Dank voor de Beursstanden

DAIKIN

ENEAD Energie-advies

IFTECH

imtech Multi-technical experts

Met de steun van

Vlaanderen is ondernemen

Dank aan de begeleidingsgroep

ACB new ways of heating & cooling

BEIJER REF Belgium

CLIMA CONCEPT

constructiv

DAIKIN

GEBO GEO-ENERGIE-SYSTEMEN

GIACOMINI Technology in Comfort

hysopt hydronic system optimisation

IFTECH

ingenium

jaga CLIMATE DESIGNERS

KU LEUVEN

NATHAN driven by knowledge

NAUWCO

NOVEN

PXL

RADSON

remeha

SEDS sustainable comfort

SPIE

SWECO

SYNTRA BIZZ

Techlink

TERRAVOLT

thercon green thermodynamics

THERMIEK

Vaillant

Breathe with us VENTILAIR GROUP

V&D

VIESSMANN

Eindevent Koeling 2.0

23/10/2023 Thomas More Geel

Dank aan de begeleidingsgroep

ACB new ways of heating & cooling
BEIJER REF Belgium
CLIMA CONCEPT
constructiv
DAIKIN
GEBO GEO-ENERGIE-SYSTEMEN
GIACOMINI Technology in Comfort
hysopt hydronic system optimisation
IFTECH
ingenium
jaga CLIMATE DESIGNERS
KU LEUVEN
NATHAN driven by knowledge
NAUWCO
NOVEN+
PXL
RADSON
remeha
SEDS sustainable comfort
SPIE
SWECO
SYNTRA BIZZ
Techlink
TERRAVOLT
thercon green thermodynamics
THERMIEK
Vaillant
Breathe with us VENTILAIR GROUP
V&D
VIESSMANN

Met de steun van

Vlaanderen is ondernemen

Programma

- 13:00-13:30 • Setting the scene: Trends in koeling
- 13:30-14:00 • Inschatting koelbehoefte
- 14:00-14:30 • Aandachtspunten hydronische koeling

Pauze

- 15:15-16:05 • Praktische realisaties
- 16:05-16:35 • Regelgeving koeling in EPB/EPC
- 16:35-17:00 • Panelgesprek: Toekomst van koeling

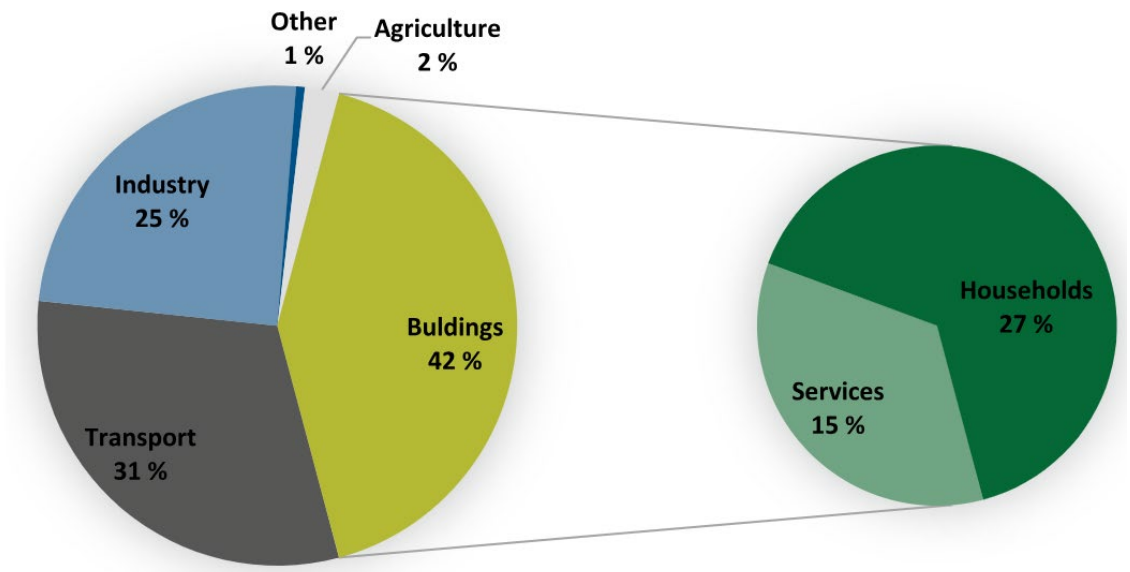
Hapje en drankje

Setting the scene

Ivan Verhaert, Universiteit Antwerpen

Het doel: Duurzaam bouwen

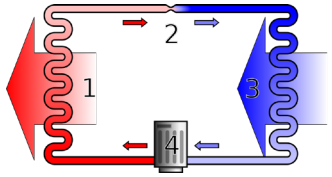
Europees energiegebruik



Source: ECA, based on Eurostat data on Final Energy consumption.

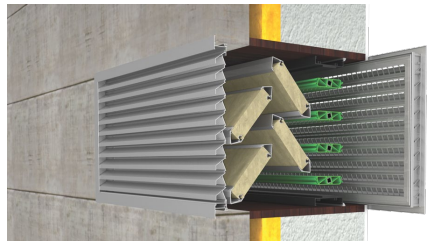
Verduurzamen (Trias Energetica)

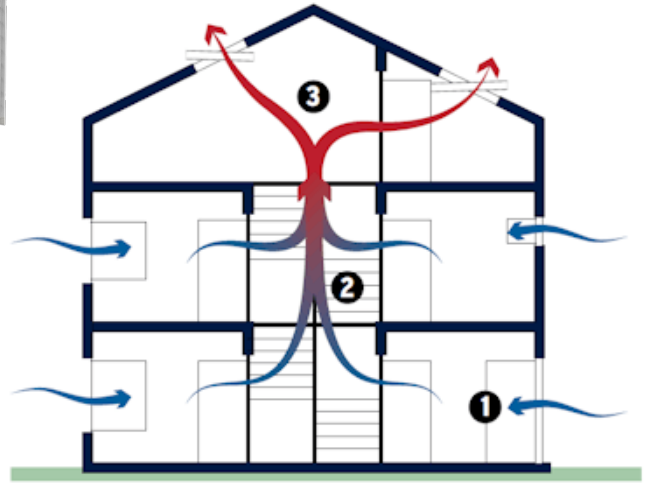
- Minimaliseer de vraag
- Maximaliseer aandeel hernieuwbare
- Maximaliseer efficiëntie



Is het ‘cool’ om te koelen ?

- “Actieve koeling werd/wordt afgestraft in de epb!“
- “Koelbehoefte in Noord-Europese residentiële gebouwen is het resultaat van een slecht gebouwontwerp”



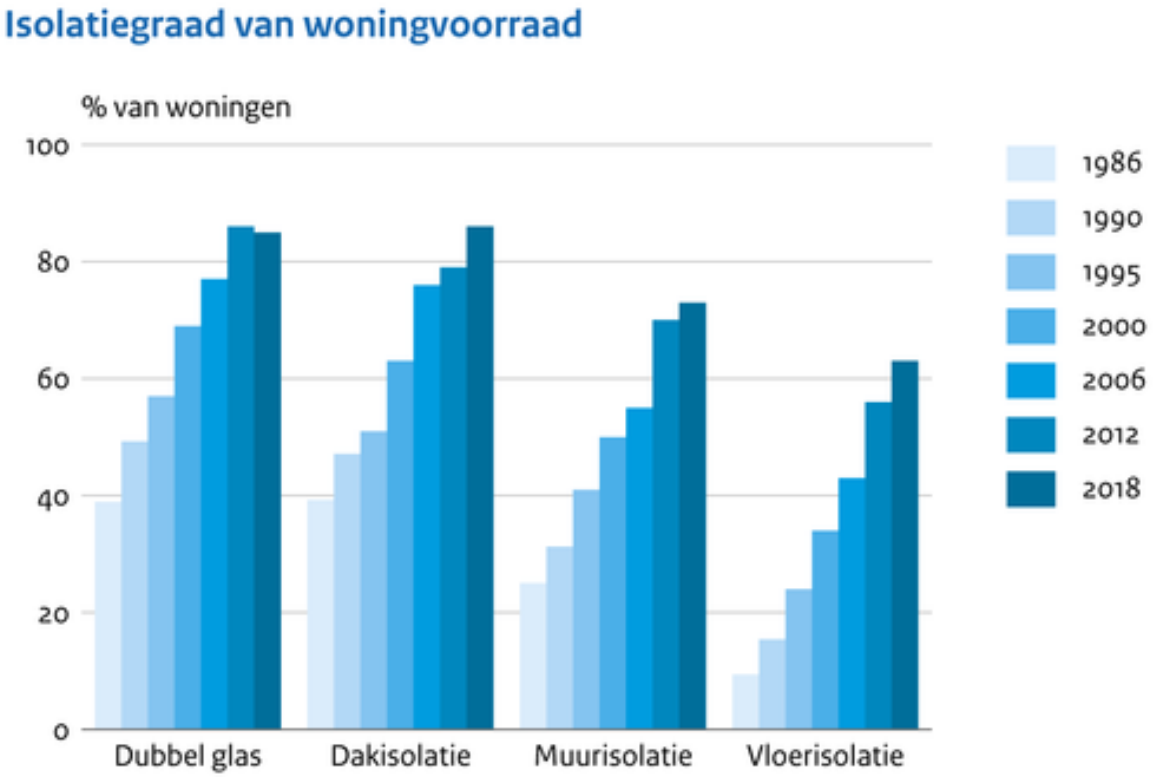


Verticale trek door het schoorsteeneffect

Realiteit is …

Onze energiebehoefte verandert

- Toenemende isolatiegraad



Bron: WoON module energie

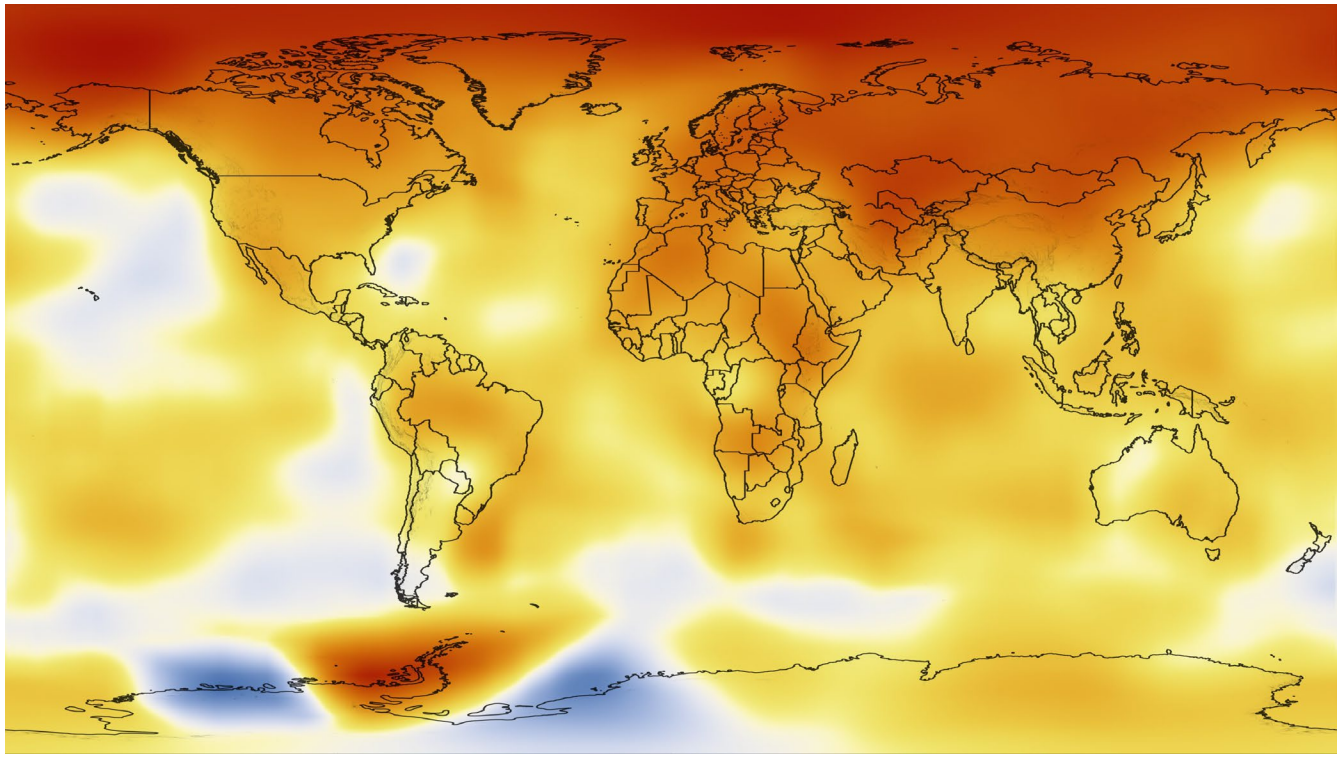
PBL/jan20
www.clo.nl/nl038307

THOMAS MORE Buildwise University of Antwerp Faculty of Applied Engineering

Realiteit is …

Onze energiebehoefte verandert

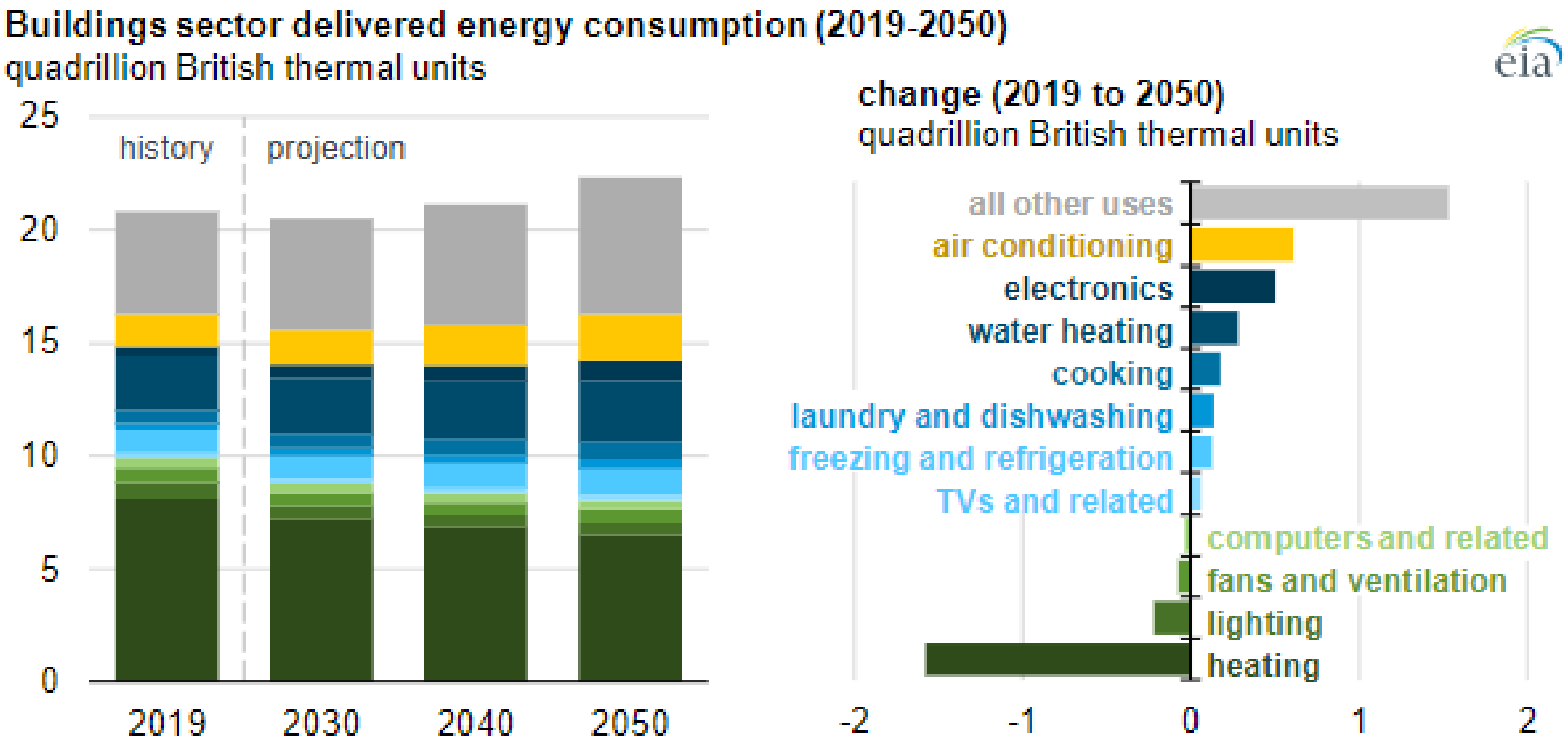
- Toenemende isolatiegraad
- Klimaatverandering wordt voelbaar



The map shows temperature changes for the last decade—January 2000 to December 2009—relative to the 1951-1980 mean. Credit: NASA (universetoday.com)

… koeling is deel van energiebehoefte

Onze energiebehoefte verandert

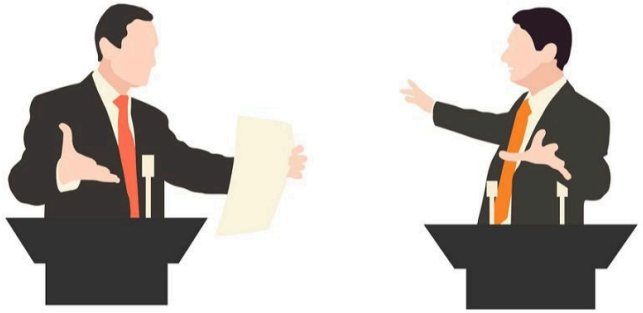


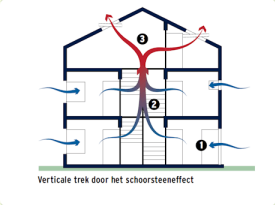
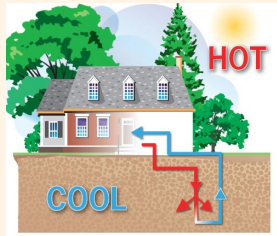
Source: eia.gov

Trend 1: behoeftes veranderen

Is het duurzaam om te koelen ?

Hoe moeten we duurzaam koelen ?



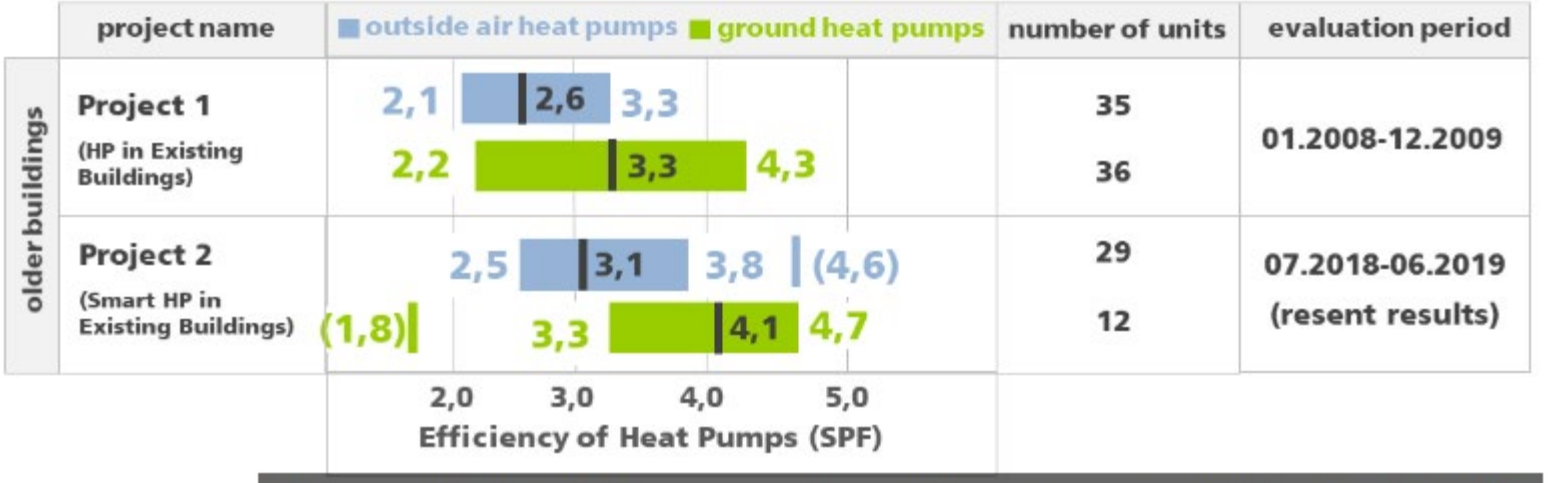
Trias Energetica	Naamgeving	Voorbeelden
Minimaliseer de vraag	Passieve koeling	 Zie Scools
Maximaliseer inzet hernieuwbare bronnen	Vrije koeling	
Maximaliseer efficiëntie	Actieve koeling	Hoog performante componenten en concepten op basis van compressiekoeling

Trend 2: definities veranderen

onze definitie van **energie-efficiëntie** en duurzaamheid verandert

- Toenemende elektrificatie (decarbonisatie)
  - Potentieel van warmtepompen

  - Evolutie in prestatie !

