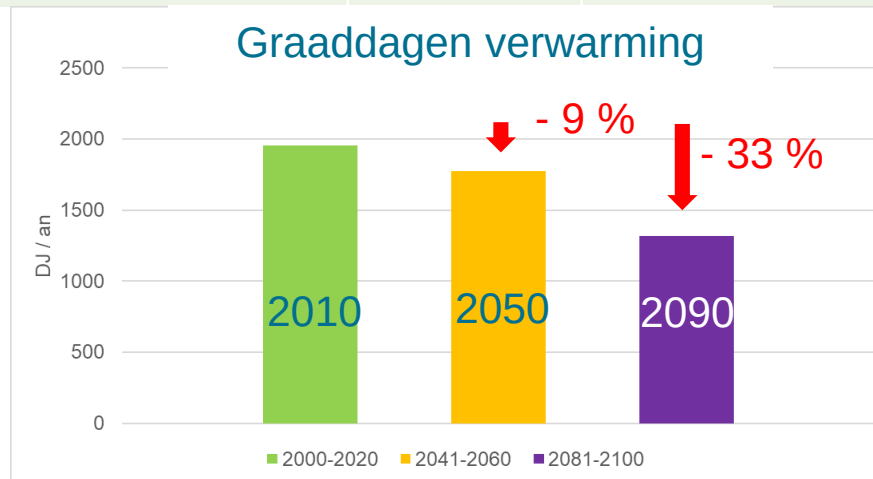
We gebruiken het begrip 'graaddagen' om de klimaatgesteldheid te kwantificeren.



10 TOEKOMSTIGE WEERSVERWACHTINGEN

Dynamische downscaling: hoe ziet het toekomstige klimaat eruit?

	KMI-referentie 1961-90	IWEC 1982- 1999	2010	2050	2090
Jaarlijkse gemiddelde temperatuur Ukkel	9,8	10,29	10,77	11,58	13,41
Verhoging van de gemiddelde temperatuur	+ 0,0°C	+ 0,49°C	+ 0,97°C	+ 1,78°C	+ 3,61°C



Bron: MK Engineering

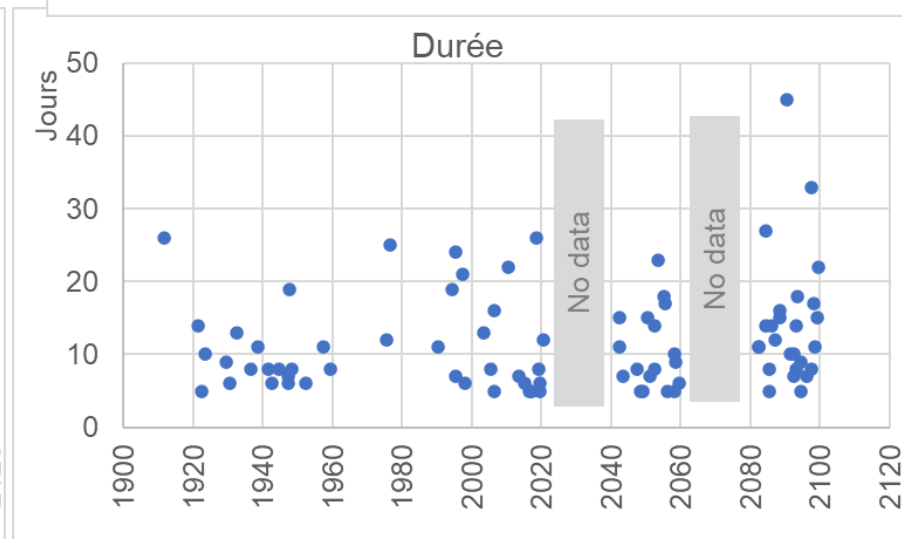
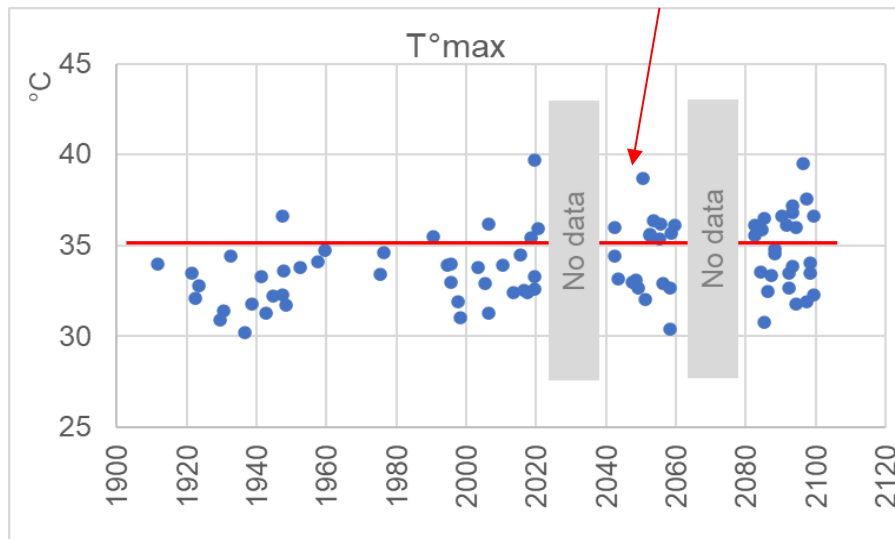
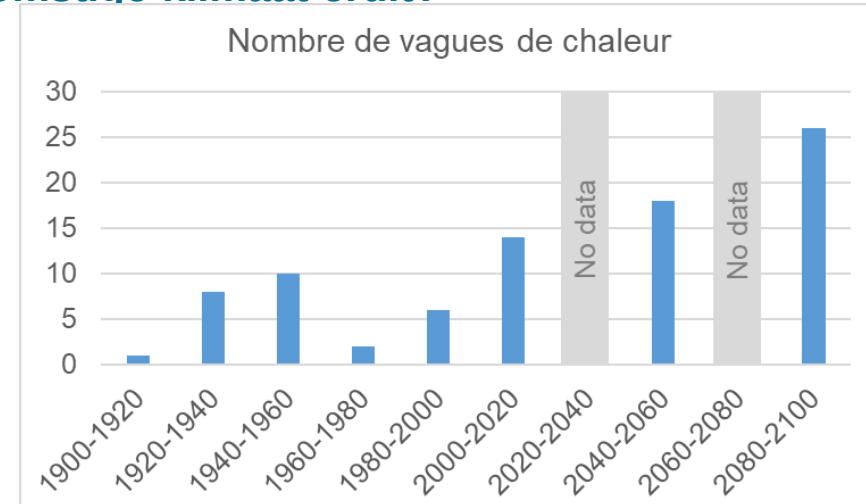


Dynamische downscaling: hoe ziet het toekomstige klimaat eruit?

Hittegolf:

*min. 5 dagen > 25 °C waarvan minstens
3 dagen > 30 °C*

*Minder hoge maximumtemperatuur in de toekomst?
Gegevens moeten met enige terughoudendheid
geïnterpreteerd worden.*



Bron: MK Engineering



KLIMAAT

- ▶ Verleden, heden, toekomst
- ▶ Het toekomstige klimaat voorspellen
- ▶ Toekomstige weersverwachtingen

CASESTUDY'S

- ▶ Woningen
- ▶ Studentenkamers
- ▶ School
- ▶ Kantoren
- ▶ Transversale analyse

DOELSTELLING: vaststellen van trends voor verschillende bestemmingen

(conclusies kunnen niet als absolute waarheden beschouwd worden)

DE GEBOUWEN VAN MORGEN ONTWERPEN



Plan casestudy's

		Gemiddeld jaar (TMY)	Extreem jaar (XMY)
Gegevens uit het verleden		/	1 Appartementen 2019
		/	2 Studentenkamers 2019
Toekomstige weersverwachtingen	Morphing	3 School 2010 – 2050 – 2090	/
	Stochastisch	/	/
	Dynamisch	4 Kantoren 2000-2000; 2040-2060; 2080-2100	