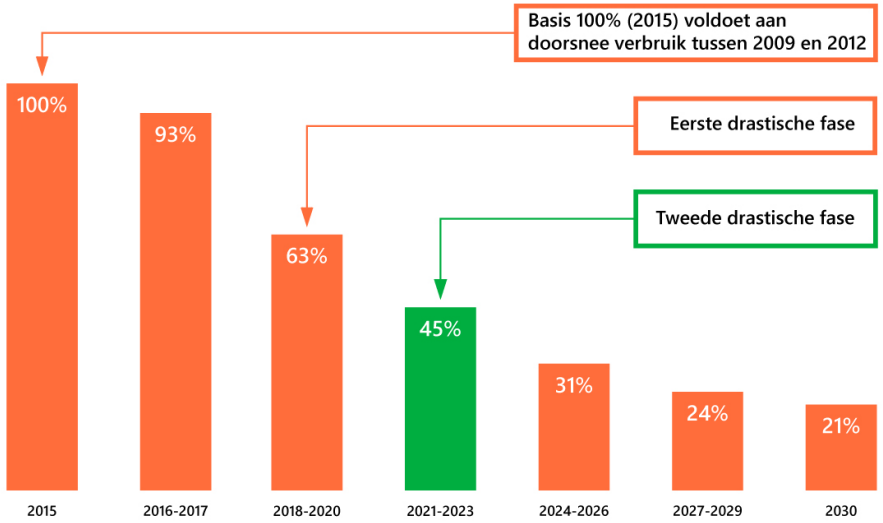


Efficiency values of the heat pump systems from two field projects in existing buildings. © Fraunhofer ISE

(Lucht)warmtepompen zetten toon …

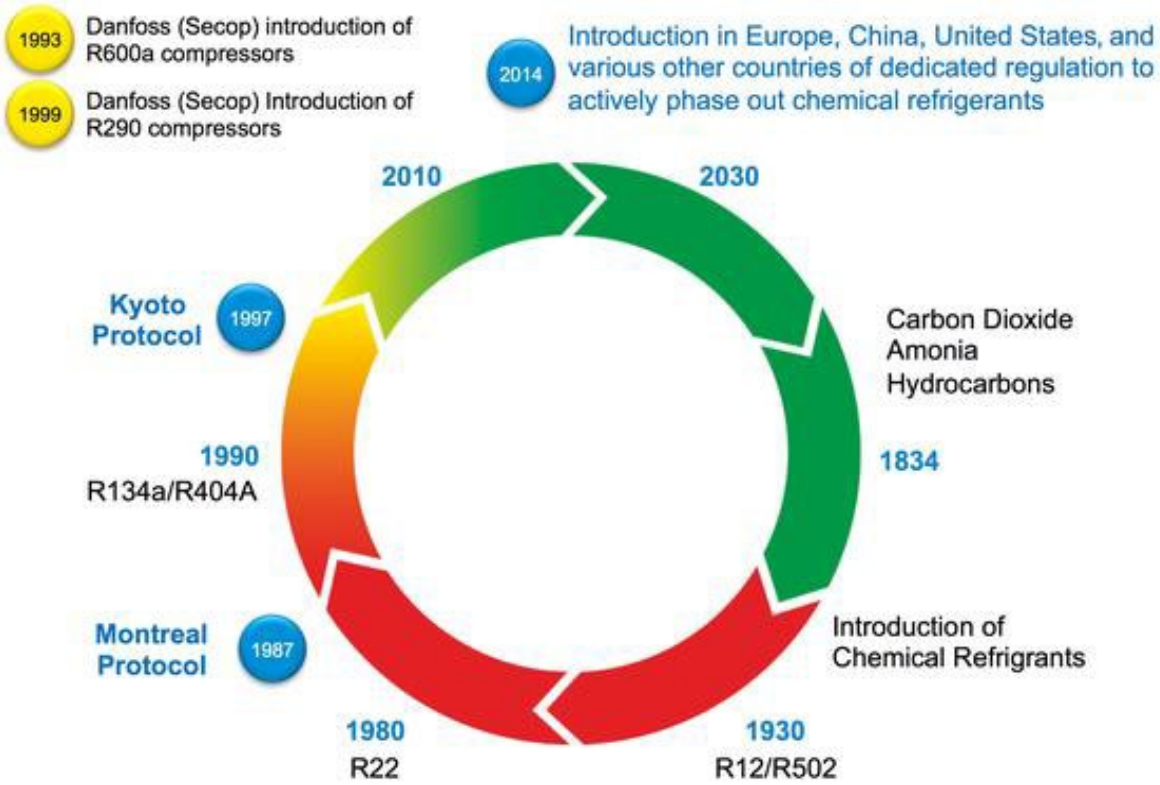
onze definitie van energie-efficiëntie en **duurzaamheid** verandert

- Toenemende elektrificatie
- **Aandacht voor omgeving**
  - Onderhoud
  - Toxiciteit
  - Veiligheid



https://www.celsisbv.nl/

=> Review of the EU F-gas Regulation



… leidend tot nieuwe uitdagingen en …

onze definitie van energie-efficiëntie en **duurzaamheid** verandert

- **Aandacht voor de omgeving**
  - Introductie van ‘nieuwe’ koelmiddelen
  - Beperken van koelmiddel
- **Aandacht voor de consument**
  - Kosten-efficiënt
- **Aandacht voor de buren, buurt, …**
  - Normering akoestiek
  - Heat island effect

… nieuwe (herontdekte) oplossingen

onze definitie van energie-efficiëntie en **duurzaamheid** verandert

- **Aandacht voor de omgeving**
  - Introductie van ‘nieuwe’ koelmiddelen
  - Beperken van koelmiddel
- **Aandacht voor de consument**
  - Kosten-efficiënt
- **Aandacht voor de buren, buurt, …**
  - Normering akoestiek
  - Heat island effect

Centraliseren van de vraag !

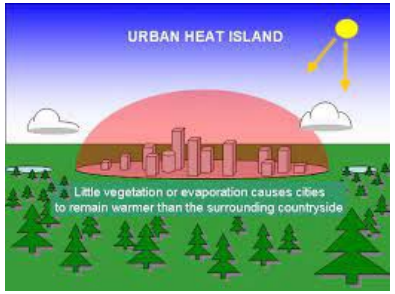
Hydronische koeling !!

Centraliseren koeling
(centrale koeling naast centrale verwarming)

- Vermogen koeling reduceert
  - gelijktijdigheid – recuperatie

- Integratie van vrije koeling eenvoudiger
- Kosten-efficiënt integratie van hoog performante koeling
  - Hogere akoestische prestaties

- Minder koelmiddel
  - veilig omschakelen naar nieuwe koelmiddelen
- Potentieel hoog performante concepten
  - Reductie heat island effect

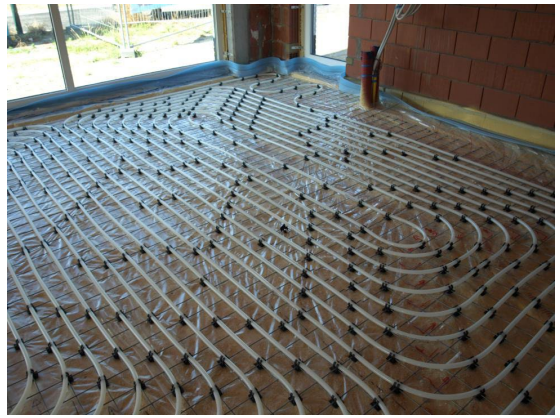


Bing Image Creator

Hydronische koeling !!

Integratie met verwarmingsinstallatie

- Change-over
  - Afgifte
  - Distributie

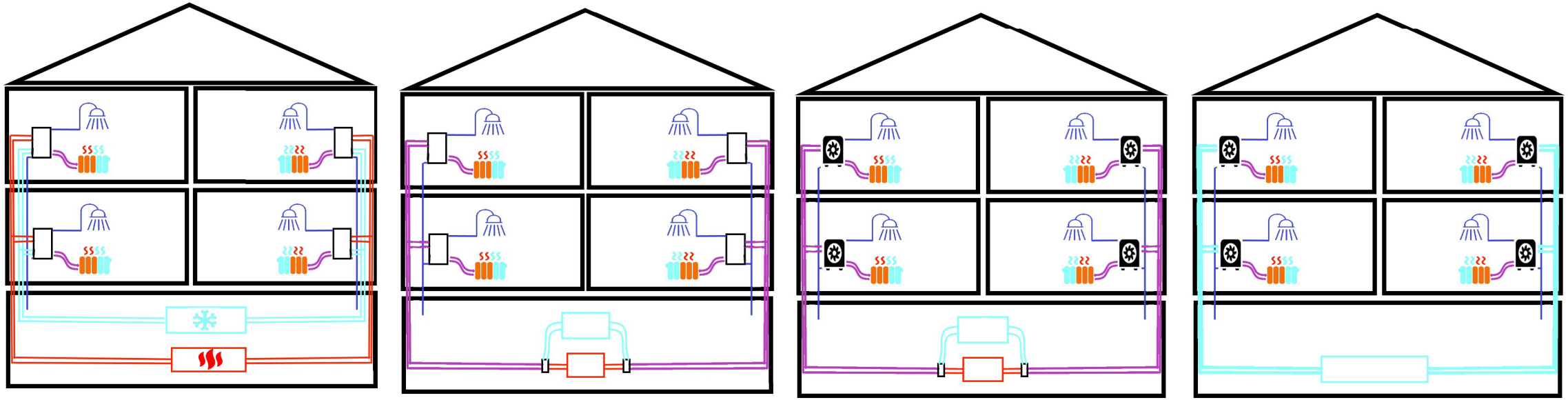


  - LT-verwarming
  - HT-koeling

- Concepten voor collectief koelen (appartementen)

Concepten voor collectief koelen

1) Centrale koeling met 4-pijps decentrale change-over
2) Centrale koeling 2 pijps decentrale opslag (centrale change-over)
3) 2 pijps met SWW-recuperatie dmv boosterwarmtepompen
4) Decentraal actief koelen op bronnet met centraal gestuurde temperatuur (warmtenet van de 5e generatie)



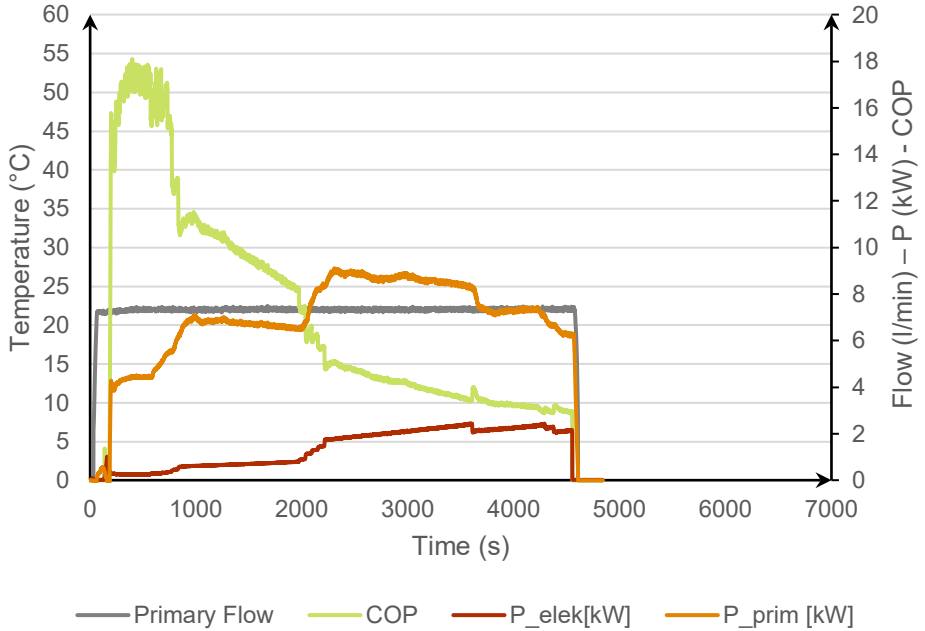
Collectief koelen onder de loep

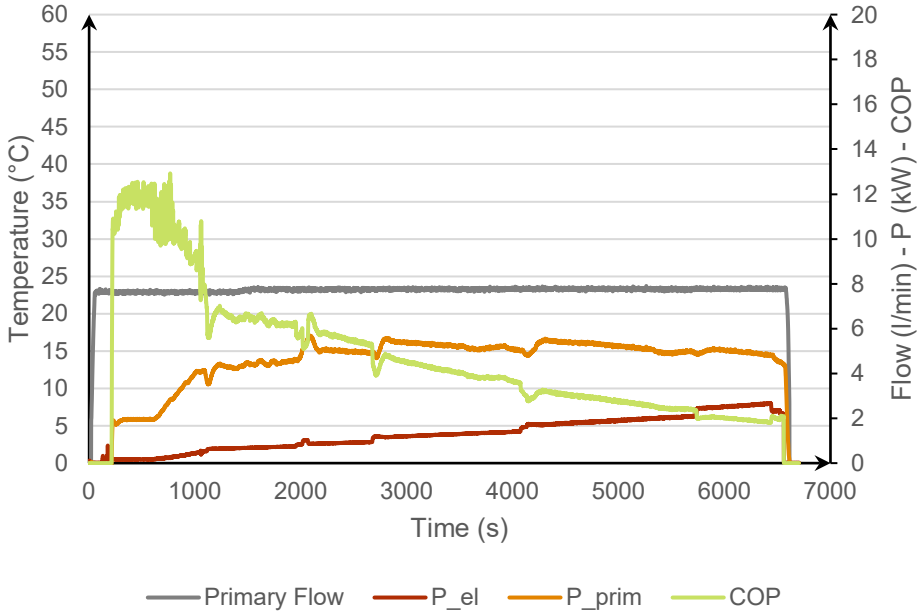
Analyse van concepten en nieuwe regelingen

- Artificiële intelligentie, ...

Metingen op boosterwarmtepompen en HIU's

⇒ Resultaten op website www.duurzamekoeling.be





Besluit

Koelbehoefte moet meegenomen worden bij de verduurzaming gebouwenpark

- Respecteer de volgorde (passief – vrij – actief)

Hydronische koeling faciliteert het **centraliseren van koeling**

- Beperken koelvermogen
- Inpassing vrije koeling!
- Inpassing van hoog performante en slimme koeling met lage impact op het milieu en veiligheid

Hydronische koeling faciliteert ook de **integratie met de verwarming** (change-over, regeneratie, ...) wat efficiëntiewinsten kan opleveren.

Inschatting koelbehoefte

Jeroen Van der Veken, Buildwise

Koelbehoefte ?

- Wat is de koelbehoefte die ik mag verwachten in mijn woning (gebouw) ?
- Heb ik een koelsysteem nodig ?
- Welke (duurzame) koeling kan volstaan om in de toekomst een goed zomercomfort te behalen ?
- Hoe dimensioneer en ontwerp ik dan best een duurzaam koelsysteem (voor mijn woning)

SCoolS

Koeling 2.0

SCoolS : Sustainable COOLing Systems

- Aantal alternatieve koelstrategieën en systemen vergeleken:
  - Passieve koelstrategieën
    - Zonnewering
    - Nachtventilatie : vrije ventilatieve koeling
  - Koelsystemen (focus op afgifte)
    - Mechanische ventilatieve koeling
      - Adiabatische koeling
      - Koelbatterij in balansventilatie
    - Ventiloconvectoren op hoge temperatuur (niet-condenserend, 15W/m²)
    - Vloerkoeling (+/- 30W/m²)
    - Airco / ventiloconvectoren op lage temperatuur (condenserend, gelimiteerd op 50W/m²)

SCoolS selectietool

gebouwparameters

Gebouw

gebouwtype
rijwoning

inertie
zwaar

isolatie
huidige standaard

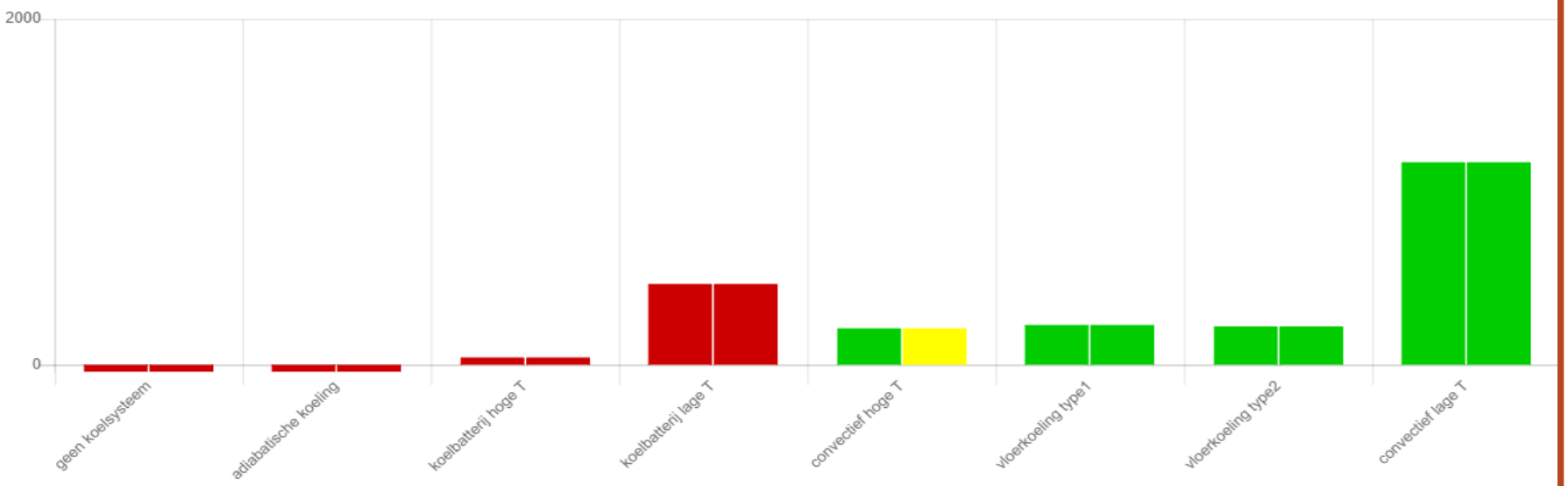
glasoppervlak (%)
volgens plan

orientatie
NOORD

zonnewering
geen zonnewering

ventilatieve koeling
geen ventilatieve koeling

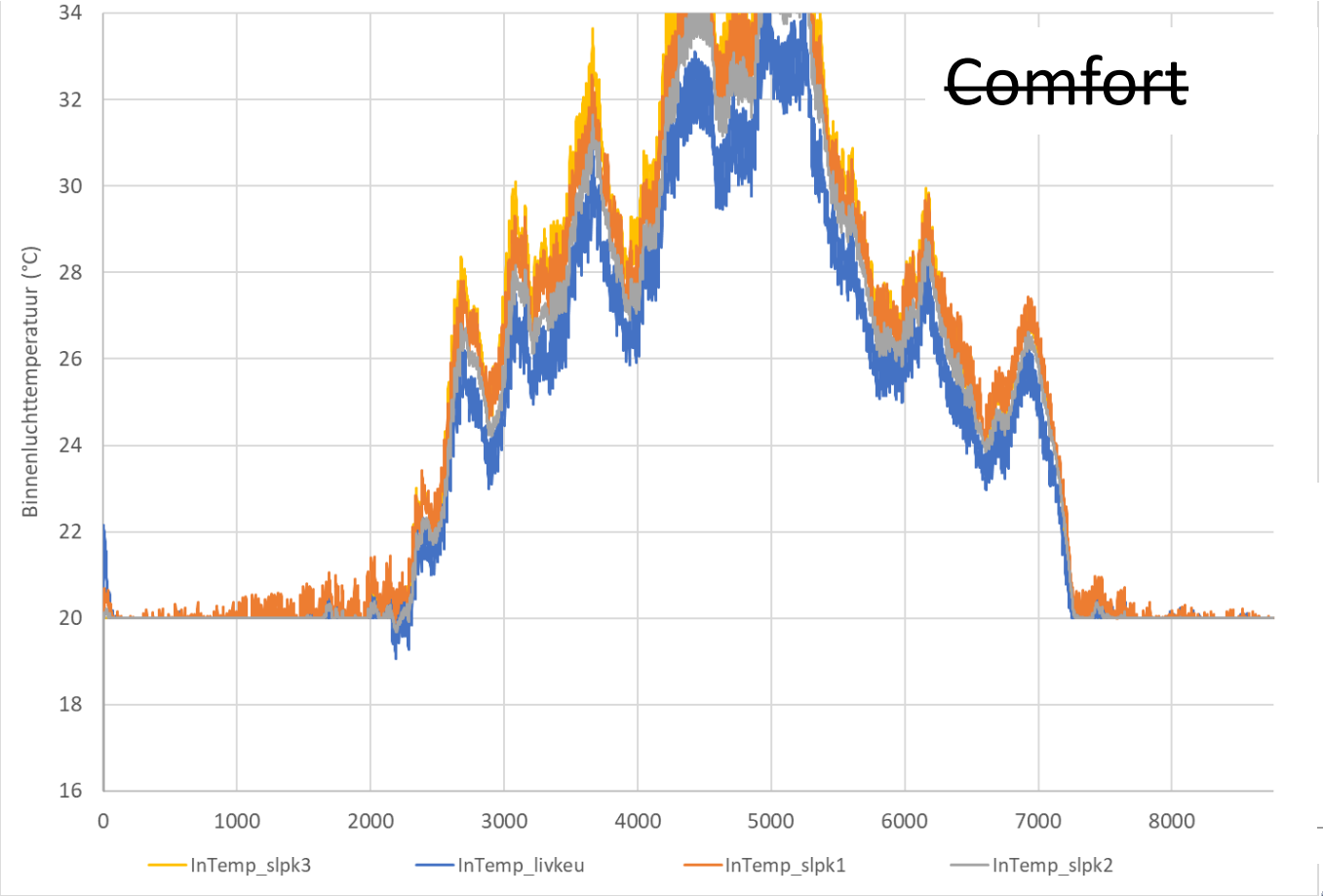
Energieverbruik (kWh/jaar) met comfort dagruimte/nachtruimte in kleur