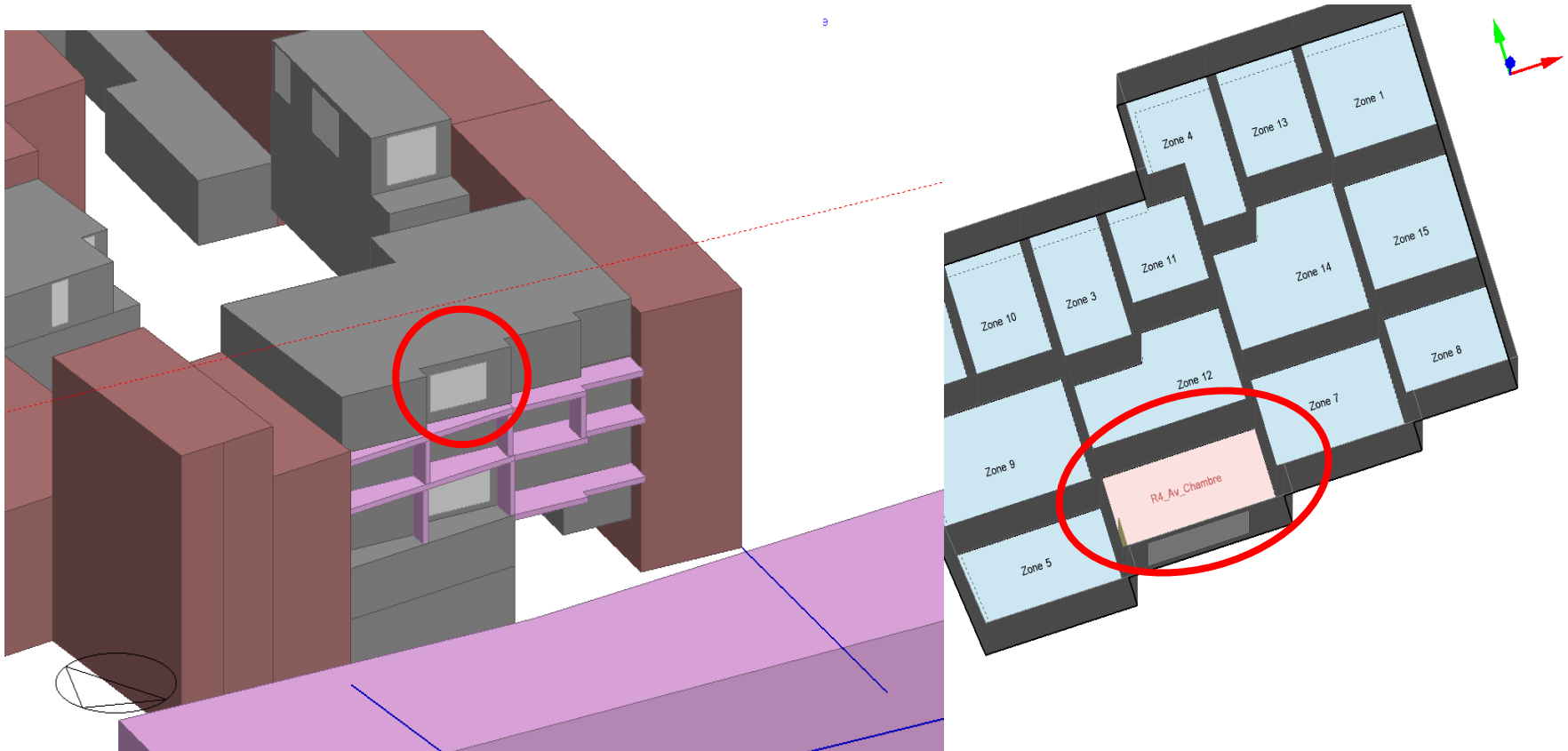


1 – Appartementen – jaar 2019

		Gemiddeld jaar (TMY)	Extreem jaar (XMY)
Gegevens uit het verleden		/	1 Appartementen 2019
		/	2 Studentenkamers 2019
Toekomstige weersverwachtingen	Morphing	3 School 2010 – 2050 – 2090	/
	Stochastisch	/	/
	Dynamisch	4 Kantoren 2000-2000; 2040-2060; 2080-2100	



Westelijk georiënteerde kamer

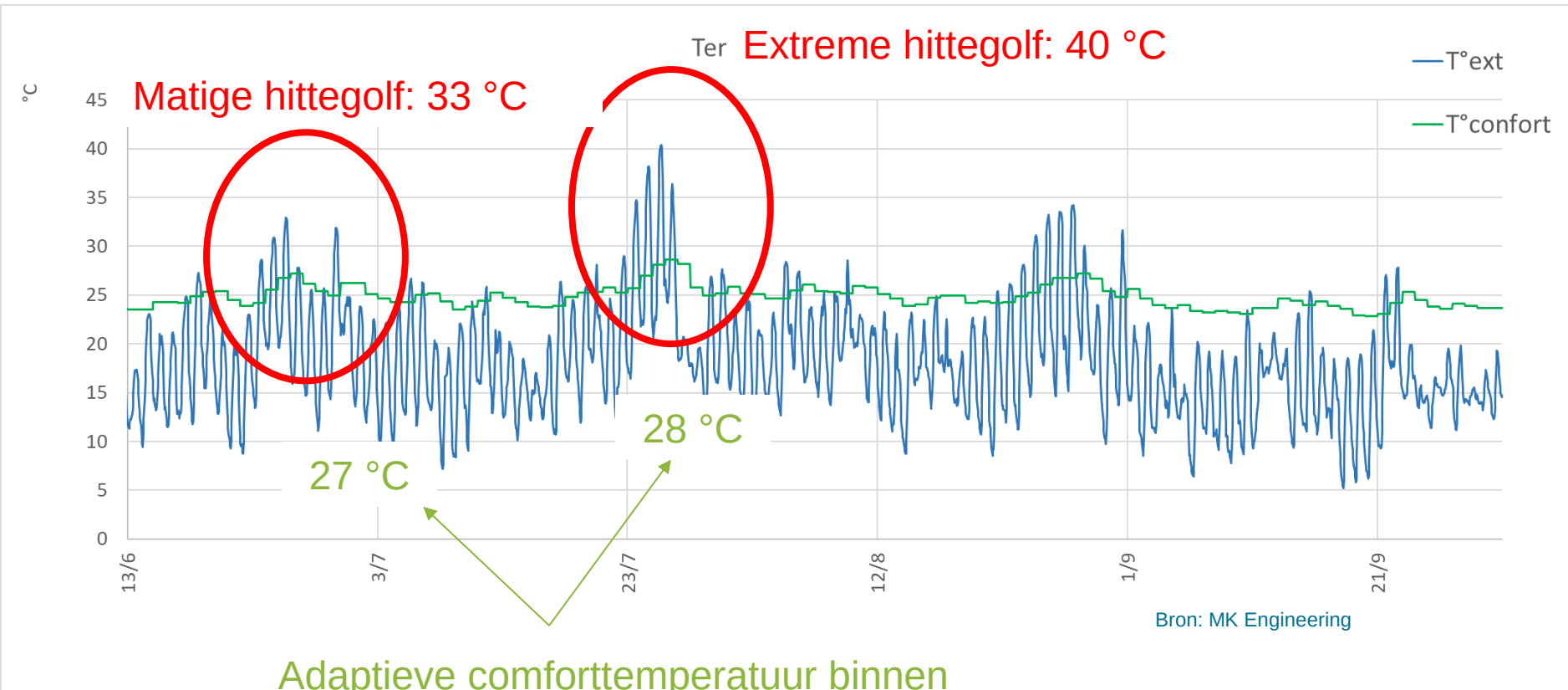


Bron: MK Engineering

Project "Antwerpsesteenweg". Architect: Pierre Blondel. Bouwheer: CLTB en Leefmilieu Brussel.