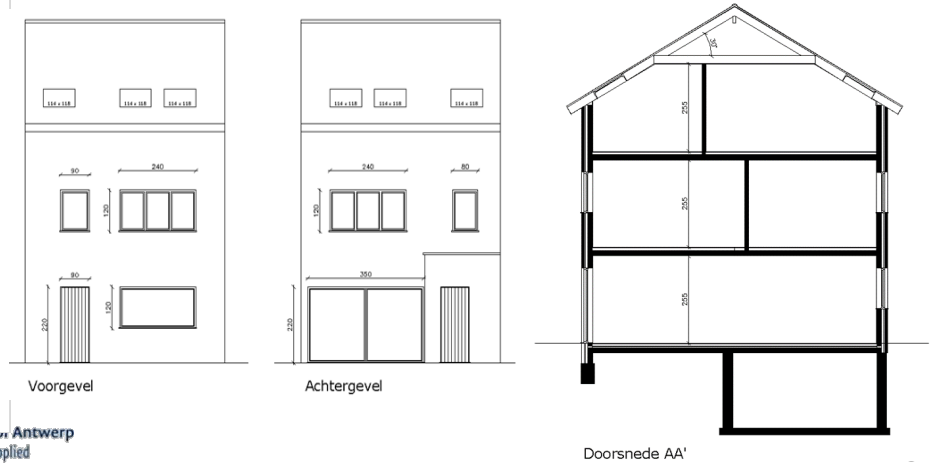


groen = goed comfort, geel = comfort, oranje = mogelijk comfort, rood = oncomfortabel

Dynamische simulaties extreem warm jaar

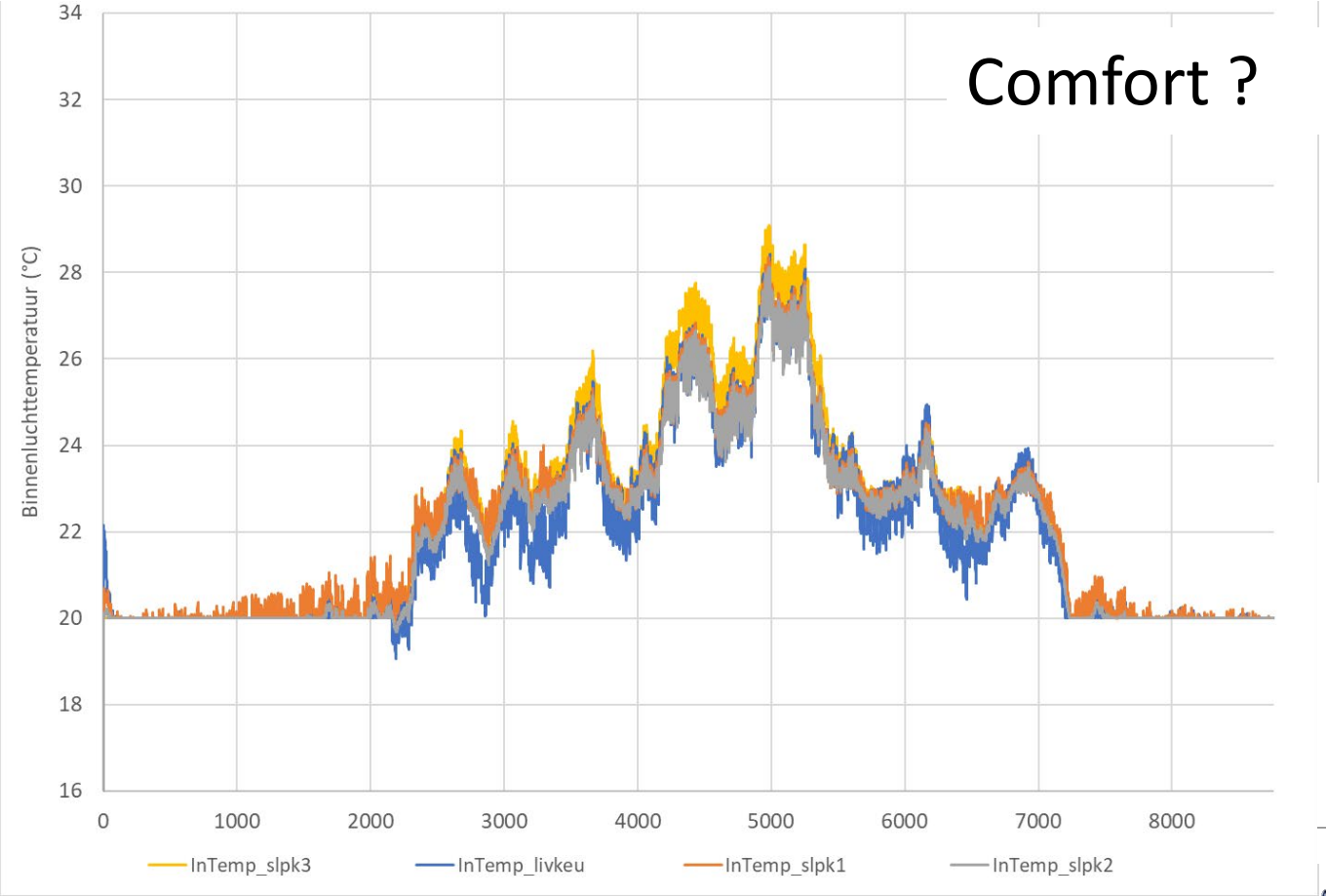
- Rijwoning zonder zonnewering, nachtventilatie en ook geen koelsysteem

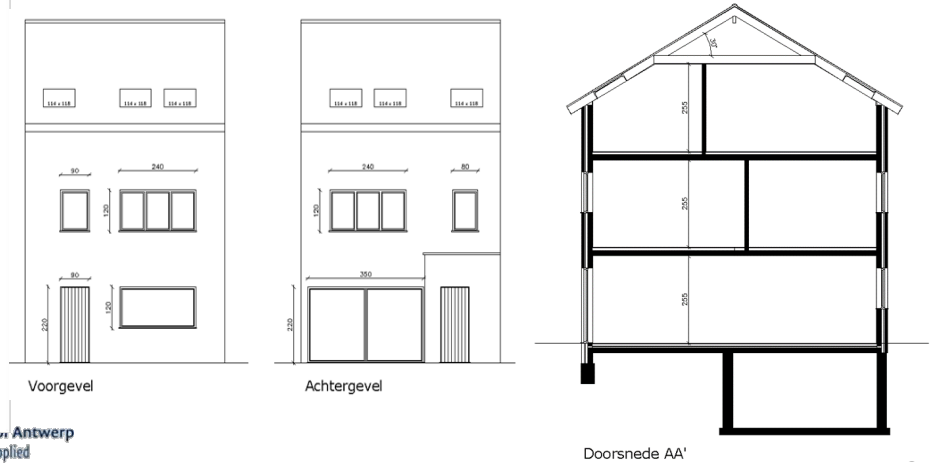




Dynamische simulaties extreem warm jaar

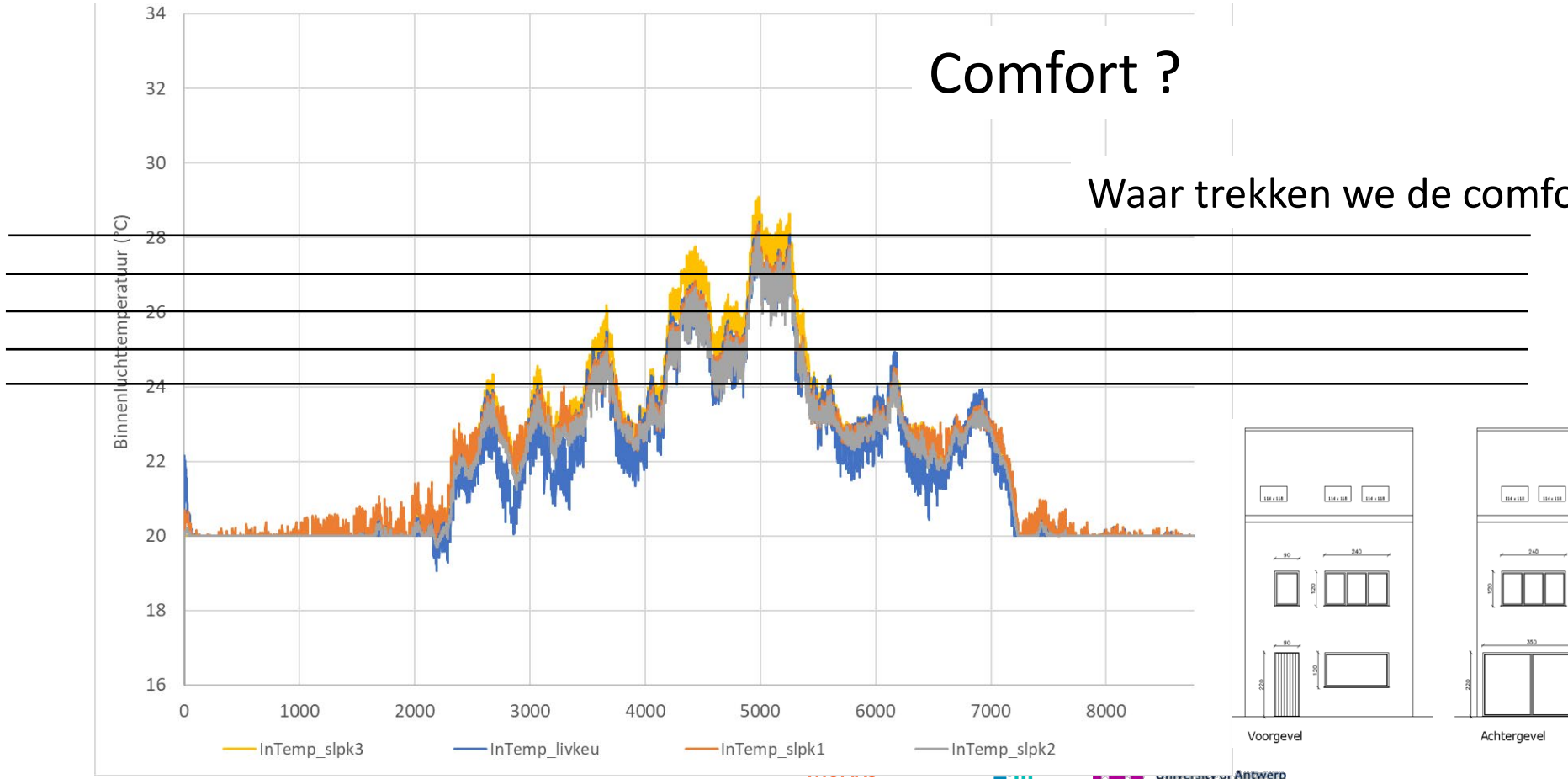
- Rijwoning met zonnewering en nachtventilatie, maar geen koelsysteem

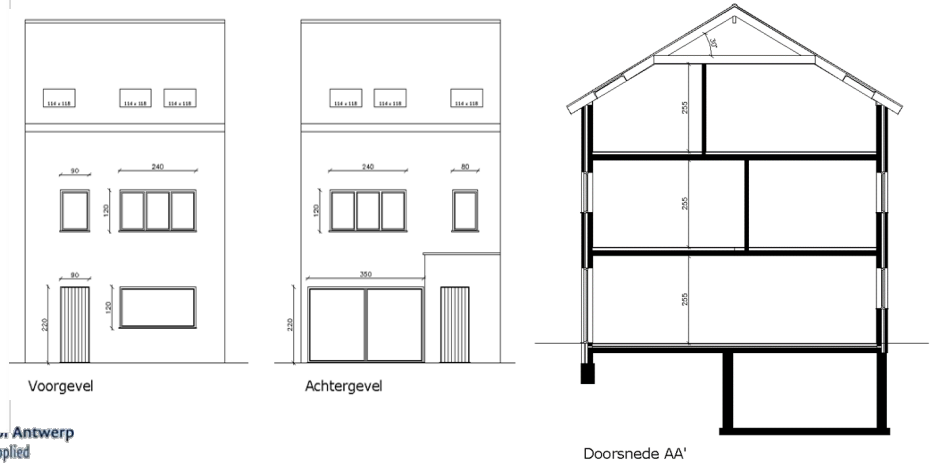




Dynamische simulaties extreem warm jaar

- Rijwoning met zonnewering en nachtventilatie, maar geen koelsysteem

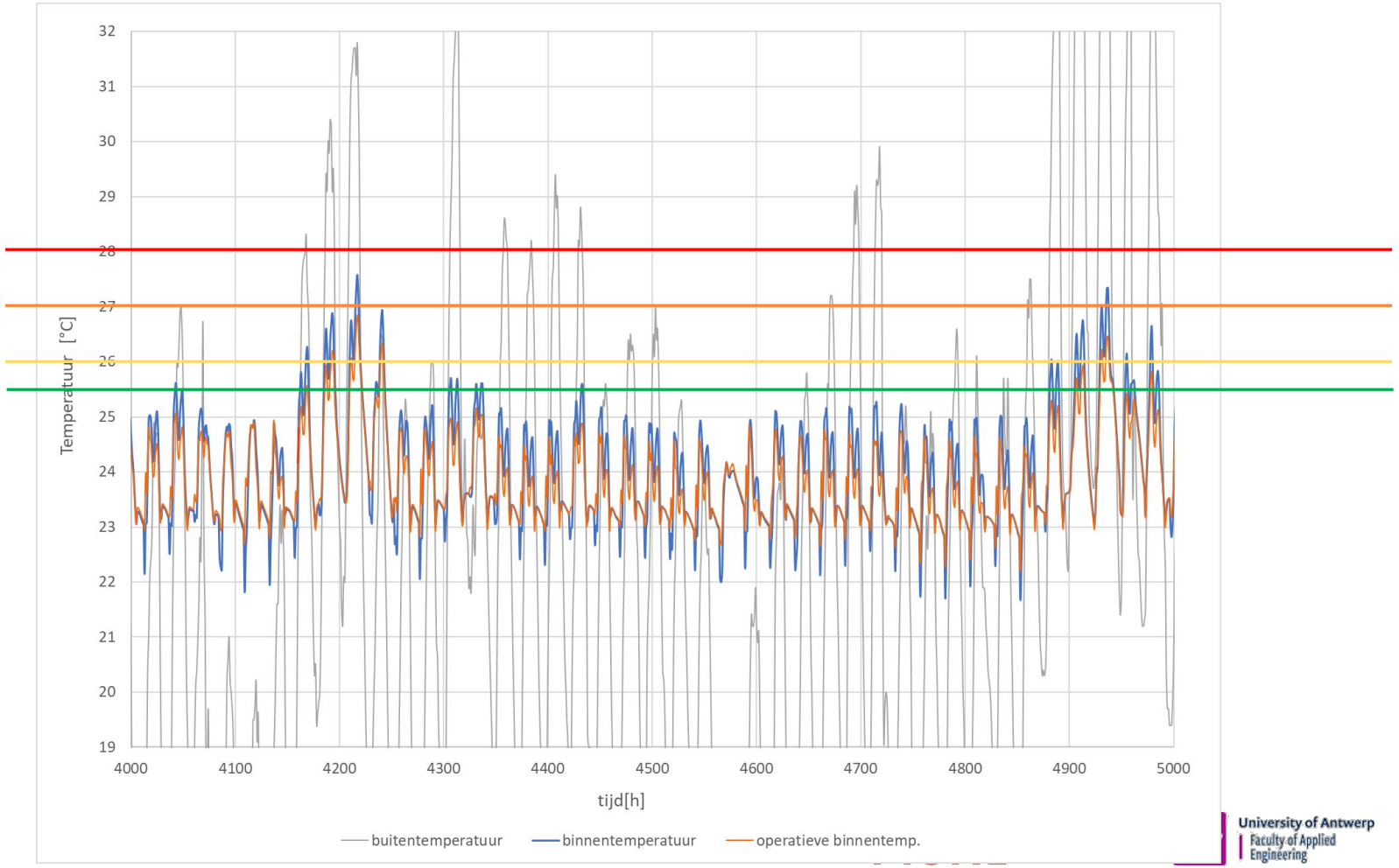




MORE Buildwise University of Antwerp Faculty of Applied Engineering

Zomercomfort ?

- EN16798-1 in gebouwen met “mechanische koelsystemen”



Categorie IV
Categorie III
Categorie II
Categorie I

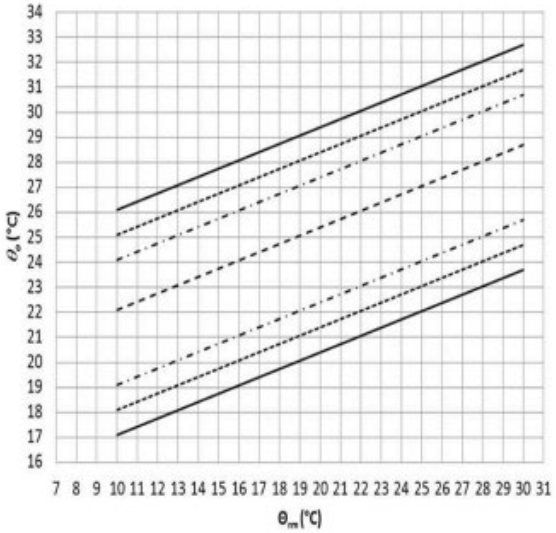
University of Antwerp
Faculty of Applied Engineering

Table B.2 — Default design values of the indoor operative temperature in winter and summer for buildings with mechanical cooling systems (for more examples see FprCEN/TR 16798-2 [7])

Type of building/ space	Category	Operative temperature °C	
		Minimum for heating (winter season), approximately 1,0 clo	Maximum for cooling (summer season), approximately 0,5 clo
Residential buildings, living spaces (bed room's, living rooms, kitchens, etc.) Sedentary activity ~1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	18,0	27,0
	IV	16,0	28,0
Residential buildings, other spaces (utility rooms, storages, etc.) Standing-walking activity ~1,5 met	I	18,0	
	II	16,0	
	III	14,0	
Offices and spaces with similar activity (single offices, open plan offices, conference rooms, auditorium, cafeteria, restaurants,	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	19,0	27,0

Zomercomfort ?