Gebruikte meteorologische gegevens: jaar 2019



Adaptieve comforttemperatuur binnen

= "ideale" temperatuur overeenkomstig de weersverwachtingen van de voorbije 5 dagen
(Norm NBN EN 16798-1:2019)

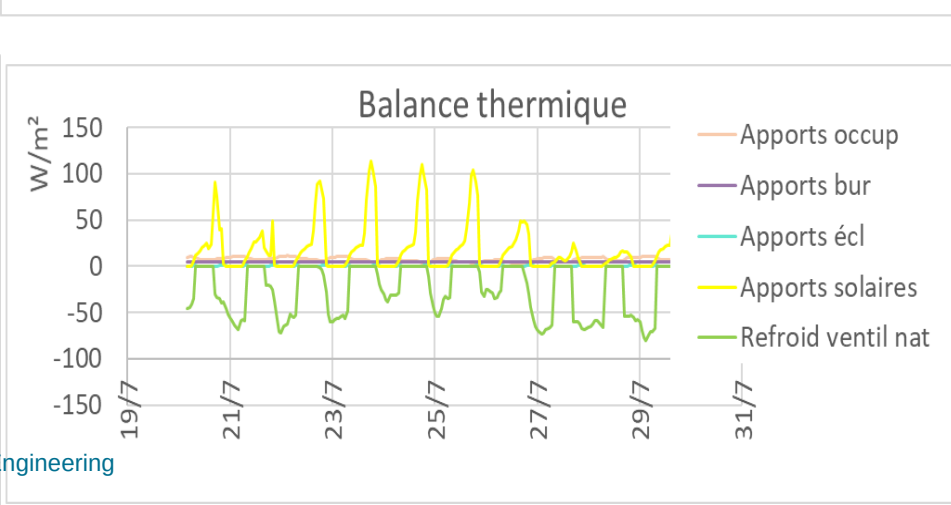
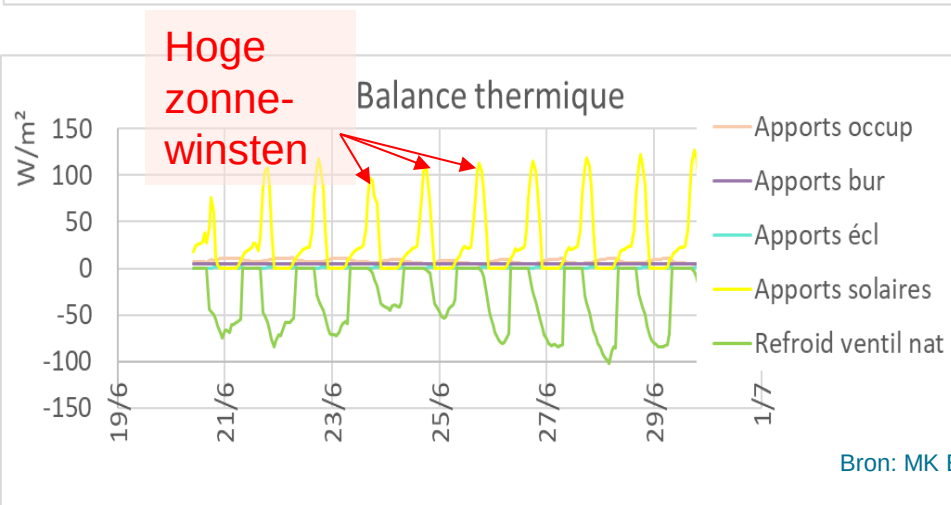
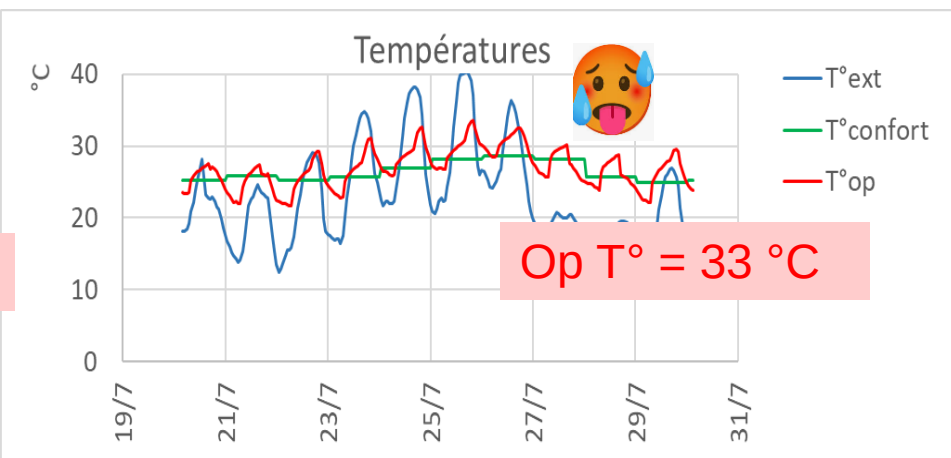
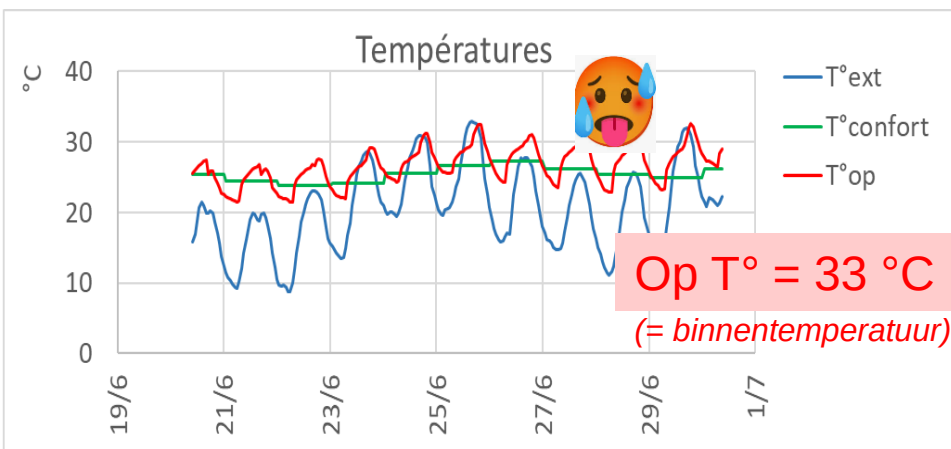


**Zonder externe
zonneweringen**

Op T° = operationele binnentemperatuur (gevoelstemperatuur, hier berekend als het gemiddelde van de luchttemperatuur en de T° van de scheidingsconstructies)

Matige hittegolf
(33 °C)

Extreme hittegolf
(40 °C)