- EN16798-1 adaptief comfortmodel voor “alpha-gebouwen” ifv buitentemperatuur



$$\theta_{rm} = (1 - 0{,}8) \cdot \{\theta_{od-1} + 0{,}8 \cdot \theta_{od-2} + 0{,}8^2\theta_{od-3} \ldots\} \quad [°C] \quad (6.2)$$

of als:

$$\theta_{rm} = (0{,}2) \cdot \theta_{od-1} + 0{,}8 \cdot {}_{n-1}\theta_{rm} \quad [°C] \quad (6.3)$$

Waarin:

θ_{od-1}	=	gemiddelde van dagmaximum en dagminimum gisteren	[°C]
θ_{od-2}	=	gemiddelde van dagmaximum en dagminimum eergisteren	[°C]
θ_{od-3}	=	gemiddelde van dagmaximum en dagminimum eereergisteren	[°C]
θ_{od-4}	=	etc.	[°C]
${}_n\theta_{rm}$	=	de 'running mean outdoor temperature' op dag n, en is ${}_{n-1}\theta_{rm}$ die voor de dag ervoor	[°C]

Key

θ_o	= indoor operative temperature, °C
θ_{rm}	= running mean outdoor temperature °C
▬▬▬	Cat. III upper limit
┅┅┅	Cat. II upper limit
━ · ━ · ━	Cat. I upper limit
▬ ▬ ▬ ▬	Comfort temperature
━ · ━ · ━	Cat. I lower limit
┅┅┅	Cat. II lower limit
▬▬▬	Cat. III lower limit

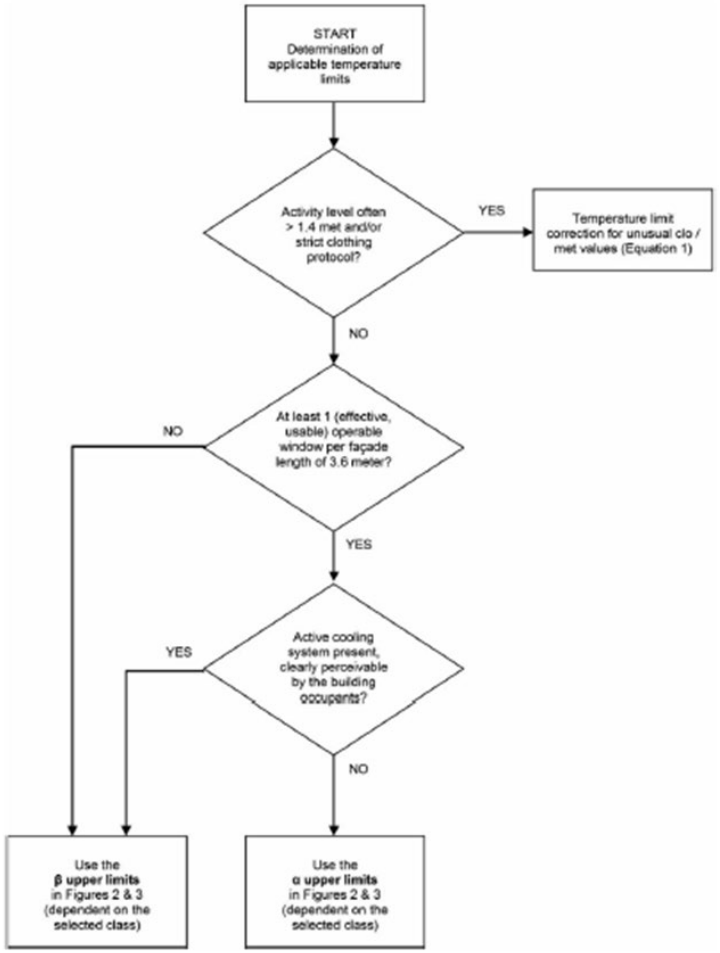
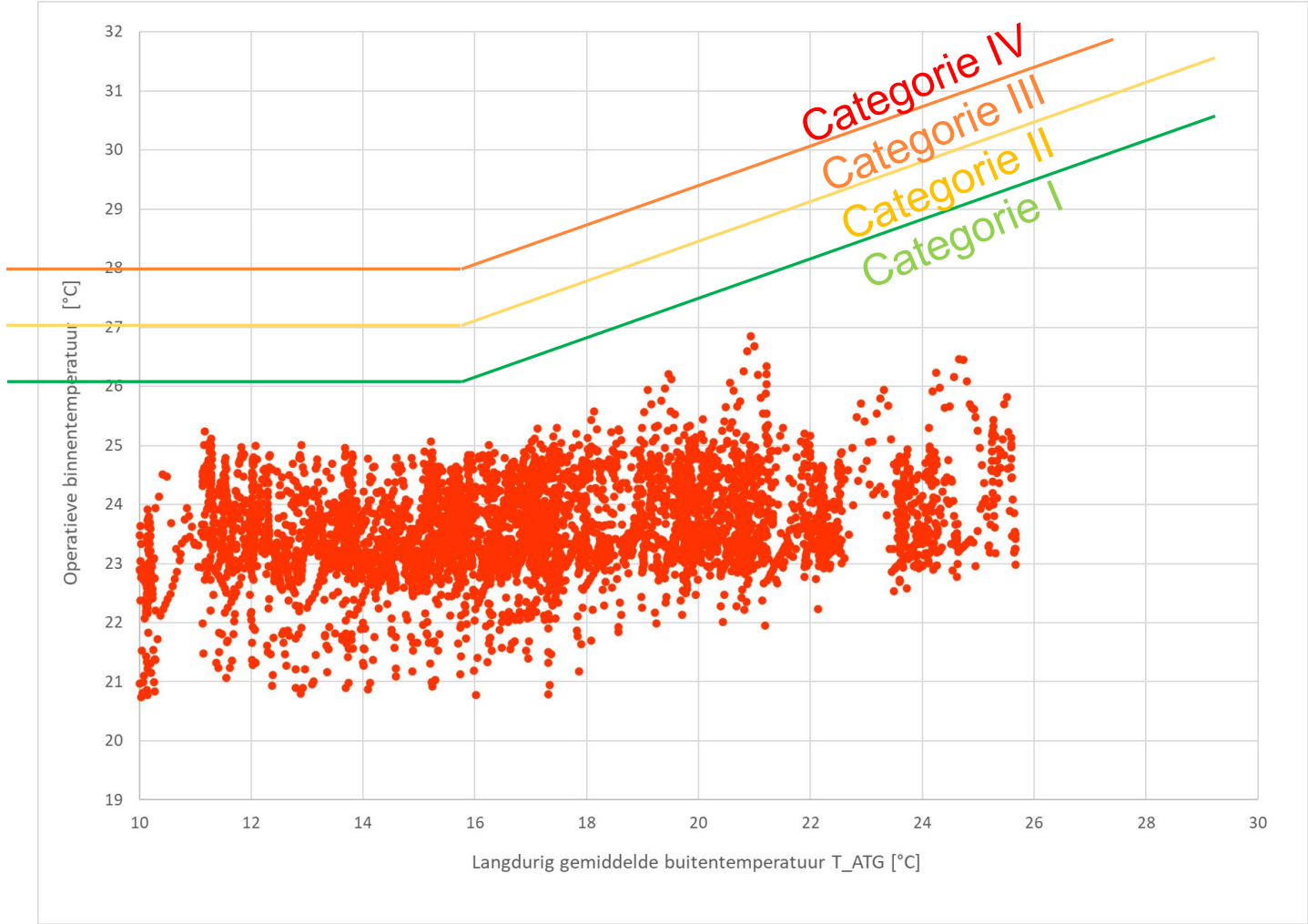


Figure 1. Flow chart that describes how to determine whether Type α or Type β upper limits should be used.

Zomercomfort ?

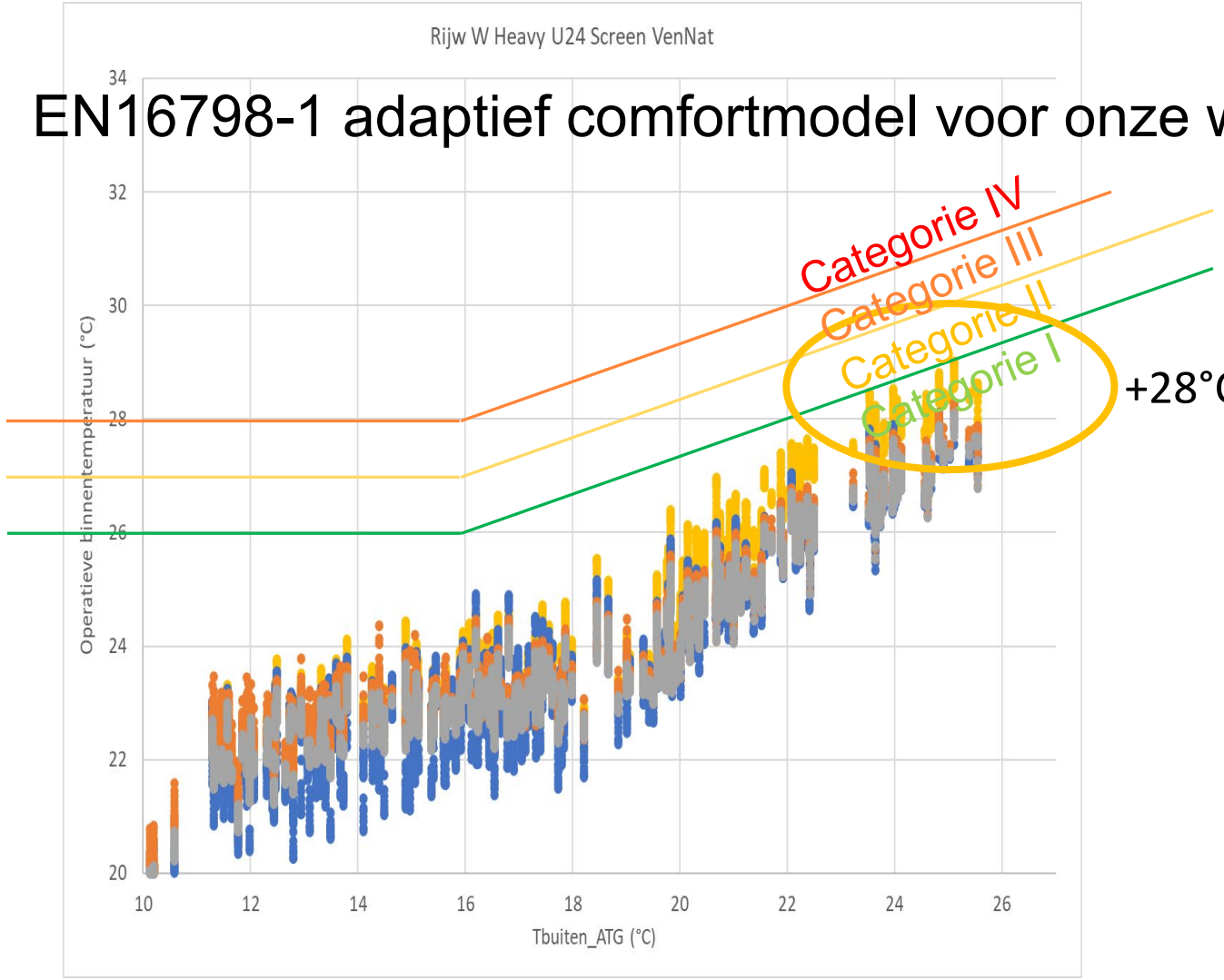
- EN16798-1 adaptief comfortmodel ifv buitentemperatuur voor onze woningen met



- Passieve koelstrategieën
- Adiabatische koeling
- Voorkoeling ventilatielucht
- Vloerkoeling
- Plafondkoeling
- (BKA)

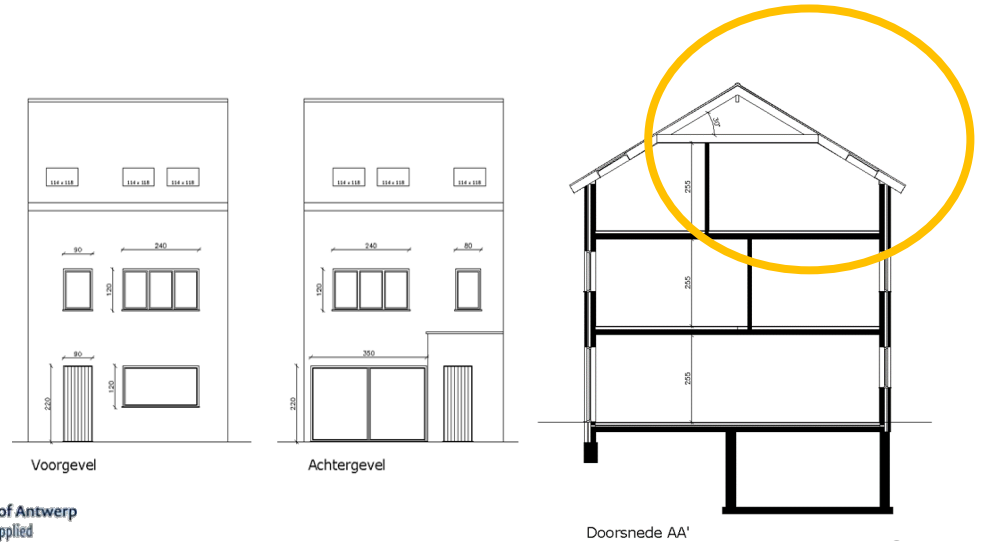
Zomercomfort ?

- EN16798-1 adaptief comfortmodel voor onze woningen tijdens lange hittegolf ?



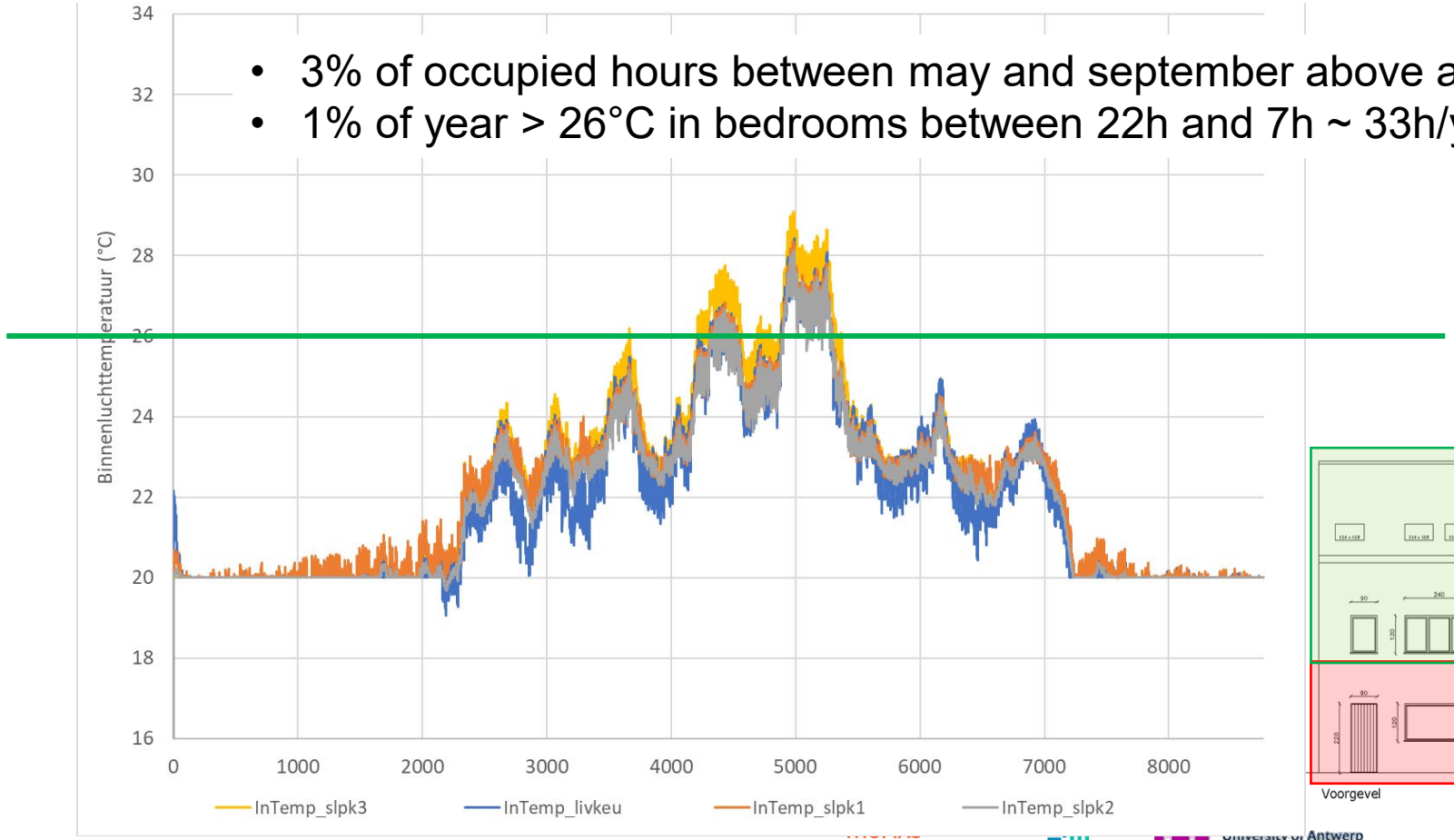
Categorie I

+28°C in een slaapkamer ⇒ beste comfortcategorie?



Zomercomfort ?

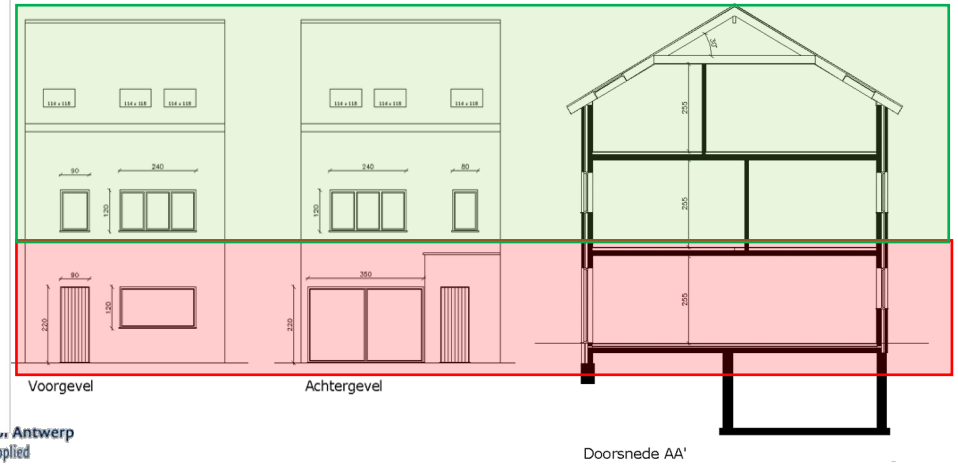
- CIBSE Guide A & TM59



- 3% of occupied hours between may and september above adaptive limits (ATG) ~ 105h/summer
- 1% of year > 26°C in bedrooms between 22h and 7h ~ 33h/year

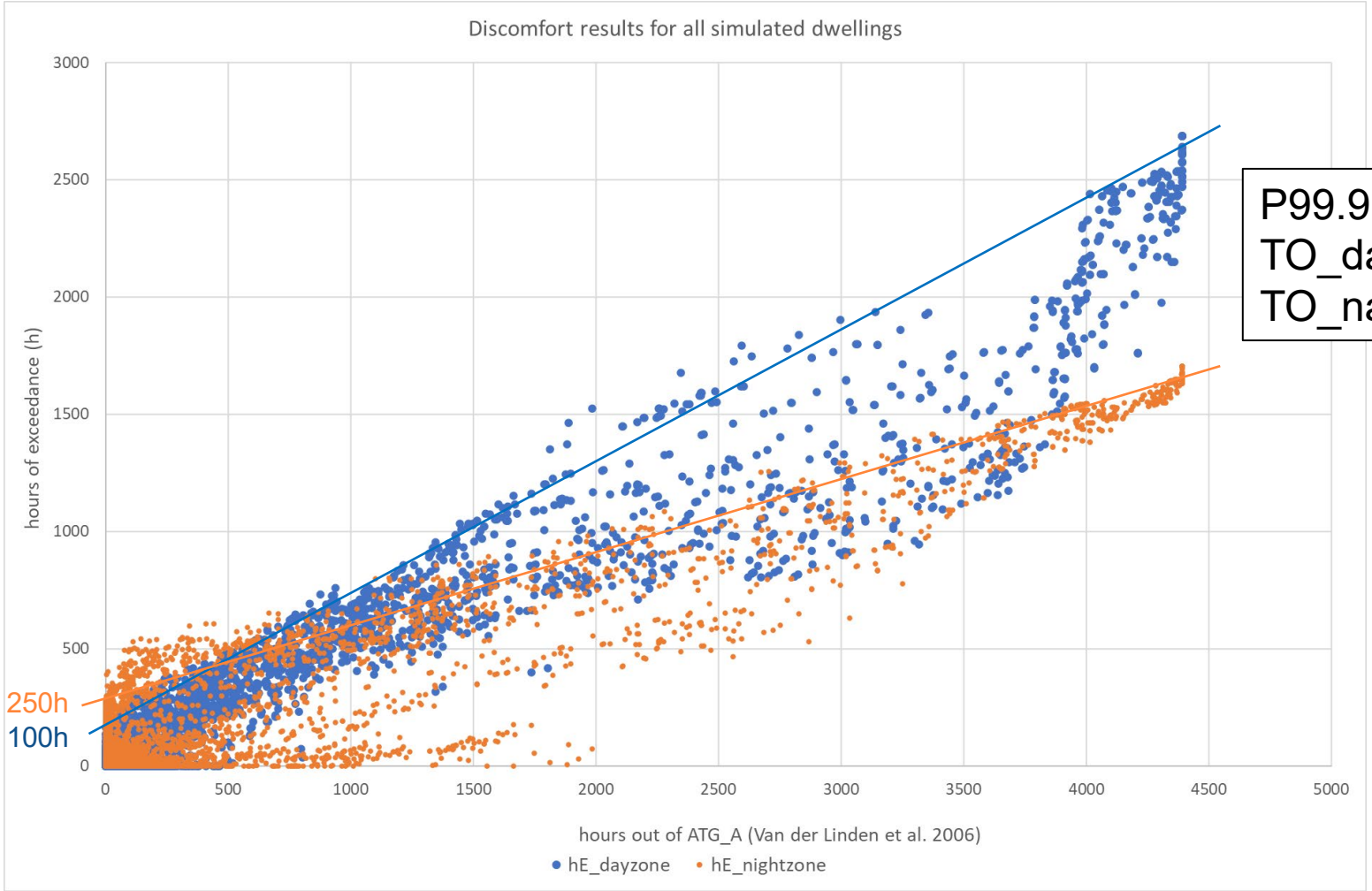
t.o.v. ATG in dagzone

26°C max in nachtzone



Zomercomfort ?