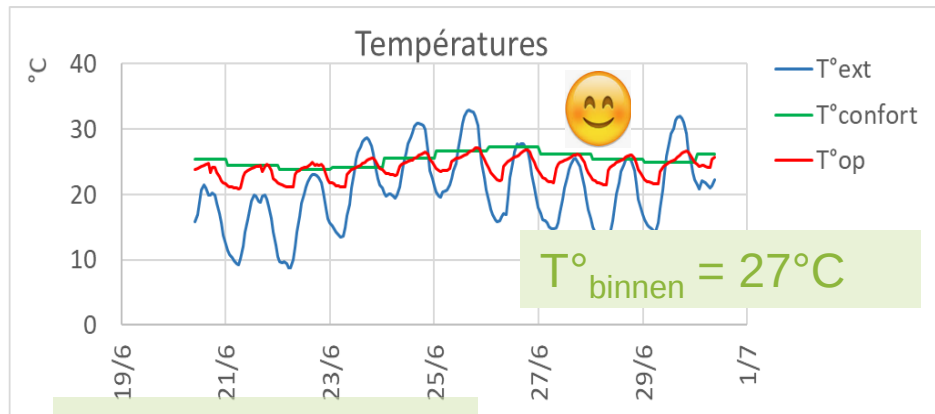
Bron: MK Engineering



Met externe
zonneweringen

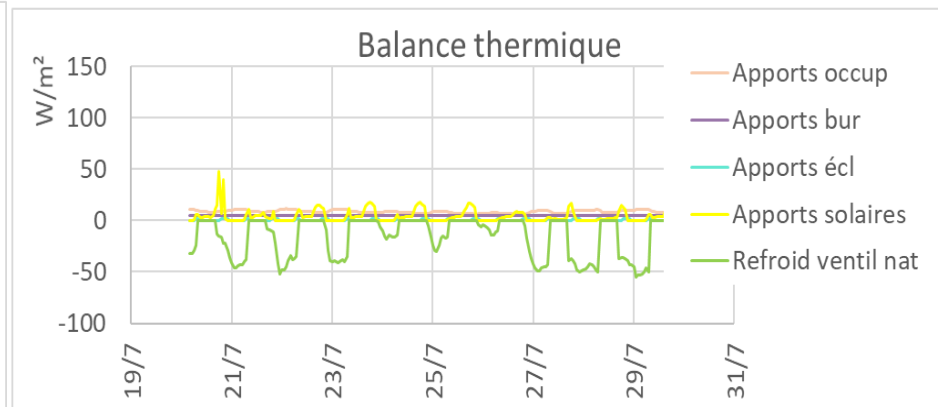
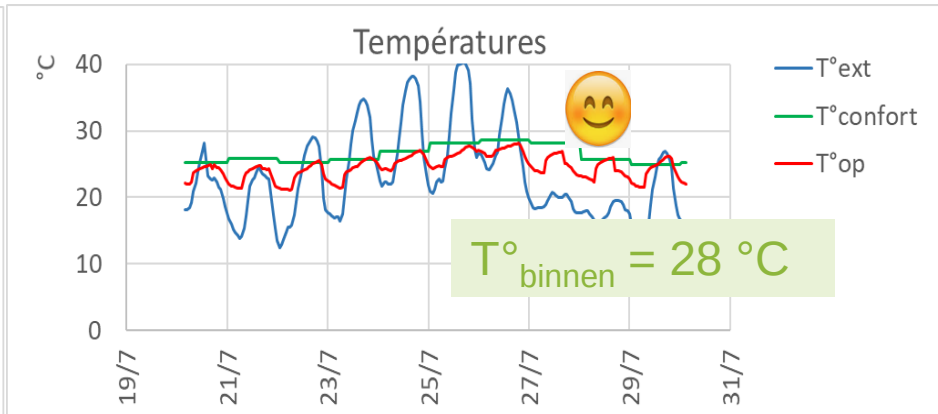
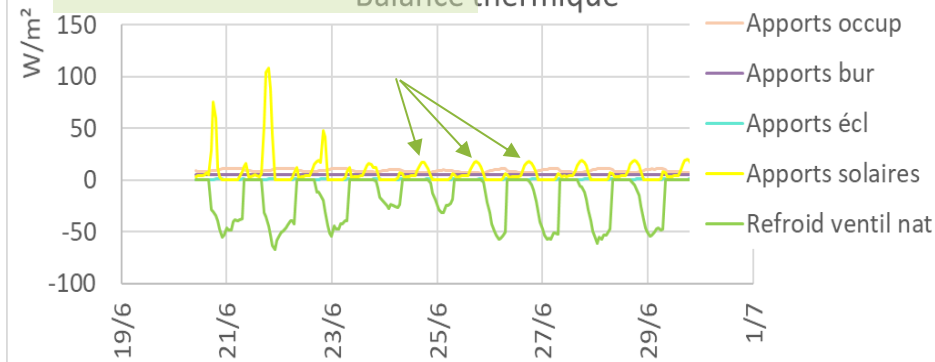
Matige hittegolf
(33 °C)

Extreme hittegolf
(40 °C)



Beter beheerde
zonnewinsten

Balance thermique



Bron: MK Engineering



Vergelijking DTS versus EPB

	DTS <i>Analyse van één enkele zone</i> <i>Jaar 2019 (extreem)</i> <i>Berekening per uur</i> <i>Uren met een gebrek aan comfort</i>	EPB <i>Berekening voor volledige duplex</i> <i>Typisch jaar 1979 + 1 °C</i> <i>Berekening per maand</i>
Zonder externe zonnewering	$1229 \text{ u.} / 8760 \text{ u.} =$ 14,0 %	Surchauffe (%)  3,46 [5]
Met externe zonnewering	$313 \text{ u.} / 8760 \text{ u.} =$ 3,6 %	Surchauffe (%)  2,44 [5]



CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

ONTWERPPRINCIPE APPARTEMENTEN

- **Geoptimaliseerde verhouding ramen/gevel**
(te sterk beglaasde gevels = gebrek aan comfort in de zomer en warmteverliezen in de winter)
- **Externe zonneweringen** (aangepast aan de oriëntatie) **in het zuiden, oosten en westen bij bezonning van ramen**
(zelfs indien dit niet "verplicht" is voor de EPB)
- **Doorkijkwoningen voor een effectieve ventilatie**
(en anti-inbraakinrichting als de ramen van buitenaf toegankelijk zijn, ...)
- **Bewoner: aanvaarden van een beperkt gebrek aan comfort tijdens een hittegolf + effectief beheer van woning**
(ventilatie, zonneweringen, beperking van interne winsten, ...)

➡ **Indien deze principes worden nageleefd, is actieve koeling over het algemeen niet nodig**

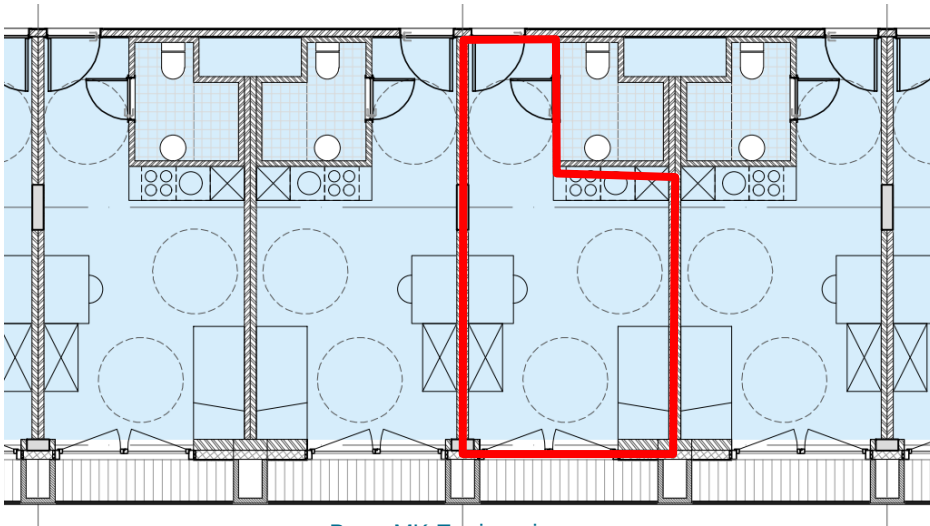


2 – Studentenkamers, jaar 2019

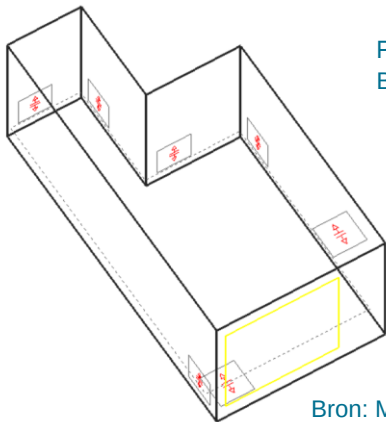
		Gemiddeld jaar (TMY)	Extreem jaar (XMY)
Gegevens uit het verleden		/	1 Appartementen 2019
		/	2 Studentenkamers 2019
Toekomstige weersverwachtingen	Morphing	3 School 2010 – 2050 – 2090	/
	Stochastisch	/	/
	Dynamisch	4 Kantoren 2000-2000; 2040-2060; 2080-2100	



ZUIDWESTELIJK georiënteerde studentenkamer 1 enkele gevel

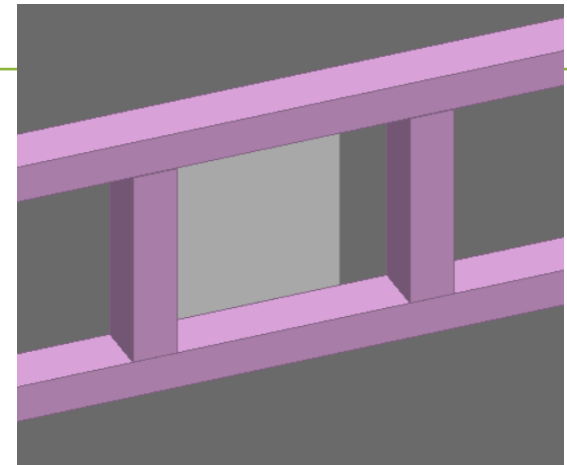


Bron: MK Engineering



Project "Demets". Architect: Dierendonckblancke
Bouwheer: Fjordred

Bron: MK Engineering



Bron: MK Engineering

Architecturale vaste zonnewering:
"Kaders" (balkons + verticale
vlakken tussen studio's, 75 cm diep).
Effectiviteit?