- Link tussen TO26 en ATG-resultaten voor alle 7200 gesimuleerde cases



P99.9 (uren_buiten_ATG_A=0)
TO_dagzone = 106h
TO_nachtzone = 267h

Zomercomfortklasses

- Uiteindelijk gebruikt criteria

Comfortbeoordeling per zone

- Top,max,leefruimte = 28°C
- Top,max,slaapkamers = 26°C

overschrijdingsuren?

goed comfort: **< 33h**

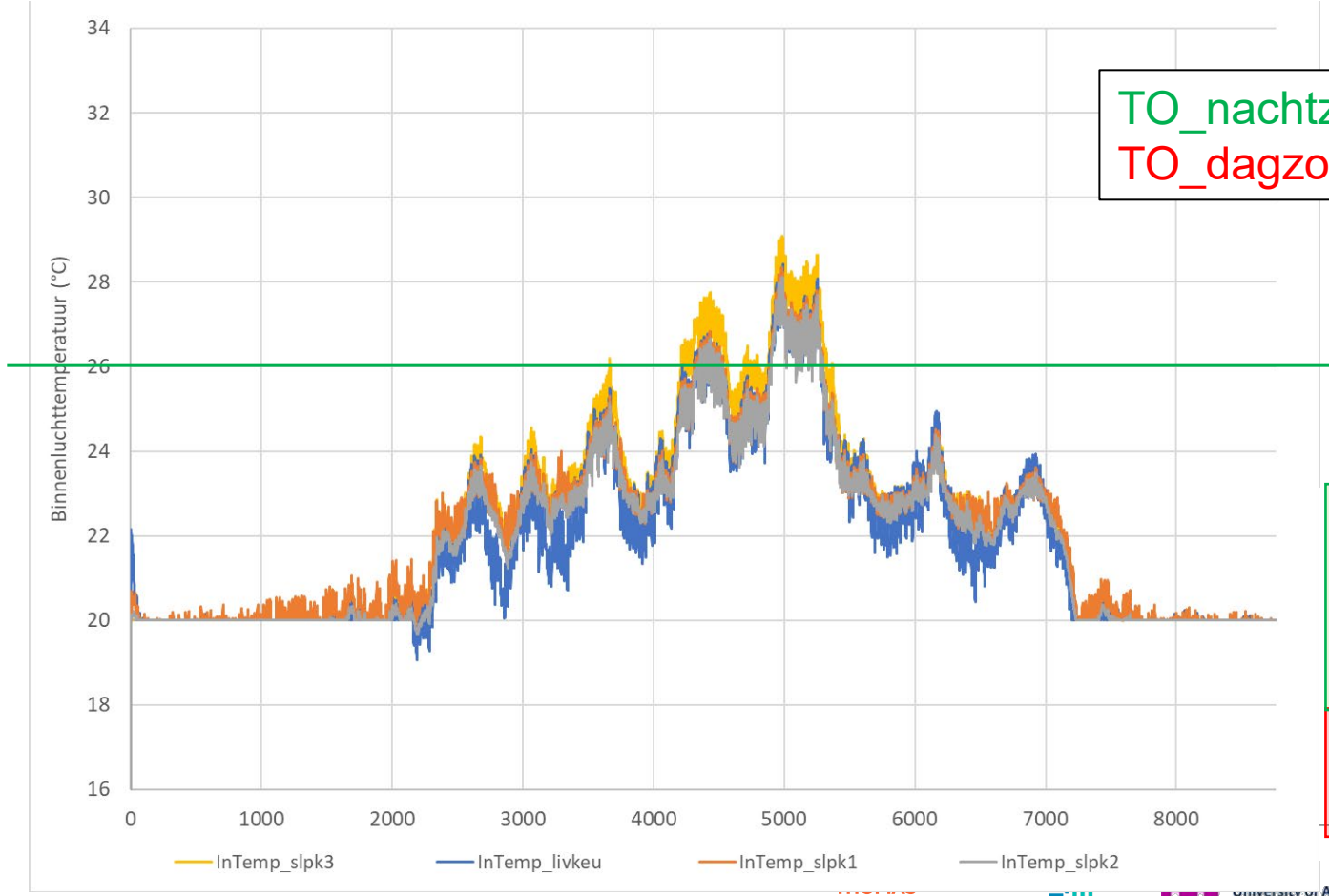
aanvaardbaar comfort: **< 100h**

mogelijk comfort: **< 250h**

discomfort: **> 250h**

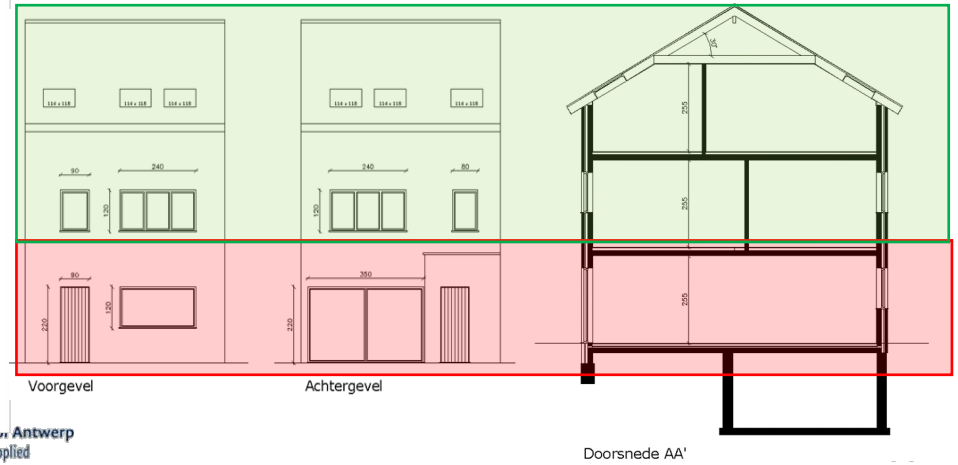
Dynamische simulaties extreem warm jaar

- Rijwoning met zonnewering en nachtventilatie, maar geen koelsysteem



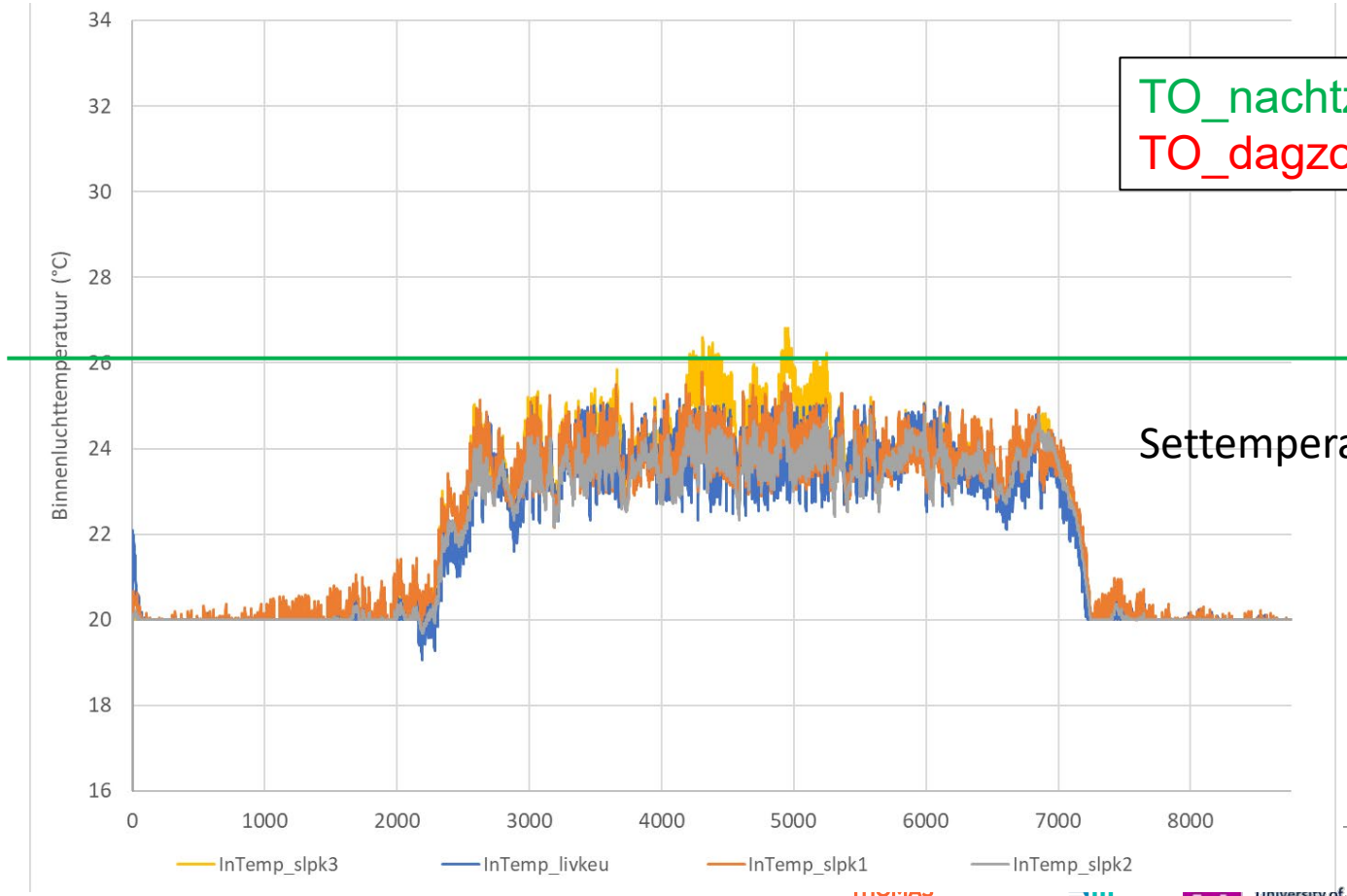
TO_nachtzone = 221h ⇒ mogelijk comfort
TO_dagzone = 40h ⇒ aanvaardbaar comfort

Comfortlimiet 26°C



Dynamische simulaties extreem warm jaar

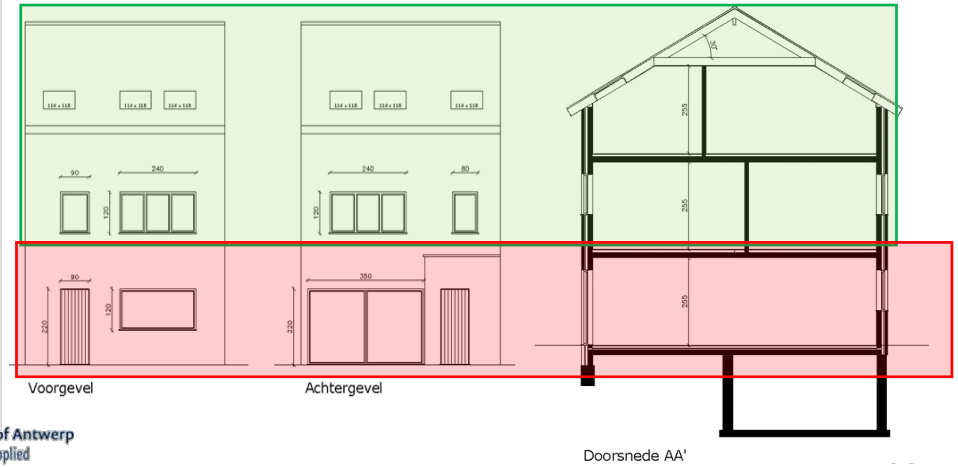
- Rijwoning met zonnewering en nachtventilatie + vloerkoeling



TO_nachtzone = 21h ⇒ goed comfort
TO_dagzone = 0h ⇒ goed comfort !

Comfortlimiet 26°C

Settemperatuur 24°C



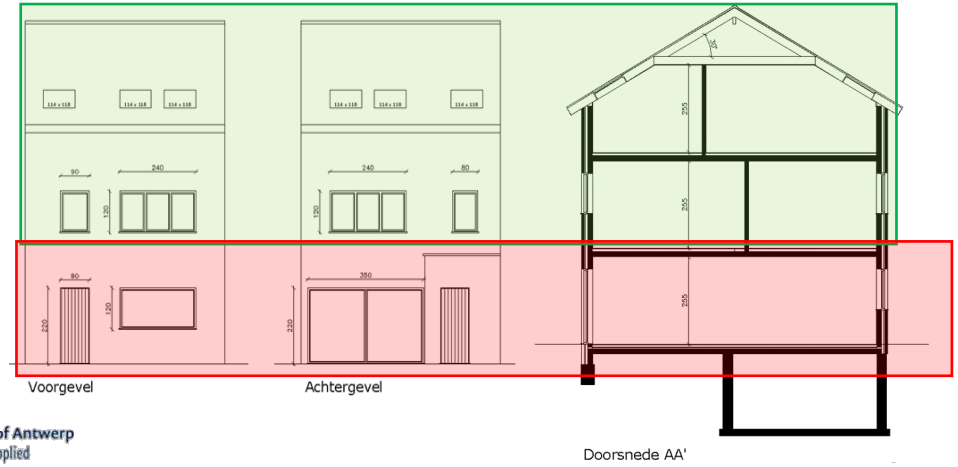
Dynamische simulaties extreem warm jaar

- Rijwoning met zonnewering en nachtventilatie + airco (50W/m²)

TO_nachtzone = 0h ⇒ goed comfort
TO_dagzone = 0h ⇒ goed comfort !