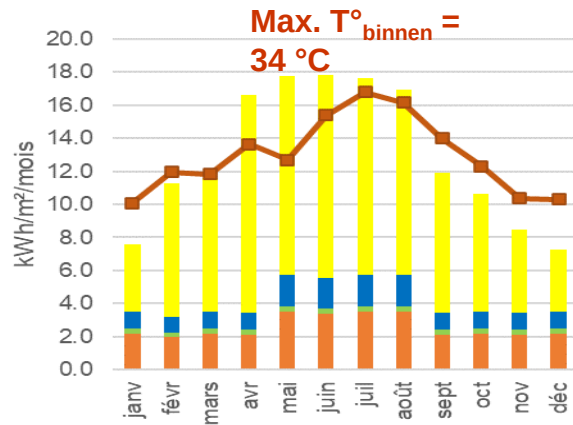


Bron: <http://www.conseils-store.com/>

Zonnewinsten en interne winsten per maand

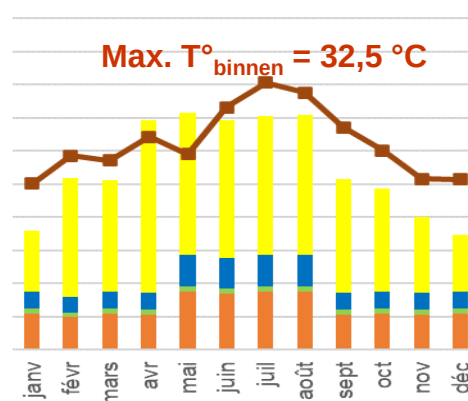
+ max. $T^{\circ}_{\text{binnen}}$ per maand

Geen enkele strategie



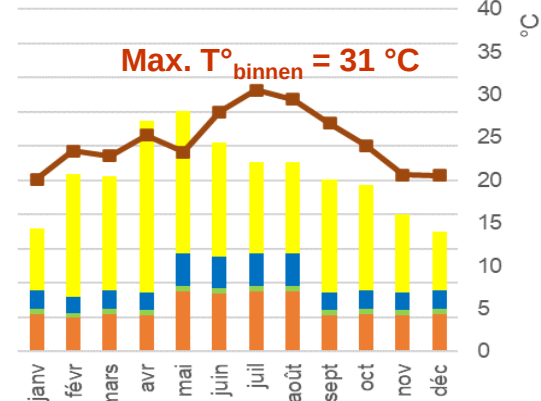
Kader

Zonnewinsten: - 30 % in de zomer



Kader + zonnewering

Zonnewinsten: - 50 % in de zomer



Bron: MK Engineering

- **Hoge interne winsten / m²** (gebruik 24/7 in de zomer + burotica , in een kleine ruimte)
- De ruimte blijft een **gebrek aan comfort** vertonen, zelfs met zonnewering
- **Gevoeligheid van de bewoner**: behoefte aan concentratie om te studeren

**Zonnewering +
actieve koeling
aanbevolen**



CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

ONTWERPPRINCIPE STUDENTENKAMERS, STUDIO'S

- Kleine ruimten, dus hoge interne winsten /m²
- Dwarsventilatie onmogelijk (1 enkele gevel)
- Zonneweringen onontbeerlijk (oosten, westen, zuiden)
- Doordachte verhouding ramen/gevel
- Studentenkamers: gevoelige bewoner (behoefte aan concentratie)
Behoeft e aan comfort ++, met name in de zomer

➡ **Actieve koeling kan in bepaalde gevallen opportuun zijn**



3 – School, klimaat van de t

		Gemiddeld jaar (TMY)	Extreem jaar (XMY)
Gegevens uit het verleden		/	1 Appartementen 2019
		/	2 Studentenkamers 2019
Toekom- stige weers- verwach- tingen	Morphing	3 School 2010 – 2050 – 2090	/
	Stochastisch	/	/
	Dynamisch	4 Kantoren 2000-2000; 2040-2060; 2080-2100	



26 SCHOOL – 2020 / 2050 / 2090 (MORPHING)

Zuidelijk georiënteerd klaslokaal

Luifels

Mechanische night-cooling, geen actieve koeling



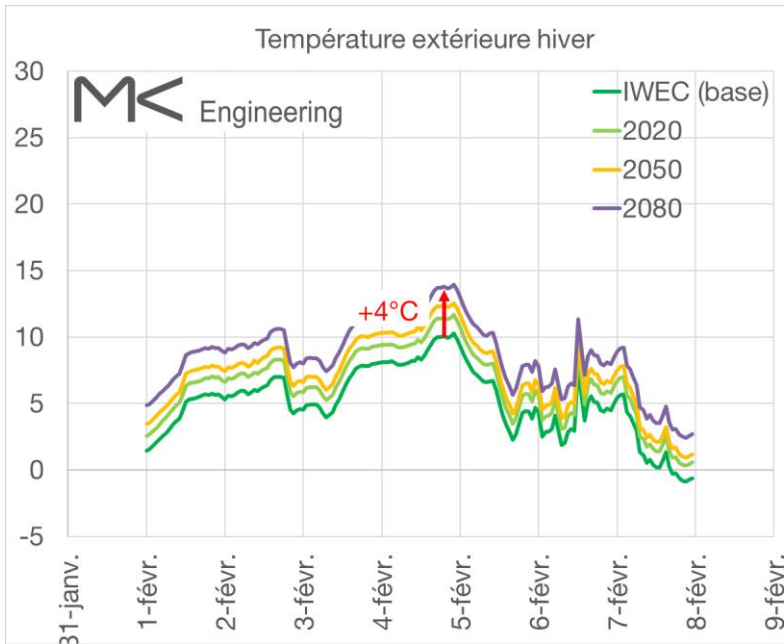
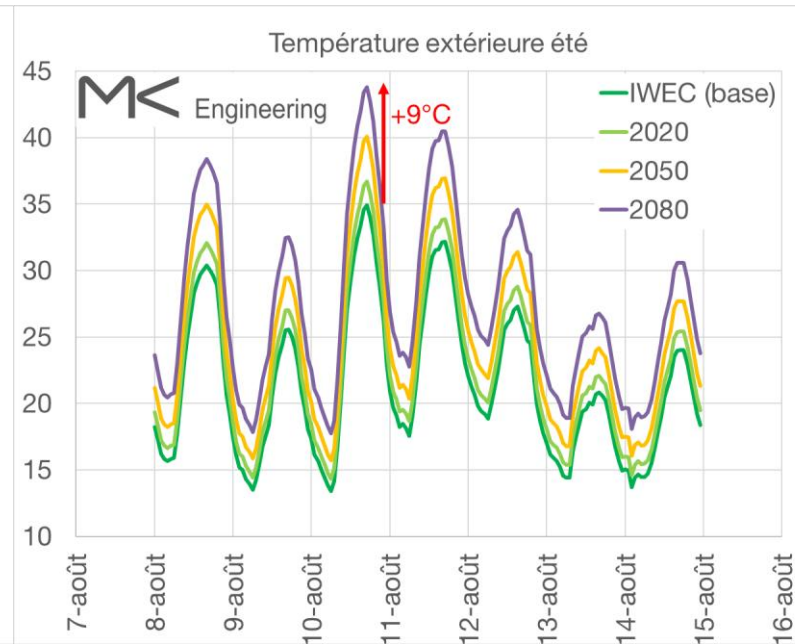
Bron: MK Engineering

Project "Don Bosco". Architect: Archeops
Bouwheer: Institut Don Bosco



27 SCHOOL – 2020 / 2050 / 2090 (MORPHING)

Toekomstige weersverwachtingen (morphing)

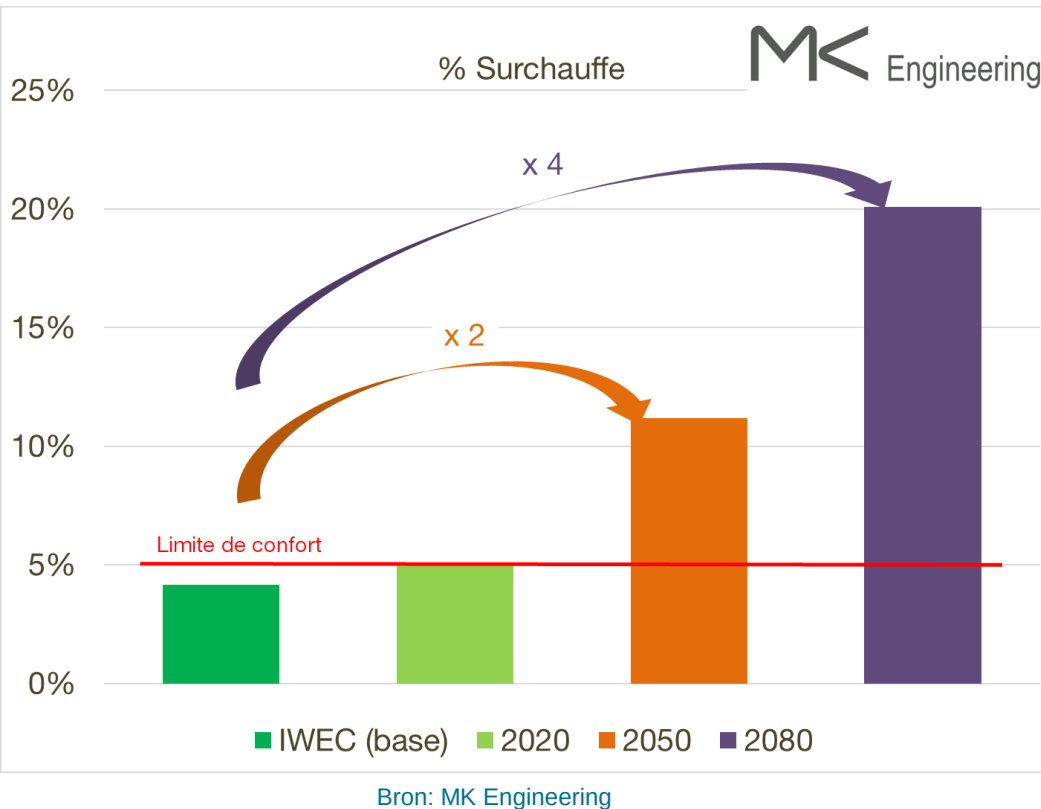
 $T^{\circ}_{\text{buiten}}$ in de winter $T^{\circ}_{\text{buiten}}$ in de zomer