Comfortlimiet 26°C

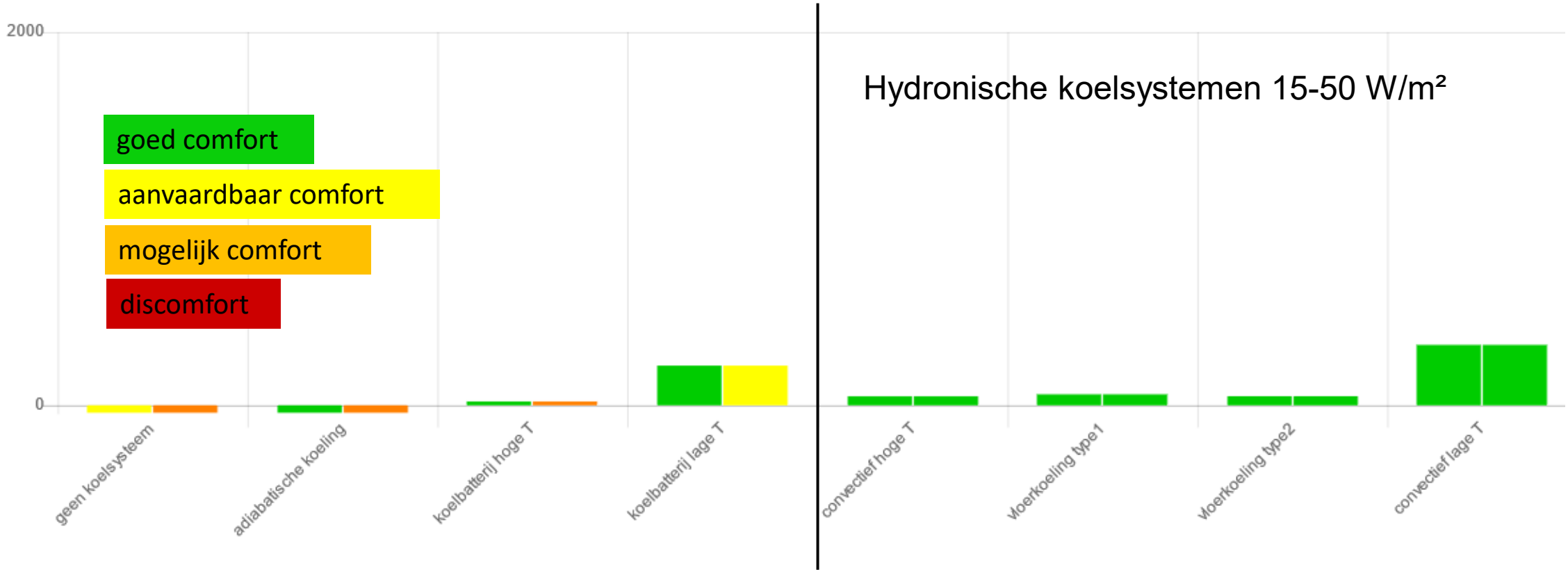
Settemperatuur 24°C



THOMAS MORE Buildwise University of Antwerp Faculty of Applied Engineering

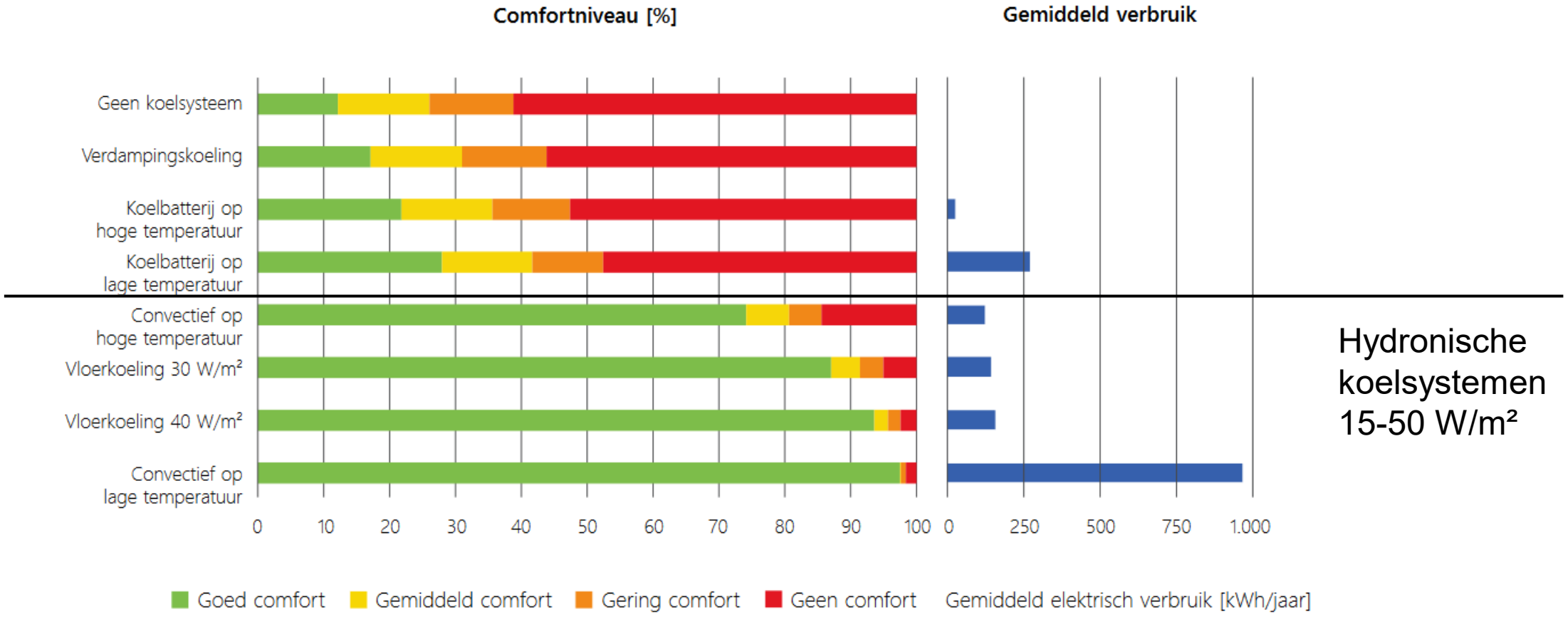
Comfortklasses in selectietool

- Rijwoning met zonnewering en nachtventilatie



Dynamische simulaties extreem warm jaar

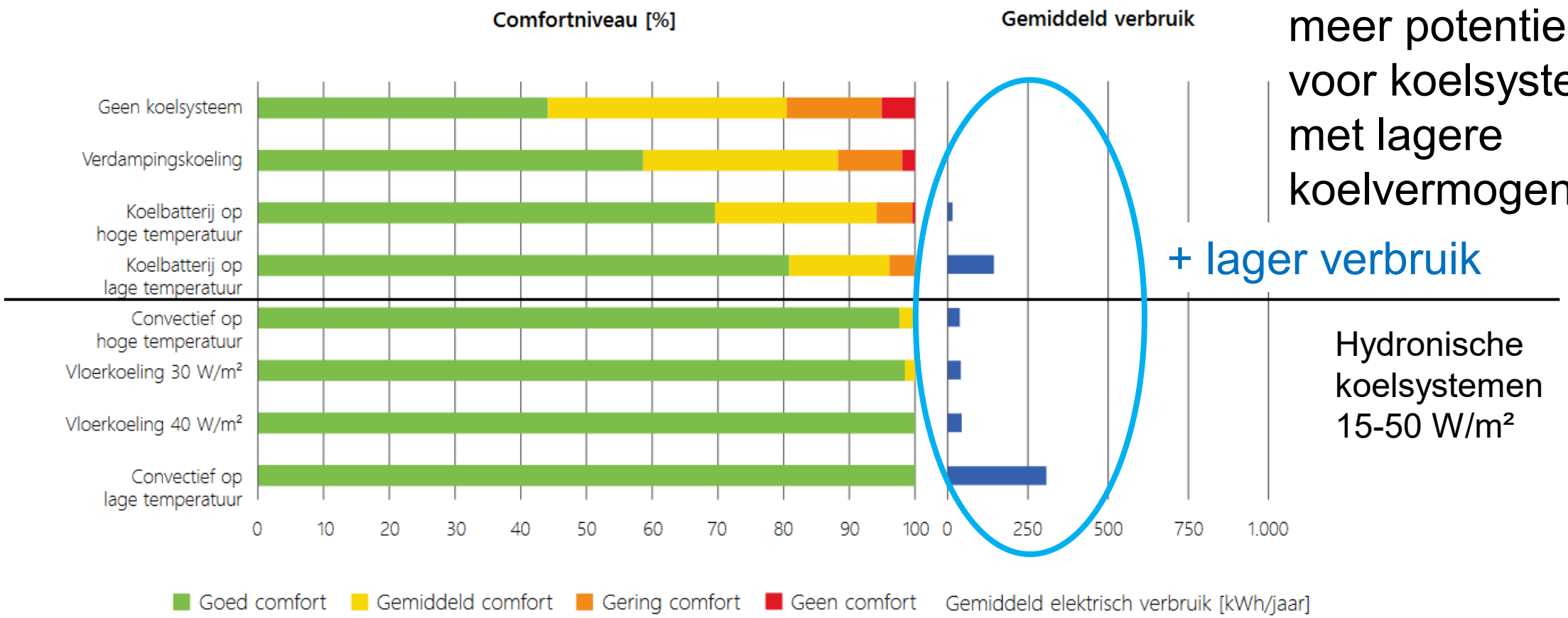
- 7200 varianten samen



Hydronische koelsystemen 15-50 W/m²

Dynamische simulaties extreem warm jaar

- Enkel varianten met buitenzonwering en nachtventilatie



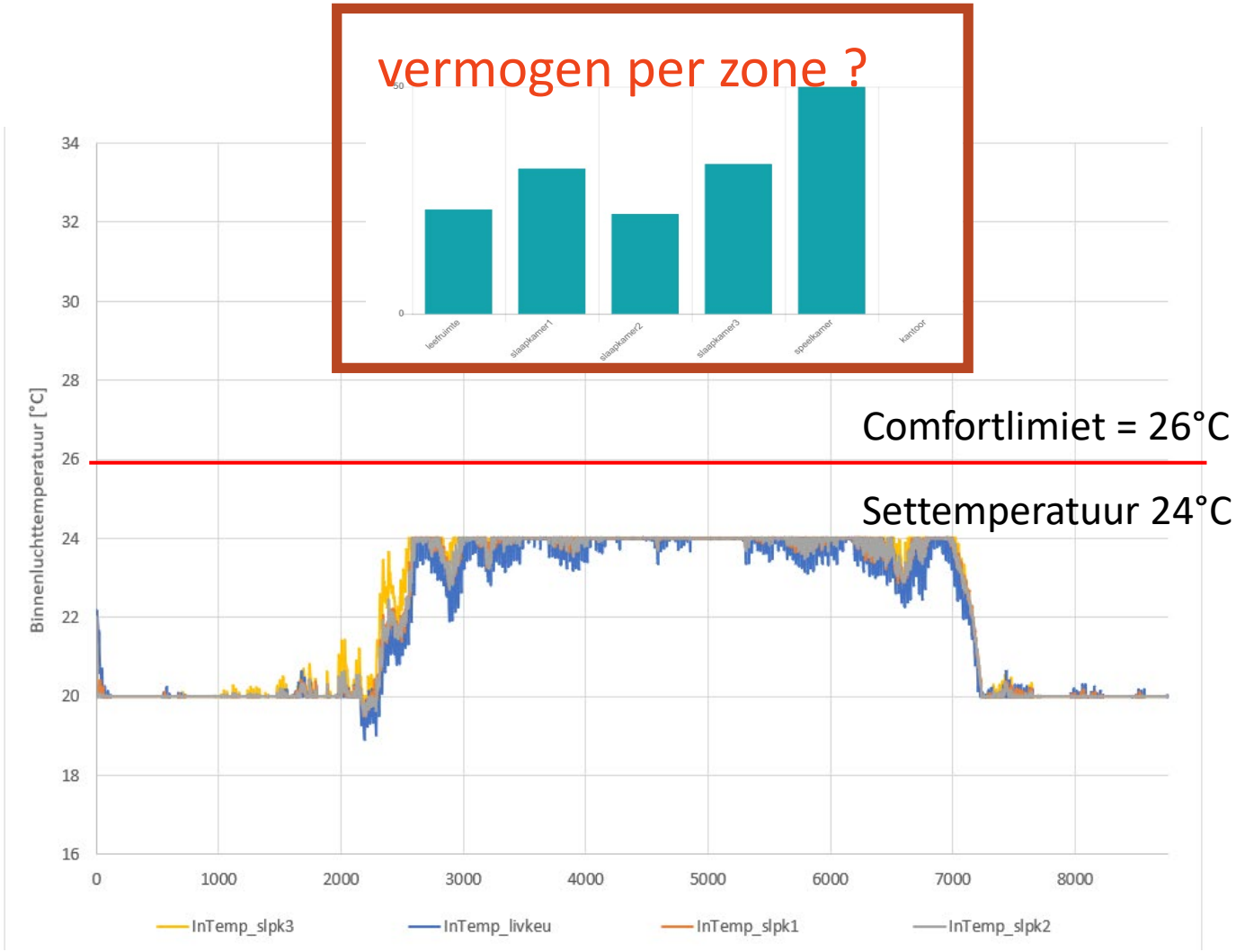
Passieve koeling ⇒ meer potentieel voor koelsystemen met lagere koelvermogens !

+ lager verbruik

Hydronische koelsystemen 15-50 W/m²

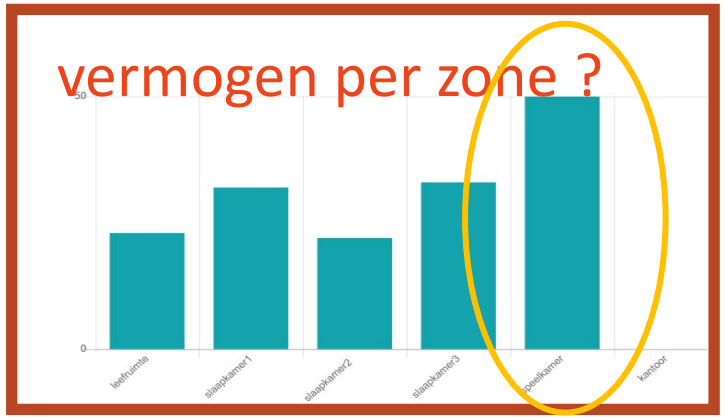
Dynamische simulaties: koelvermogens ?

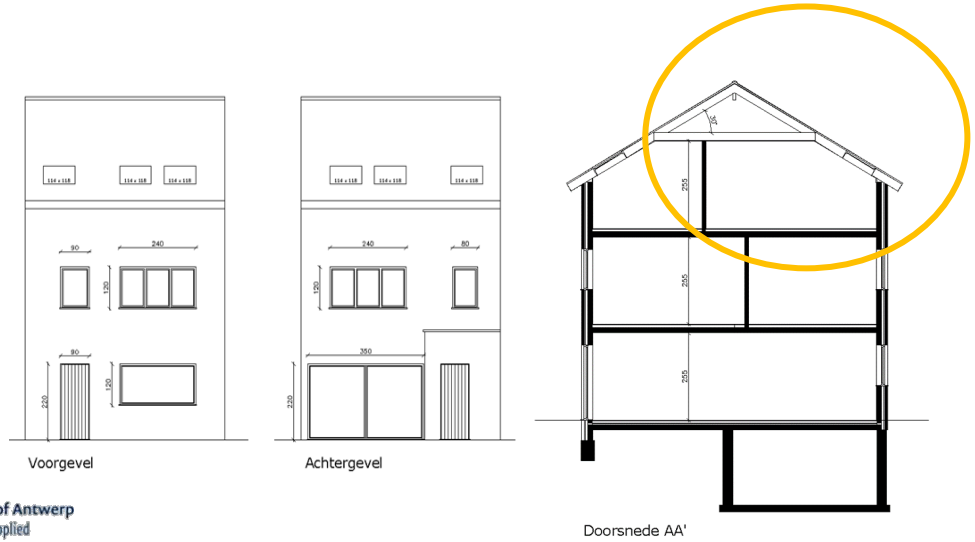
- Vermogen per zone bepaald
  - simulaties met airco
  - Tset = vast (24°C)
  - P = variabel
    maar geplaffoneerd op 50W/m²
  - Pmax per zone wordt getoond



Dynamische simulaties: koelvermogens ?

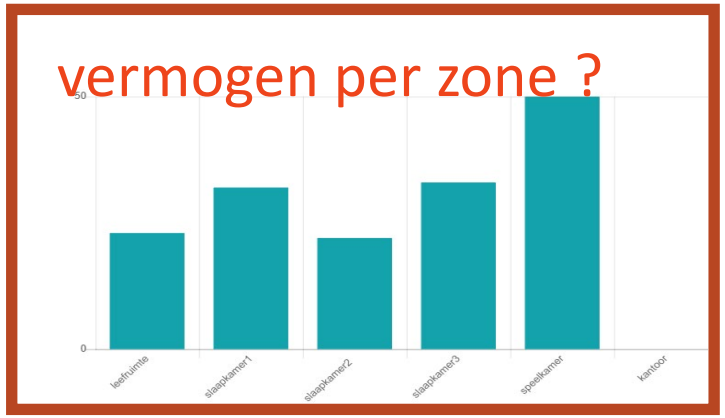
- Geschat vermogen 50 W/m² in slaapkamer

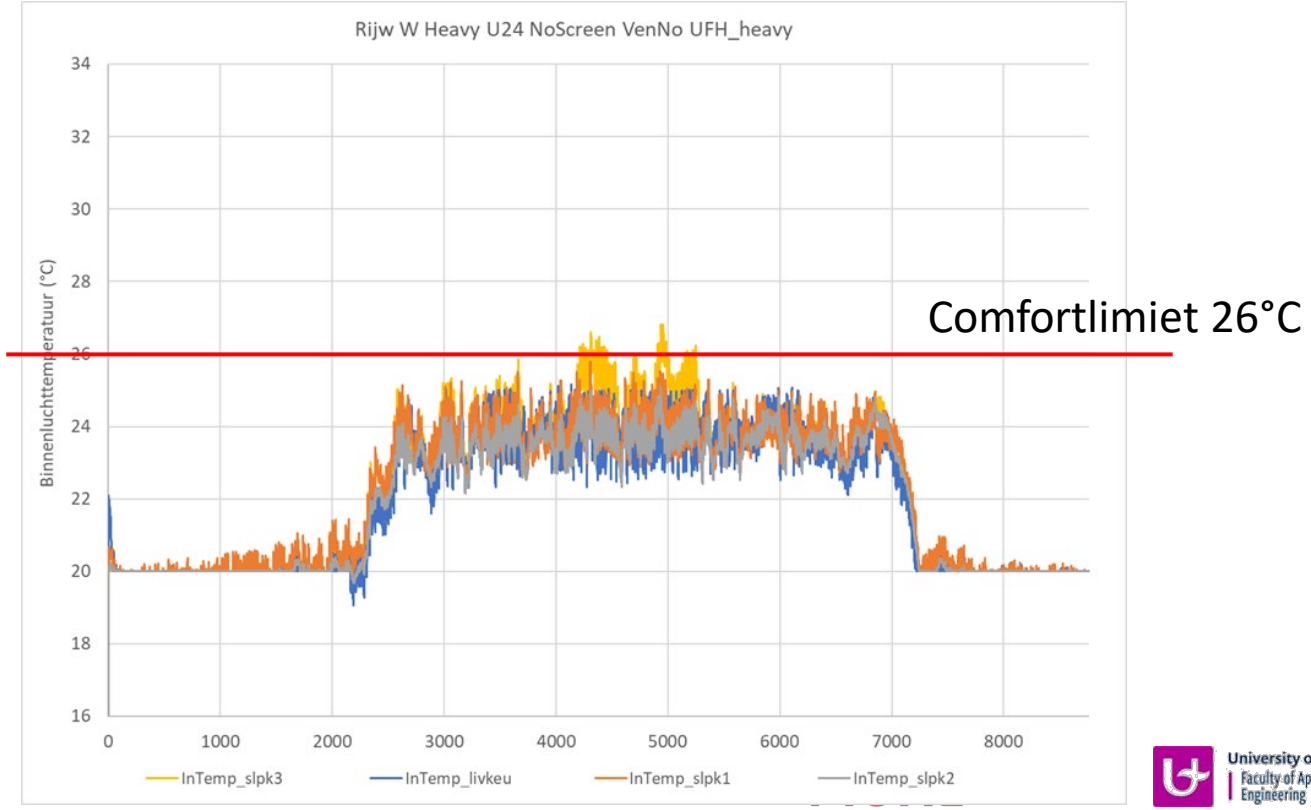


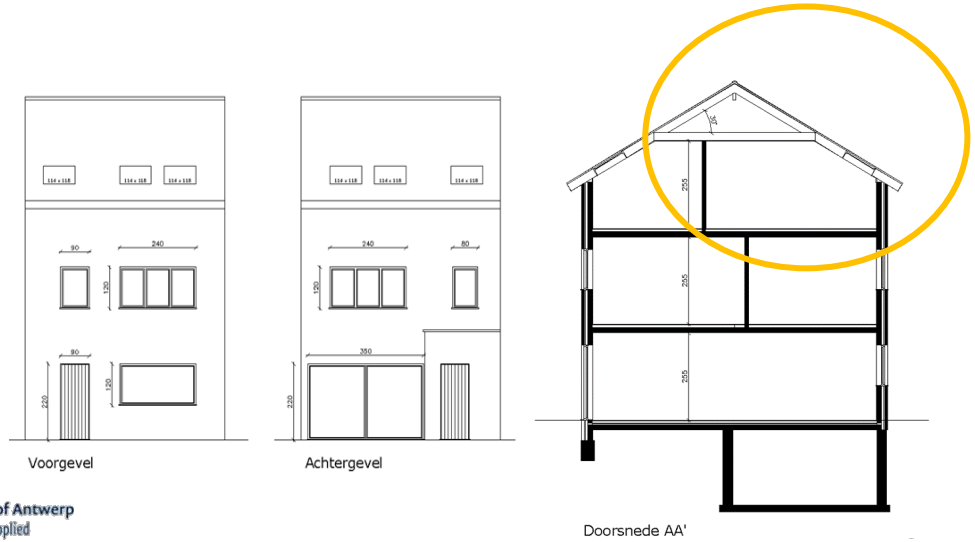


Dynamische simulaties: koelvermogens ?

- Vermogen 50 W/m² in slaapkamer ?
- En toch voldoende comfort met systemen met lager vermogen zoals vloerkoeling?



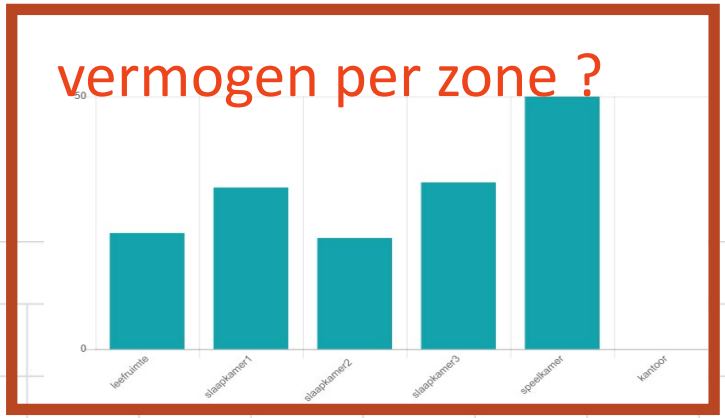


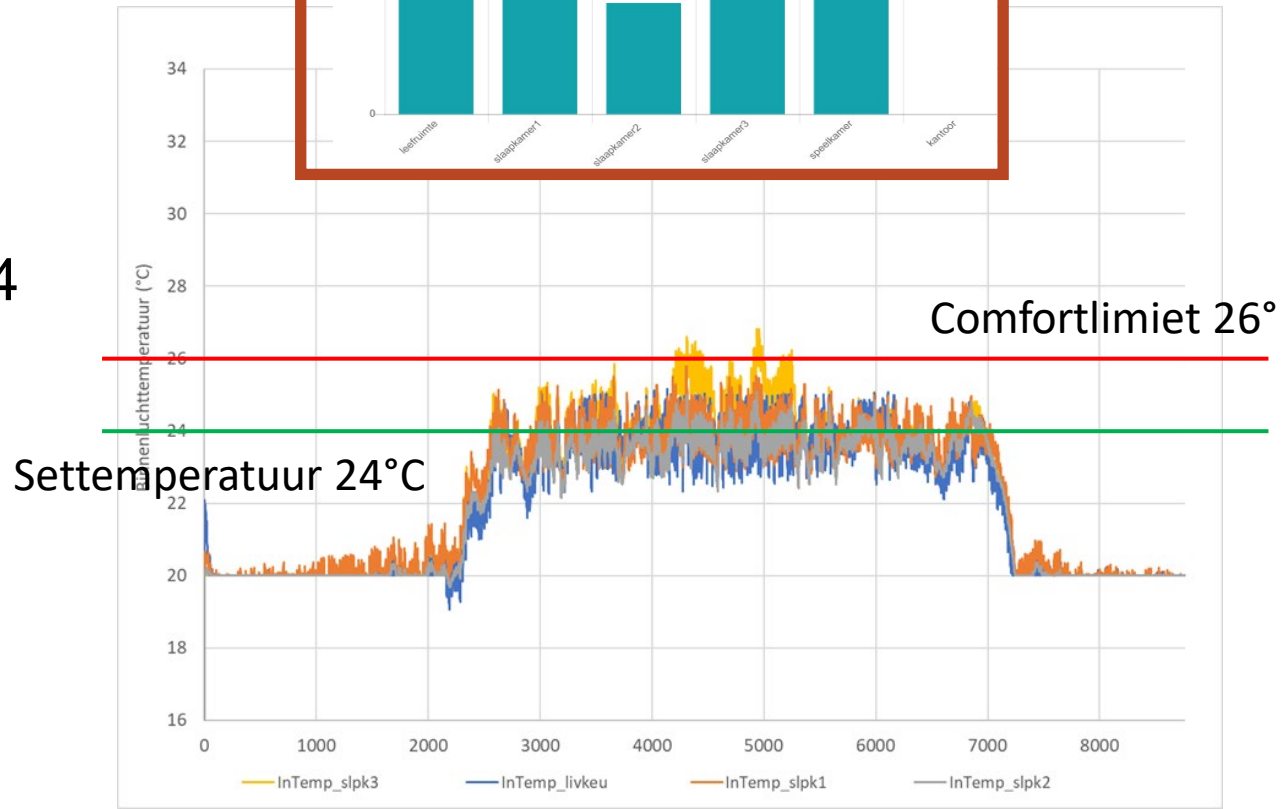


University of Antwerp
Faculty of Applied Engineering

Dynamische simulaties: koelvermogens ?

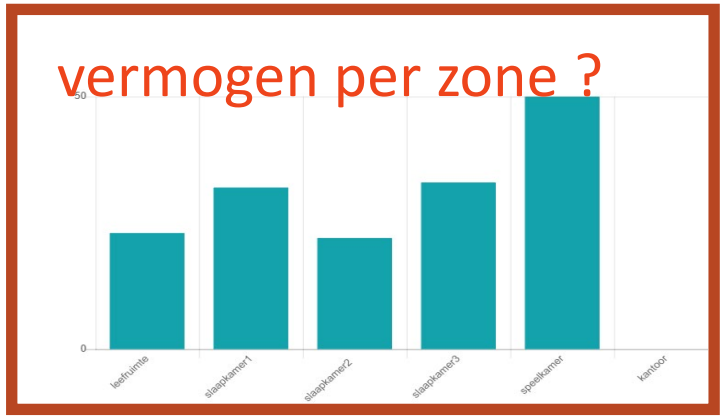
- Vermogen 50 W/m² in slaapkamer ?
- En toch voldoende comfort met systemen met lager vermogen ?
- Vloerkoeling:
  - TO26=21h < 33h : comfort (net) goed
  - Vast vermogen = 30 W/m² bij 16/18/24
  - maar variabele binnentemperatuur: setpunt = 24°C met DT van 2K
  - spelen op traagheid en regeling
  - hoe dit begroten ?