Bron: MK Engineering



28 SCHOOL – 2020 / 2050 / 2090 (MORPHING)

Comfortcriterium: % oververhitting > 25 °C



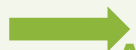
- IWEK (standaard weersverwachting in simulatiesoftware): comfort **OK**
- 2020: comfort is **beperkt**
- 2050 en 2090: comfort **NOK**

Rekening houden met de klimaatverandering kan de beslissing beïnvloeden om andere passieve strategieën of zelfs actieve koeling te voorzien



CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN**ONTWERPPRINCIPE
SCHOOL**

- Hoge interne winsten (bezetting + verlichting)
- Zonneweringen onontbeerlijk (oosten, westen, zuiden)
- Opening ramen en doordachte verhouding ramen/gevel
- **Aandacht voor IT-lokalen (hoge interne winsten)**
Indien mogelijk op het noorden gericht + openende ramen + lokale actieve koeling
- **Lage bezetting in juli/augustus (bepaalde lokalen voor stages, ...)**
Bepalen bij het begin van het project van de bezettingsperioden en comforteisen voor elke ruimte



Actieve koeling: geval per geval beoordelen van de noodzaak.
Kan al dan niet nodig zijn. In ieder geval een mogelijkheid voorzien om dit op middellange termijn eenvoudig te integreren.



4 – Kantoren, klimaat van de toekomst

		Gemiddeld jaar (TMY)	Extreem jaar (XMY)
Gegevens uit het verleden		/	1 Appartementen 2019
		/	2 Studentenkamers 2019
Toekomstige weersverwachtingen	Morphing	3 School 2010 – 2050 – 2090	/
	Stochastisch	/	/
	Dynamisch	4 Kantoren 2000-2000; 2040-2060; 2080-2100	



Voor 100 % beglaasde gevel + afscherming bezonning door architectonisch beton
Studie van 1 typeverdieping



Bron: <https://www.a2m.be/>

Architect : A2M

Zonnewinsten
kWh/m².jaar

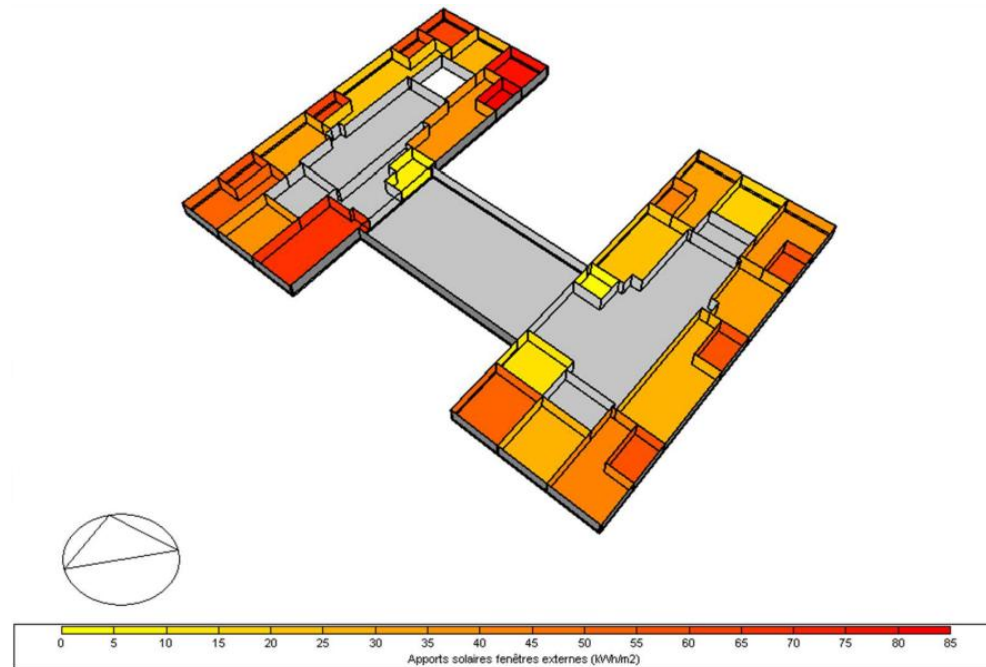


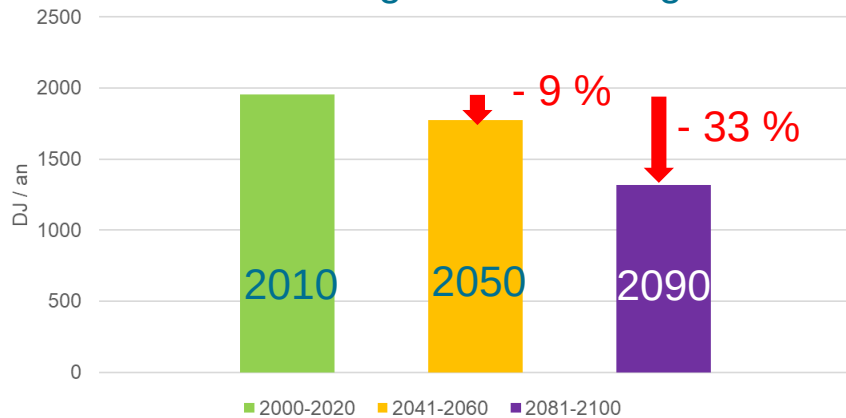
Figure 27 : Gains solaires par m² pour chaque zone (kWh/m².an)

Bron: MK Engineering

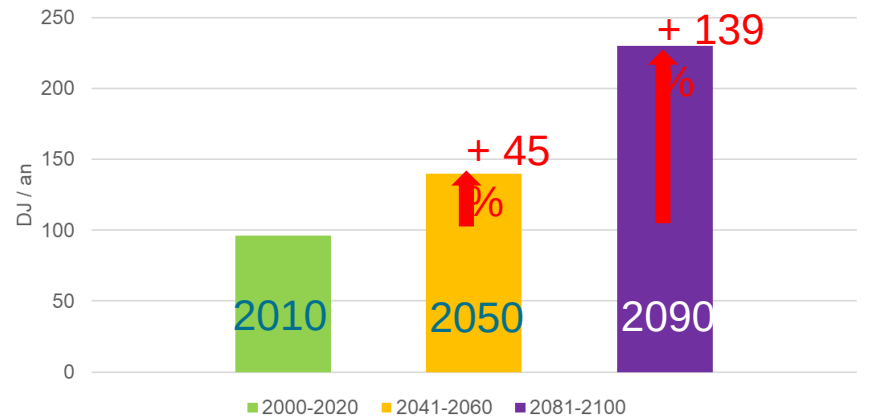


KANTOREN – 2000-2020; 2040-2060; 2080-2100 (DYN)

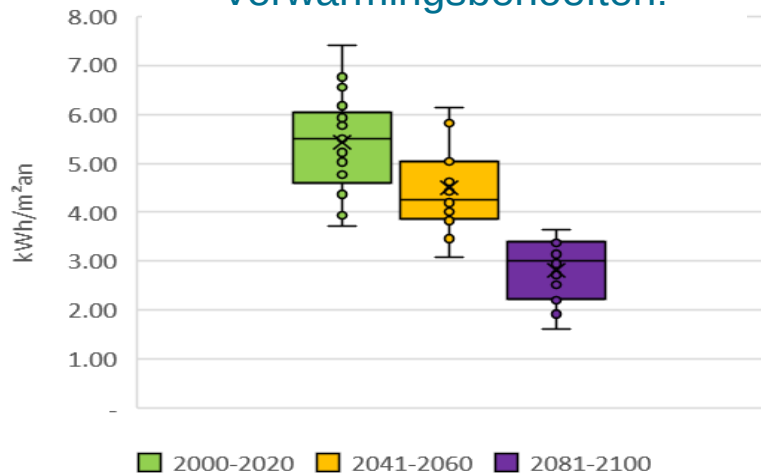
Graaddagen verwarming



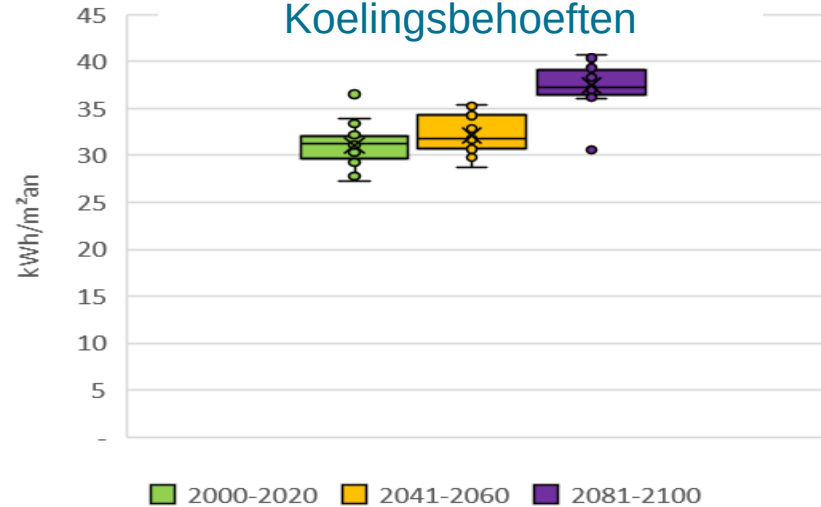
Graaddagen koeling



Verwarmingsbehoeften:



Koelingsbehoeften

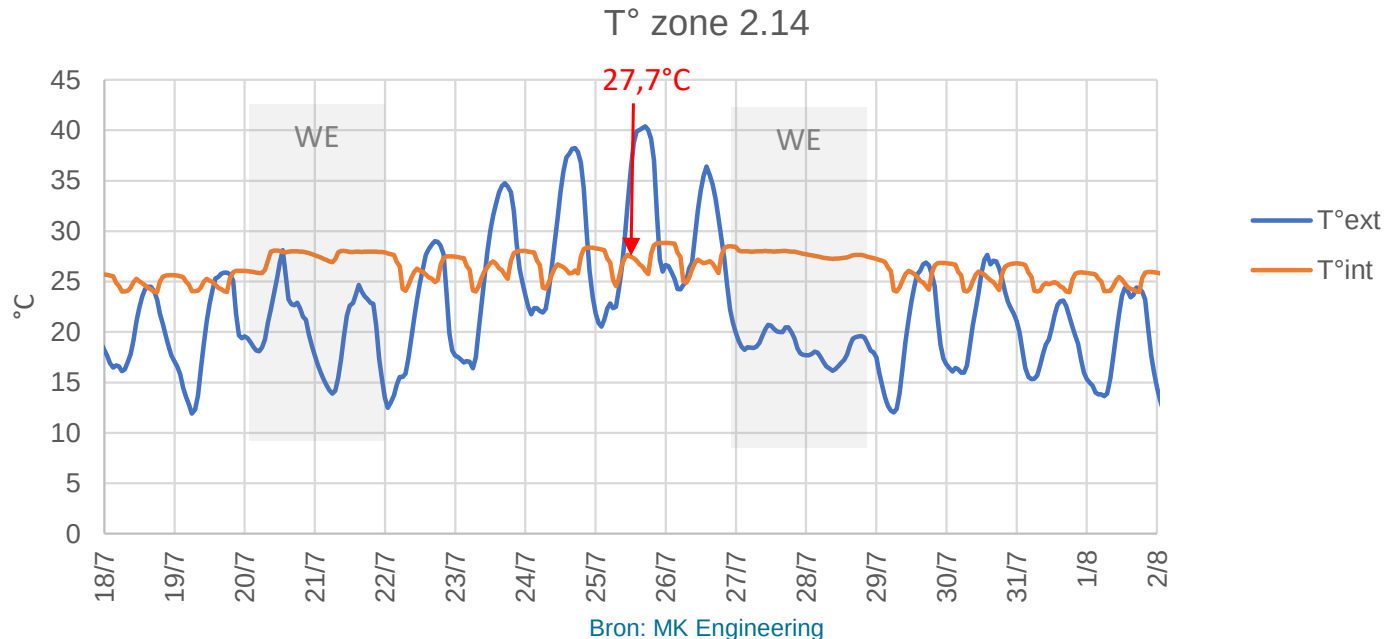


Bron : MK Engineering



Binnentemperatuur in de meest kritieke zone

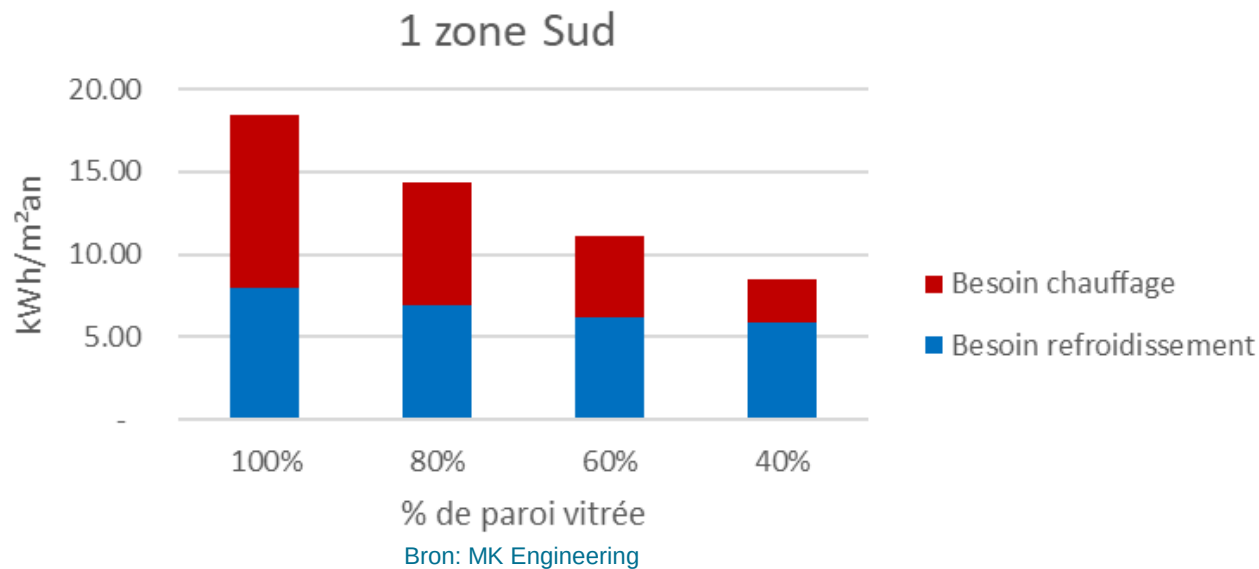
Jaar 2019



Waarneming: bij een extreme hittegolf (40 °C buiten), zorgt de dimensionering van de technische installaties ervoor dat het gebouw op een temperatuur van **27,7 °C kan worden gehouden**, wat in extreme omstandigheden perfect aanvaardbaar is.