Inschatting koelvermogens ?

- Wat is de invloed van mijn afgiftesysteem ?
- Wat is mijn specifiek benodigd vermogen per zone?
  - Wat met andere geometrieën ?
  - Andere venstergroottes ?
  - Andere oriëntaties ?
  - Andere winsten ?
- Hoe een koelsysteem dimensioneren voor
  - Meerdere zones ?
  - Meerdere wooneenheden ?
  - Gelijktijdigheden ?



www.duurzamekoeling.be

DUURZAAM KOELEN

HOME | **HULPMIDDELEN** | DEMO CASES | PROJECT 'KOELING 2.0' | PUBLICATIES | MEER INFORMATIE

Tools voor de selectie van koelsystemen

Selectietool koelsystemen

Deze tool is opgesteld binnen het project ScoolS en kan worden gebruikt voor het vergelijken van duurzame koelsystemen in residentiële gebouwen en kleine kantoren.

Dimensionering koelvraag

Deze tool is opgesteld binnen het project Koeling 2.0 en is momenteel nog in testfase. Hiermee kan je op een vereenvoudigde manier een koellastberekening maken volgens een methode ontwikkeld door ATIC.

Dimensionering koelsystemen ?

Dynamische simulatie

Quasi-statische berekening incl. accumulatie, beschaduwing, …

Vereenvoudigde rekenregels

vabi BETA

liNear The BIM Engineering Software

TRNSYS 18

EN ISO 52016

isso KLEINTJE

Atic for HVAC professionals

heat-box

NEN 5067

VDI 2078

Dimensionering koelsystemen ?

- Meest gebruikte methode = quasi-statisch (ISSO kleintje, ATIC, Carrier…)
- Warmtewinsten per zone inschatten voor maandelijkse “typedagen”
  - Zon
  - Intern
  - Geleiding
  - Ventilatie/infiltratie

Atic
for HVAC professionals

Tabel 1 : GAINS MAXIMA PAR ENSOLEILLEMENT A TRAVERS UNE BAIE OUVERTE (W/m2)
MAXIMALE WINSTEN DOOR BEZONNING DOORHEEN VENSTEROPENING (W/m2)

Correctiefactor voor de helderheid van de lucht :

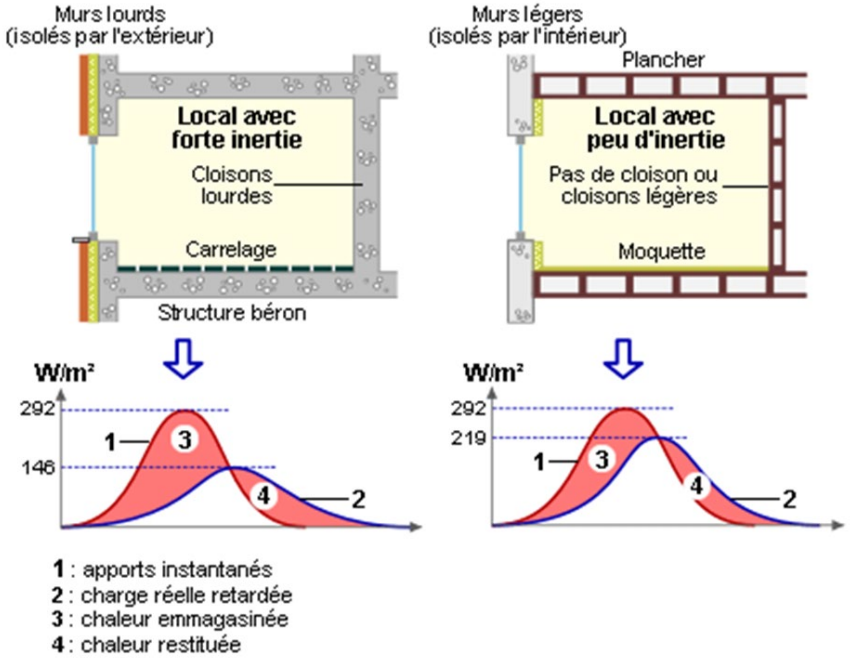
Stedelijk gebied – verticaal vlak	0.87
Stedelijk gebied – horizontaal vlak	0.89
Hoogte van 400 m in plaats van 100 m	1.01

GAINS MAXIMA PAR ENSOLEILLEMENT A TRAVERS UNE BAIE OUVERTE (W/m2)
MAXIMALE WINSTEN DOOR BEZONNING DOORHEEN VENSTEROPENING (W/m2)

Latitude Nord Noorderbreedte	Mois	Orientation (Latitude Nord) Oriëntatie (Noord)									Maand
		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Horizon	
51°	Janvier	31	75	435	713	793	713	436	76	358	Januari
	Février	38	195	574	786	815	787	575	196	548	Februari
	Mars	45	360	690	789	811	789	691	362	726	Maart
	Avril	109	485	723	770	734	770	723	486	865	April
	Mai	183	531	723	701	607	700	723	532	923	Mei
	Juin	200	535	704	624	504	623	704	535	930	Juni
	Juillet	193	528	688	637	541	638	687	527	923	Juli
	Août	131	479	680	693	648	693	680	477	871	Augustus
	Septembre	57	369	647	720	732	720	646	367	753	September
	Octobre	50	211	544	720	748	720	544	210	580	Oktober
	Novembre	39	93	430	676	744	676	428	92	391	November
	Décembre	30	30	316	611	726	611	315	30	270	December

Dimensionering koelsystemen ?

- Meest gebruikte methode = quasi-statisch (ISSO kleintje, ATIC, Carrier…)
- Warmtewinsten per zone inschatten voor maandelijkse “typedagen”
- Warmtewinsten omzetten naar koellasten : dempingsfactoren



Atic
for HVAC professionals

WARMTEWINSTEN

Tabel 2 a /1: DEMPINGSFACTOREN – WINSTEN DOOR BEZONNING – RAMEN MET BINNEN-ZONNEWERING
Werking 24 uur op 24 - constante binnentemperatuur - zonder verlaagd plafond - zonder verhoogde vloer

ORIENTATIE 51° Noorderbreedte	Gewicht [kg per m2 vloer -oppervlakte]	ZONNETIJD VOORMIDDAG											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
NO	750	0.04	0.04	0.03	0.03	0.16	0.43	0.59	0.63	0.57	0.42	0.29	0.25
	500	0.03	0.02	0.02	0.01	0.15	0.42	0.61	0.66	0.61	0.46	0.32	0.27
	150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.50	0.75	0.83	0.75	0.54	0.33	0.23
O	750	0.04											
	500	0.02											
	150	0.00											
ZO	750	0.05											
	500	0.03											
	150	0.00											
Z	750	0.07											
	500	0.05											
	150	0.00											
ZW	750	0.09											
	500	0.07											
	150	0.00											
W	750	0.09											
	500	0.07											
	150	0.01											
NW	750	0.10											
	500	0.09											
	150	0.01											
N	750	0.21											
	500	0.19											
	150	0.06											

Tabel 8 b /2: DEMPINGSFACTOREN–WARMTEWINSTEN DOOR VERLICHTING–100% DOOR STRALING 0% DOOR CONVECTIE
10 verlichtingsuren – Werkingstijd van de installatie van 12, 16, 24 uur – Constante binnentemperatuur
D: werkingstijd van de installatie in uren
P: gewicht in kg per m² vloeroppervlakte

		D	Gewicht	Aantal uren sinds in werkingstelling																						
		[h]	kg/m²	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Zonder verlaagd plafond	Met verhoogde vloer	24	750	0.22	0.30	0.36	0.40	0.44	0.48	0.51	0.54	0.57	0.60	0.62	0.55	0.50	0.46	0.43	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.28	0.26	0.24	0.23
			500	0.17	0.27	0.34	0.41	0.46	0.51	0.56	0.60	0.63	0.66	0.69	0.61	0.54	0.49	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.18
			150	0.03	0.26	0.44	0.57	0.67	0.74	0.80	0.84	0.87	0.90	0.91	0.71	0.53	0.40	0.30	0.23	0.17	0.13	0.10	0.07	0.06	0.04	0.03	0.02
		16	750	0.68	0.47	0.51	0.54	0.57	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.63	0.57	0.53	0.49	0.46	0.43							
			500	0.64	0.46	0.51	0.56	0.60	0.64	0.67	0.70	0.72	0.75	0.77	0.68	0.60	0.54	0.49	0.44	0.40							
			150	0.26	0.36	0.52	0.63	0.71	0.78	0.82	0.86	0.89	0.91	0.92	0.72	0.54	0.40	0.30	0.23	0.17							
		12	750	0.94	0.62	0.64	0.67	0.69	0.71	0.72	0.74	0.76	0.77	0.78	0.70	0.64											
			500	1.01	0.66	0.69	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.82	0.83	0.85	0.75	0.67											
			150	0.76	0.60	0.69	0.76	0.81	0.85	0.88	0.90	0.92	0.93	0.94	0.73	0.55											
Met verlaagd plafond	Met verhoogde vloer	24	750	0.17	0.29	0.36	0.42	0.47	0.52	0.56	0.60	0.63	0.66	0.69	0.58	0.52	0.47	0.43	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18
			500	0.12	0.26	0.35	0.43	0.50	0.56	0.62	0.66	0.70	0.74	0.77	0.65	0.56	0.49	0.42	0.37	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12
			150	0.02	0.29	0.49	0.63	0.73	0.80	0.85	0.88	0.91	0.93	0.94	0.70	0.50	0.35	0.25	0.18	0.13	0.09	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01
		16	750	0.65	0.48	0.53	0.57	0.61	0.64	0.67	0.70	0.72	0.74	0.76	0.65	0.58	0.53	0.48	0.43	0.39							
			500	0.55	0.44	0.51	0.57	0.62	0.67	0.71	0.74	0.77	0.80	0.82	0.69	0.60	0.52	0.45	0.39	0.34							
			150	0.19	0.36	0.54	0.66	0.75	0.82	0.86	0.89	0.91	0.93	0.94	0.70	0.50	0.35	0.25	0.18	0.13							
		12	750	1.00	0.67	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78	0.80	0.81	0.83	0.84	0.72	0.65											
			500	0.99	0.67	0.71	0.74	0.77	0.80	0.82	0.84	0.86	0.87	0.88	0.75	0.65											
			150	0.67	0.58	0.69	0.77	0.83	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.71	0.50											

Dimensionering koelsystemen ?

- Meest gebruikte methode = quasi-statisch (ISSO kleintje, ATIC, Carrier…)
- Warmtewinsten per zone inschatten voor maandelijkse “typedagen”
- Warmtewinsten omzetten naar koellasten : dempingsfactoren
- $Koellast_{dag,uur} = ww_{zon} * df_{zon} + ww_{intern} * df_{intern} + \ldots$
- $Koelvermogen = max\ (koellast)_{dag,uur}$

THERMISCH BILAN 2019 BLAD 4 : WARMTELASTEN RESULTATEN West, koeling 6u - 18u

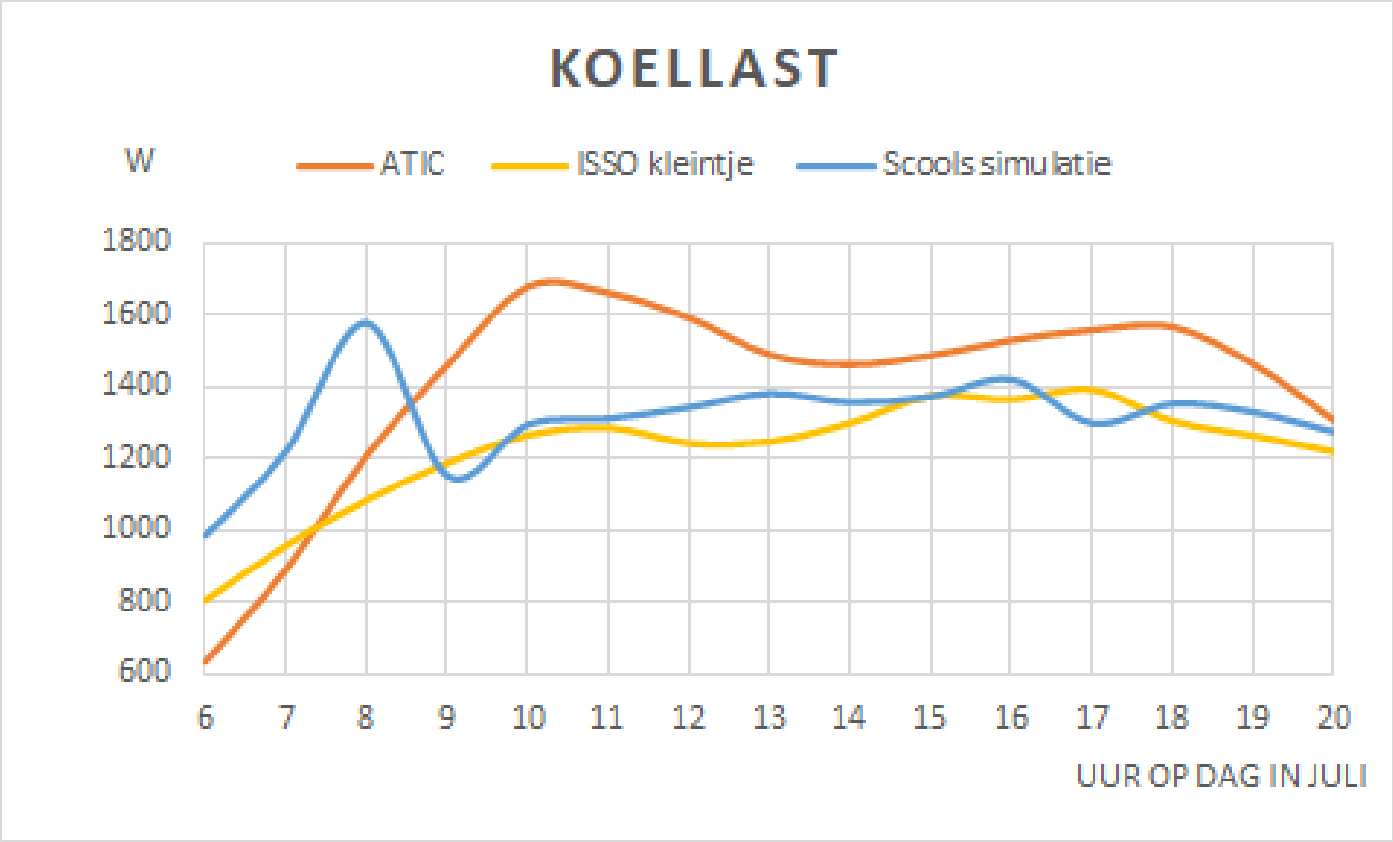
Zonne-uur	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Klok-uur	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Beglaasd oppervlakte	140	826	711	537	413	322	270	233	213	216	269	348	434	48	42	31	20
Opake Buitenwand	15	13	11	10	8	6	5	4	3	3	3	3	4	5	7	9	9
Dak	0	0	0	0	18	47	80	111	138	158	168	168	160	142	118	90	90
Binnenwanden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interne warmtewintsten	0	179	285	363	372	381	386	395	399	404	409	413	413	0	0	0	0
Infiltratie	0	0	0	0	0	0	7	23	39	54	68	74	68	60	53	39	25
Totaal	155	1 018	1 007	909	810	757	748	767	793	834	916	1 007	1 078	256	220	169	143

	Voelbaar	Latent
Totaal max	1 078	64

beglaasd & infiltratie | transmissie opaak | intern | Resultaten

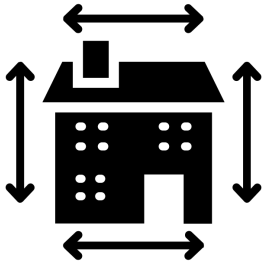
Dimensionering ⇒ Exceltool Koeling2.0

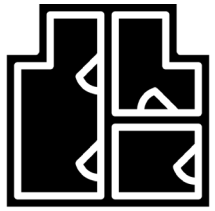
- Vergelijking quasi-statische methodes ⇒ Belgische ATIC-methode



Dimensionering ⇒ Exceltool Koeling2.0

- Vergelijking quasi-statische methodes ⇒ Belgische ATIC-methode
- Welke input is haalbaar voor residentiële gebouwen?
  - 3D
    - Buitenwanden & -daken / ramen / volume
    - Per zone apart !
    - Oriëntatie per onderdeel
    - …
  - Vloerplan
    - Inschatting buitenwanden ?
    - Hoogte ramen ?





Dimensionering ⇒ Exceltool Koeling2.0

ALGEMENE GEGEVENS

KENMERKEN GEBOUW			
Gebouwmassa	Traditioneel + hout	Maand:	Juli
Gevelafwerking	Steen/beton - donker	imtetemperatuur [°C]:	24
Raamtype	Dubbele HR-beglazing (Ug:1,1/g:62%)		
Luchtdichtheid	Standaard (v50:4,5)		
Ventilatietype	C - Centrale vraagsturing (fred:0,85)		

PARAMETERS GEBOUW		
Gemiddelde U-waarde	0.5	[W/m²K]
Tot. verliesoppervla	227	[m²]
Beschermd volume	468	[m³]
Opp. gelijkvloers*	71.5	[m²]

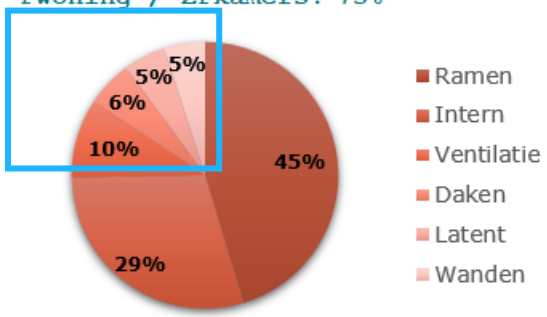
*Enkel indien vloer mee opgenomen in de totale verliesoppervlakte

Invulvelden
Leeg laten
Noodzakelijk veld

ALGEMENE RESULTATEN

Beperkt aandeel verliezen ventilatie en geleiding

Maximale koellast: 4.9 kW
Gemiddelde koellast: 3.2 kW
Pwoning / ΣPkamers: 73%



GEGEVENS GEBOUW

Ingave ruimten							Informatie ramen									
		[m²]		[↗]	[%]	[#]	[↗]	[m²]				[W]	[W]	[W/m²]	[W/m²]	
Ruimtetype	Referentienaam (optie)	Opp.	Vorm	Richting	Daktype & kleur	Aantal ramen	Oriëntatie raam	Raam opp.	Zonwering	Oversteek	Schaduw zijkant	Maximale koellast	Gemiddelde koellast	Max. koellast /vloeropp.	Gem. koellast /vloeropp.	Kleurcode
Inkom	GV_inkom	5	–	ZW		1	ZW	2.4		Heel klein (15°)		596	232	119	46	
Bureau	GV_bureau	11	–	ZW		1	ZW	1.9		Heel klein (15°)		761	308	69	28	
Leefruimte 2p	GV_living	20										761	376	38	19	
Keuken	GV_keuken	30	–	NO	Licht&donker	1	NO	9			Rechts	704	404	23	13	
Slpk 2p	1V_slaapkamer	15	–	ZW		1	ZW	1.9				762	360	51	24	
Nachthal	1V_halvide	18	–	NO	Hellend&donker	3	NO/45°	1				911	395	51	22	
							NO/45°	1								
							NO/45°	0.7								
Badkamer	1V_badkamer	12	–	NO	Hellend&donker	1	NO/45°	1.5				613	345	51	29	
Slpk 1p	2V_slaapkamer	12	–	ZW	Hellend&donker	1	ZW/45°	1.5				838	368	70	31	
Bureau	2V_speelkamer	10.5	–	NO	Hellend&donker	1	NO/45°	1.5				610	313	58	30	

Input geometrie en zones

Dimensionering ⇒ Exceltool Koeling2.0

ALGEMENE GEGEVENS

KENMERKEN GEBOUW			
Gebouwmassa	Traditioneel + hout	Maand:	Juli
Gevelafwerking	Steen/beton - donker	imtetemperatuur [°C]:	24
Raamtype	Dubbele HR-beglazing (Ug:1,1/g:62%)		
Luchtdichtheid	Standaard (v50:4,5)		
Ventilatietype	C - Centrale vraagsturing (fred:0,85)		
PARAMETERS GEBOUW			
Gemiddelde U-waarde	0.5	[W/m²K]	
Tot. verliesoppervla	227	[m²]	