Invloed van de verhouding van de beglaasde gevel (1 zuidelijk georiënteerde zone), jaar 2019

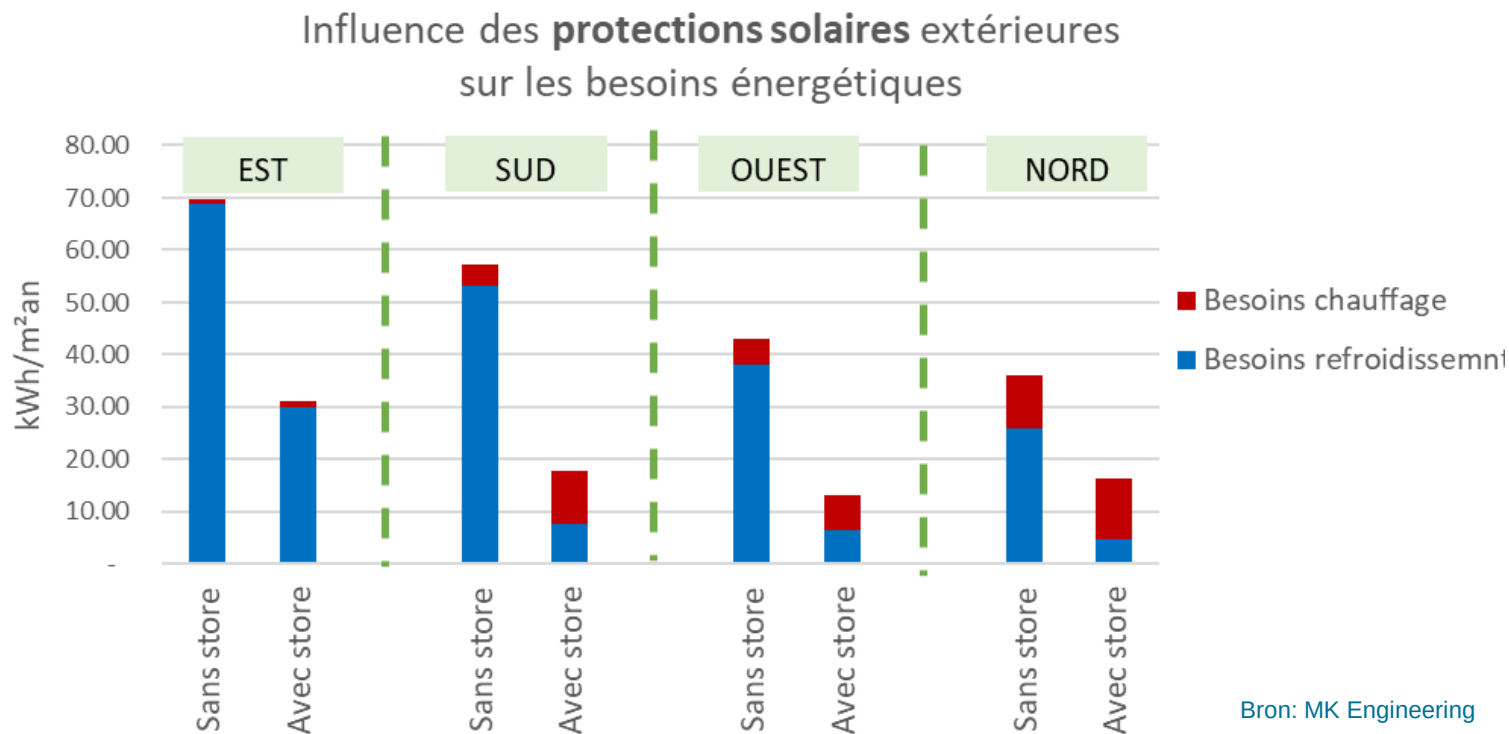


Energieoptimum = voor 40 tot 60 % beglaasde gevel



Invloed van de externe zonneweringen (voor 100 % beglaasde gevel)

Opm.: interne zonneweringen hebben een zeer beperkt effect op het verbruik en het thermisch comfort



De (vaste of mobiele) externe zonneweringen zijn gunstig voor:

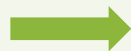
- de beperking van het energieverbruik (behoeften gedeeld door 2 tot 3!)
- de vermindering van de omvang van verwarmings- en koelapparatuur (en van de kosten)



CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

ONTWERPPRINCIPE KANTOOR

- Hoge interne winsten (bezetting + burotica + verlichting)
- Zonneweringen onontbeerlijk (oosten, westen, zuiden)
Zelfs bij actieve koeling
- Opening ramen voor vermindering van koelbehoefte
(indien de context het toelaat)
Sterk op prijs gesteld door gebruikers
- Vermijden te sterk beglaasde gevels
Energieoptimum: voor 40 tot 60 % beglaasde gevel



Actieve koeling doorgaans onontbeerlijk

En waarom niet?

Dit type ventilator vermindert de behoefte aan koeling.



Bron: <https://www.kaiserkraft.be/>



Al dan niet actieve koeling? Is afhankelijk van de:

- interne winsten
- bezetting in de zomer of niet
- gevoeligheid / tolerantie van de bewoners/gebruikers (ouderen, jonge kinderen, ...)
- ...

Er is geen eenduidig antwoord maar er zijn wel trends op te merken. Elk geval is uniek.

Geen actieve koeling zonder passieve maatregelen!
(natuurlijke ventilatie, zonneweringen)

GEEN ACTIEVE KOELING

ACTIEVE KOELING



Debat: wat houdt "actieve" koeling in?

	Zonneweringen, opening van ramen	Free-cooling of night- cooling	Geocooling	Koelbatterij op mechanische ventilatie	Ventilerende convectoren, koelplafonds, ...
Koudebron	Buitenlucht	Buitenlucht	Bodem	Buitenlucht (of bodem, ...)	Buitenlucht (of bodem, ...)
Stroomverbruik	Geen	+ Ventilatoren	+ Pompen	++ Koelmachine	+++ Koelmachine

Passief

Actief

Opmerking: principetabel, niet-volledig

Om verder te gaan:

- “Vergelijking van duurzame koelsystemen”, J. Van der Veken, *Buildwise* artikel 2021-04.08
- *Choisir parmi les différents systèmes de refroidissement - Energie Plus Le Site* (energieplus-lesite.be)
https://energieplus-lesite.be/concevoir/climatisation3/choisir-un-systeme-de-refroidissement-d1/#Le_tableau_de_synthese



KLIMAAT

- ▶ Verleden, heden, toekomst
- ▶ Het toekomstige klimaat voorspellen
- ▶ Meteorologische gegevens: analyse

CASESTUDY'S

- ▶ Woningen
- ▶ Studentenkamers
- ▶ School
- ▶ Kantoren
- ▶ Transversale analyse

DE GEBOUWEN VAN MORGEN ONTWERPEN





- ▶ **Klimaatverandering:** toename van extreme weersfenomenen (frequenter en intensere hittegolven, ...)
- ▶ **Belang van zonneweringen,** hoewel niet onontbeerlijk voor de betreffende EPB-reglementering
- ▶ **Te gebruiken meteorologische gegevens?** Tot nu toe ontvangen toekomstgegevens: verder onderzoek is noodzakelijk. De jaren 2018 en 2019 worden als extreem beschouwd. Een typisch jaar gebruiken voor de raming van het verbruik en een extreem jaar voor de dimensionering. Idealiter dient er rekening te worden gehouden met het hitte-eilandeffect (hier niet aan bod gekomen) (night-cooling is minder doeltreffend in stedelijke omgevingen, ...).
- ▶ **Al dan niet actieve koeling?** Is afhankelijk van interne winsten, zonnewinsten, gevoeligheid van de gebruiker/bewoner, ... De casestudy's in deze presentatie geven trends aan, maar moeten niet als absolute waarheden beschouwd worden.
 - Actieve koeling: in dit geval zijn er effectieve zonneweringen vereist om de dimensionering en het verbruik voor de koeling te beperken en het comfort te verhogen.
 - Uitsluitend passieve technieken: in dit geval kan het opportuun zijn om de inrichtingen zo te ontwerpen dat er, indien nodig, in de nabije of verre toekomst een actief systeem kan worden geïntegreerd. Het klimaat is onvoorspelbaar.
- ▶ **Dimensionering van de actieve koeling:** is het absoluut noodzakelijk om de systemen te overdimensioneren? Of eerder om zich aan te passen ...





Websites

- ▶ *“Project SurChauffe: Overheating indicator and calculation method for Walloon buildings”*
- https://www.sbd.uliege.be/cms/c_10798226/en/project-surchauffe-overheating-indicator-and-calculation-method-for-walloon-buildings
- Onderzoeksproject gefinancierd door SPW & MK Engineering (BEWARE Fellowship)



Naslagwerken

- ▶ Bill Gething, 2013, Design for Climate Change, Riba Publishing, Londen
Ontwerpen van gebouwen rekening houdend met de klimaatverandering



Opleidingen en seminars

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

Raadpleeg gratis alle documentatie!



Mirjana VELICKOVIC

Projectmanager | ingenieur

MK Engineering

☎ + 32 2 340 65 00

✉ m.velickovic@mkengineering.be



BEDANKT VOOR UW AANDACHT