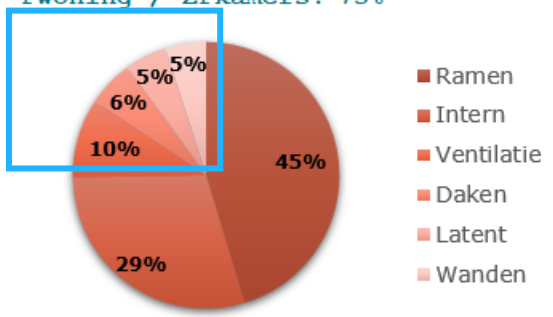
Invulvelden
Leeg laten
Noodzakelijk veld

Input geleiding en ventilatieverliezen

ALGEMENE RESULTATEN

Beperkt aandeel verliezen ventilatie en geleiding

Maximale koellast: 4.9 kW
Gemiddelde koellast: 3.2 kW
Pwoning / ΣPkamers: 73%



GEGEVENS GEBOUW

Ingave ruimten							Informatie ramen									
		[m²]		[↗]	[%]	[#]	[↗]	[m²]				[W]	[W]	[W/m²]	[W/m²]	
Ruimtetype	Referentienaam (optie)	Opp.	Vorm	Richting	Daktype & kleur	Aantal ramen	Oriëntatie raam	Raam opp.	Zonwering	Oversteek	Schaduw zijkant	Maximale koellast	Gemiddelde koellast	Max. koellast /vloeropp.	Gem. koellast /vloeropp.	Kleurcode
Inkom	GV_inkom	5	–	ZW		1	ZW	2.4		Heel klein (15°)		596	232	119	46	
Bureau	GV_bureau	11	–	ZW		1	ZW	1.9		Heel klein (15°)		761	308	69	28	
Leefruimte 2p	GV_living	20										761	376	38	19	
Keuken	GV_keuken	30	–	NO	Licht&donker	1	NO	9			Rechts	704	404	23	13	
Slpk 2p	1V_slaapkamer	15	–	ZW		1	ZW	1.9				762	360	51	24	
Nachthal	1V_halvide	18	–	NO	Hellend&donker	3	NO/45°	1				911	395	51	22	
							NO/45°	1								
							NO/45°	0.7								
Badkamer	1V_badkamer	12	–	NO	Hellend&donker	1	NO/45°	1.5				613	345	51	29	
Slpk 1p	2V_slaapkamer	12	–	ZW	Hellend&donker	1	ZW/45°	1.5				838	368	70	31	
Bureau	2V_speelkamer	10.5	–	NO	Hellend&donker	1	NO/45°	1.5				610	313	58	30	

Dimensionering ⇒ Exceltool Koeling2.0

ALGEMENE GEGEVENS

KENMERKEN GEBOUW			
Gebouwmassa	Traditioneel + hout	Maand:	Juli
Gevelafwerking	Steen/beton - donker	imtetemperatuur [°C]:	24
Raamtype	Dubbele HR-beglazing (Ug:1,1/g:62%)		
Luchtdichtheid	Standaard (v50:4,5)		
Ventilatietype	C - Centrale vraagsturing (fred:0,85)		
PARAMETERS GEBOUW			
Gemiddelde U-waarde	0.5	[W/m²K]	
Tot. verliesoppervla	227	[m²]	
Beschermd volume	468	[m³]	
Opp. gelijkvloers*	71.5	[m²]	

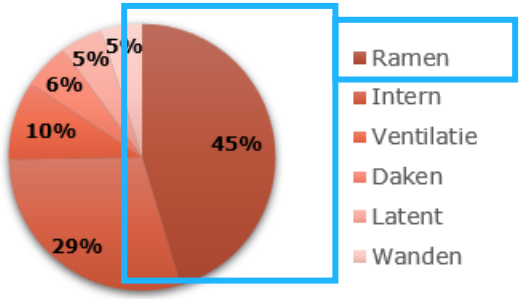
*Enkel indien vloer mee opgenomen in de totale verliesoppervlakte

Invulvelden
Leeg laten
Noodzakelijk veld

ALGEMENE RESULTATEN

Groot aandeel zonnewinsten !

Maximale koellast: 4.9 kW
Gemiddelde koellast: 3.2 kW
Pwoning / ΣPkamers: 73%



GEGEVENS GEBOUW

Ingave ruimten							Informatie ramen									
		[m²]		[↗]	[%]	[#]	[↗]	[m²]				[W]	[W]	[W/m²]	[W/m²]	
Ruimtetype	Referentienaam (optie)	Opp.	Vorm	Richting	Daktype & kleur	Aantal ramen	Oriëntatie raam	Raam opp.	Zonwering	Oversteek	Schaduw zijkant	Maximale koellast	Gemiddelde koellast	Max. koellast /vloeropp.	Gem. koellast /vloeropp.	Kleurcode
Inkom	GV_inkom	5	–	ZW		1	ZW	2.4		Heel klein (15°)		596	232	119	46	
Bureau	GV_bureau	11	–	ZW		1	ZW	1.9		Heel klein (15°)		761	308	69	28	
Leefruimte 2p	GV_living	20										761	376	38	19	
Keuken	GV_keuken	30	–	NO	Licht&donker	1	NO	9			Rechts	704	404	23	13	
Slpk 2p	1V_slaapkamer	15	–	ZW		1	ZW	1.9				762	360	51	24	
Nachthal	1V_halvide	18	–	NO	Hellend&donker	3	NO/45°	1				911	395	51	22	
							NO/45°	1								
							NO/45°	0.7								
Badkamer	1V_badkamer	12	–	NO	Hellend&donker	1	NO/45°	1.5				613	345	51	29	
Slpk 1p	2V_slaapkamer	12	–	ZW	Hellend&donker	1	ZW/45°	1.5				838	368	70	31	
Bureau	2V_speelkamer	10.5	–	NO	Hellend&donker	1	NO/45°	1.5				610	313	58	30	

Input raameigenschappen en beschaduwing

Dimensionering ⇒ Exceltool Koeling2.0

ALGEMENE GEGEVENS

KENMERKEN GEBOUW			
Gebouwmassa	Traditioneel + hout	Maand:	Juli
Gevelafwerking	Steen/beton - donker	imtetemperatuur [°C]:	24
Raamtype	Dubbele HR-beglazing (Ug:1,1/g:62%)		
Luchtdichtheid	Standaard (v50:4,5)		
Ventilatietype	C - Centrale vraagsturing (fred:0,85)		

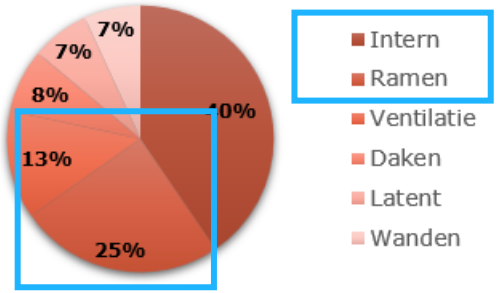
PARAMETERS GEBOUW			
Gemiddelde U-waarde	0.5	[W/m²K]	
Tot. verliesoppervla	227	[m²]	Invulvelden
Beschermd volume	468	[m³]	Leeg laten
Opp. gelijkvloers*	71.5	[m²]	Noodzakelijk veld

*Enkel indien vloer mee opgenomen in de totale verliesoppervlakte

ALGEMENE RESULTATEN

Grote reductie zonnewinsten door zonwering

Maximale koellast: 3.1 kW
Gemiddelde koellast: 2.2 kW
Pwoning / ΣPkamers: 72%



GEGEVENS GEBOUW

Ingave ruimten							Informatie ramen									
		[m²]		[↗]	[%]	[#]	[↗]	[m²]				[W]	[W]	[W/m²]	[W/m²]	
Ruimtetype	Referentienaam (optie)	Opp.	Vorm	Richting	Daktype & kleur	Aantal ramen	Oriëntatie raam	Raam opp.	Zonwering	Oversteek	Schaduw zijkant	Maximale koellast	Gemiddelde koellast	Max. koellast /vloeropp.	Gem. koellast /vloeropp.	Kleurcode
Inkom	GV_inkom	5	–	ZW		1	ZW	2.4		Heel klein (15°)		596	232	119	46	
Bureau	GV_bureau	11	–	ZW		1	ZW	1.9	olluik - licht	Heel klein (15°)		386	174	35	16	
Leefruimte 2p	GV_living	20										761	376	38	19	
Keuken	GV_keuken	30	–	NO	Licht&donker	1	NO	9			Rechts	704	404	23	13	
Slpk 2p	1V_slaapkamer	15	–	ZW		1	ZW	1.9	olluik - licht			323	201	22	13	
Nachthal	1V_halvide	18	–	NO	Hellend&donker	3	NO/45°	1	creen - donker			434	213	24	12	
							NO/45°	1	creen - donker							
							NO/45°	0.7	creen - donker							
Badkamer	1V_badkamer	12	–	NO	Hellend&donker	1	NO/45°	1.5	creen - donker			438	231	36	19	
Slpk 1p	2V_slaapkamer	12	–	ZW	Hellend&donker	1	ZW/45°	1.5	olluik - donke			277	155	23	13	
Bureau	2V_speelkamer	10.5	–	NO	Hellend&donker	1	NO/45°	1.5	creen - donker			374	200	36	19	

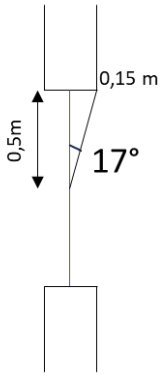
Dimensionering ⇒ Exceltool Koeling2.0

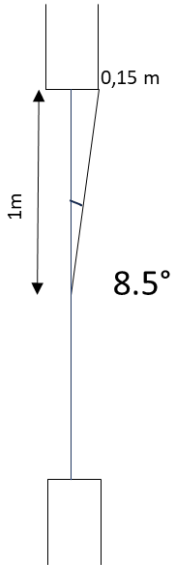
- Vergelijking quasi-statische methodes ⇒ Belgische ATIC-methode
- Welke input is haalbaar ?
- Welke input is belangrijk ? ⇒ sensitiviteitsstudies

1. Zonnewinsten !
   - Raamgrootte en oriëntatie
   - Zonwering in het vlak (type, kleur)
   - Beschaduwing en zonwering niet in vlak (oversteek)
   - Beschaduwing van de zijkanten

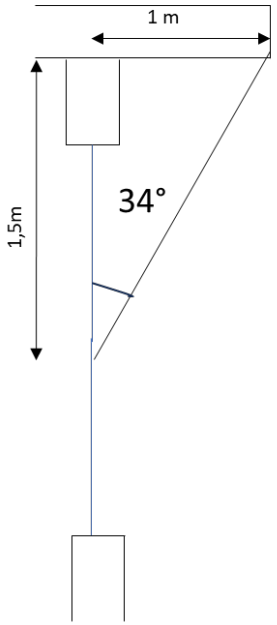
Beschaduwing: overstekhoeken

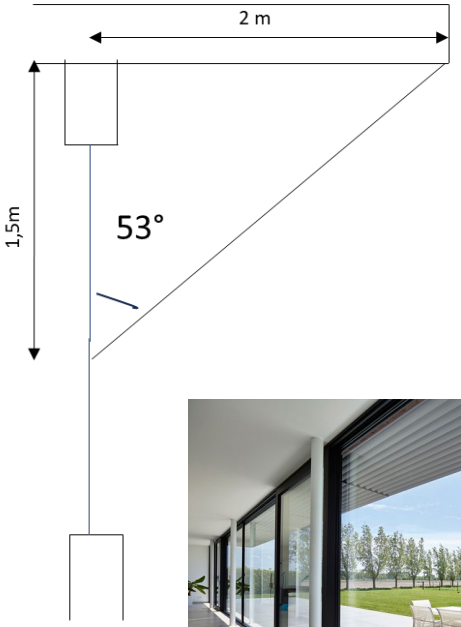
Circa 15°
dagkanten raam, dakrand





30-60°
balkons of horizontale zonwering



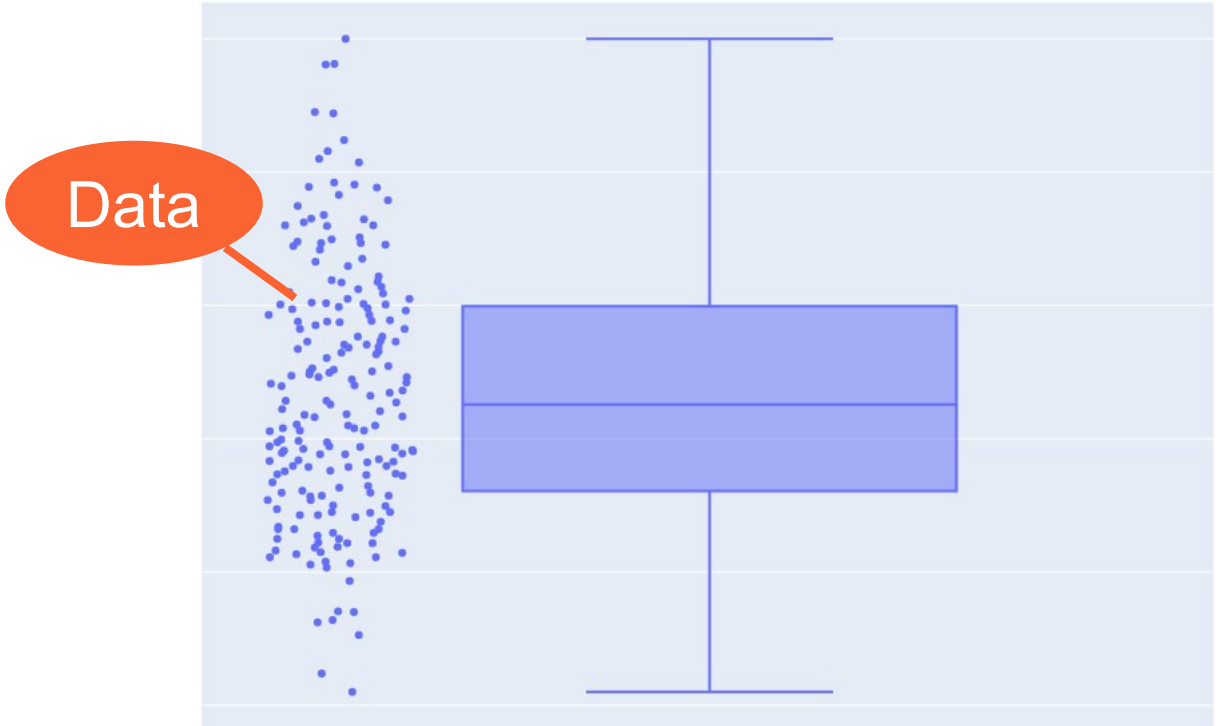


60°-80°
luifel, grote oversteek

> 80°
luifel hellend

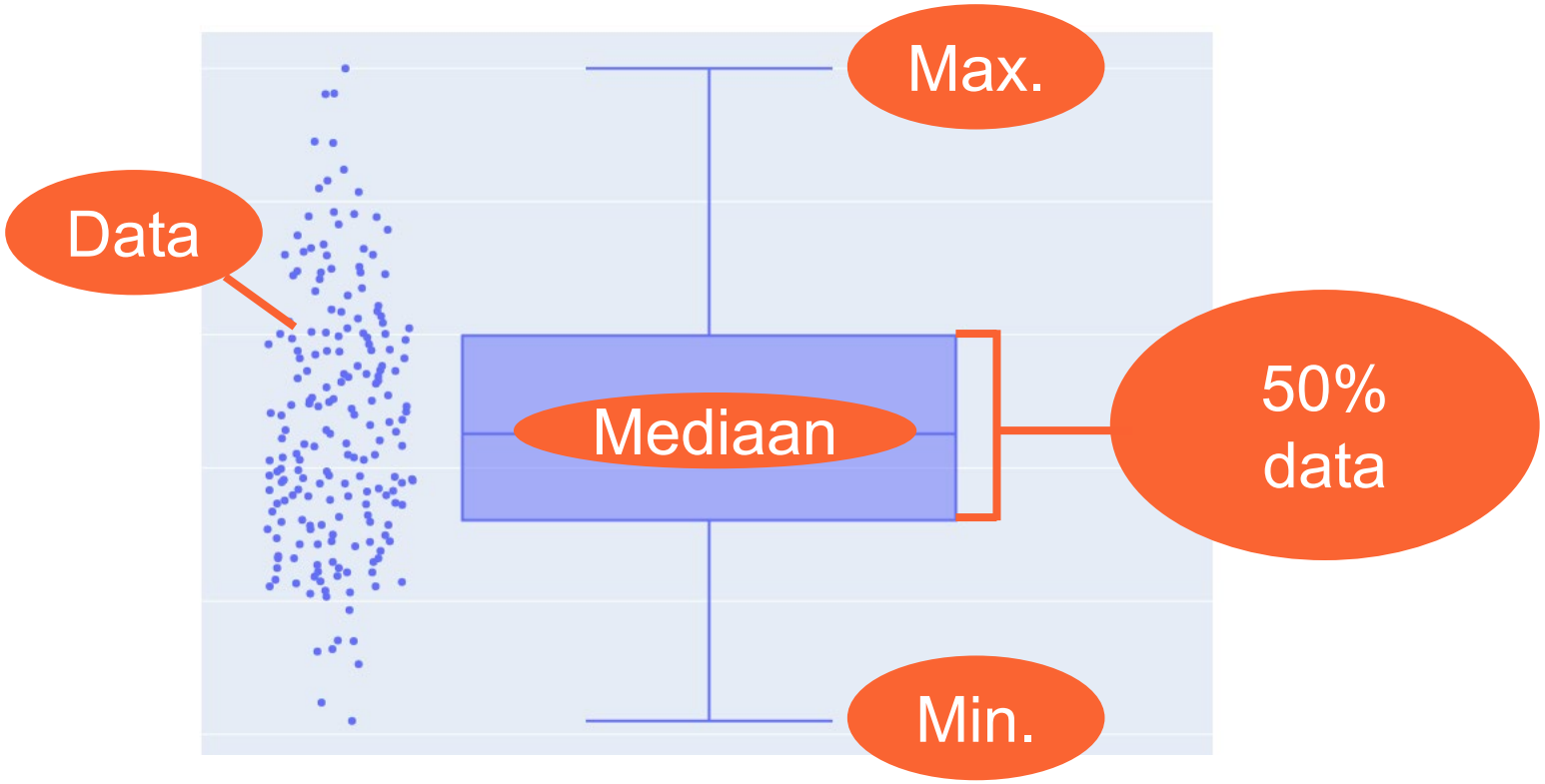
Beschaduwing: overstekhoeken

- Wat is een boxplot?

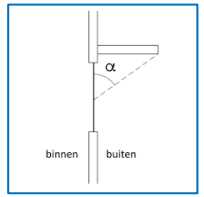


Beschaduwing: overstekhoeken

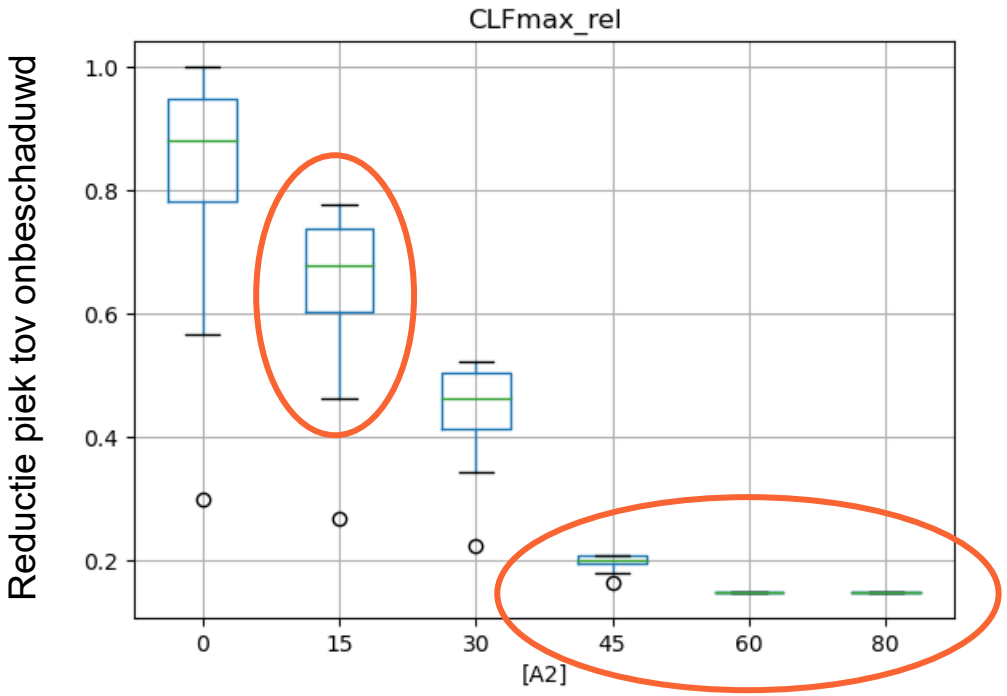
- Wat is een boxplot?



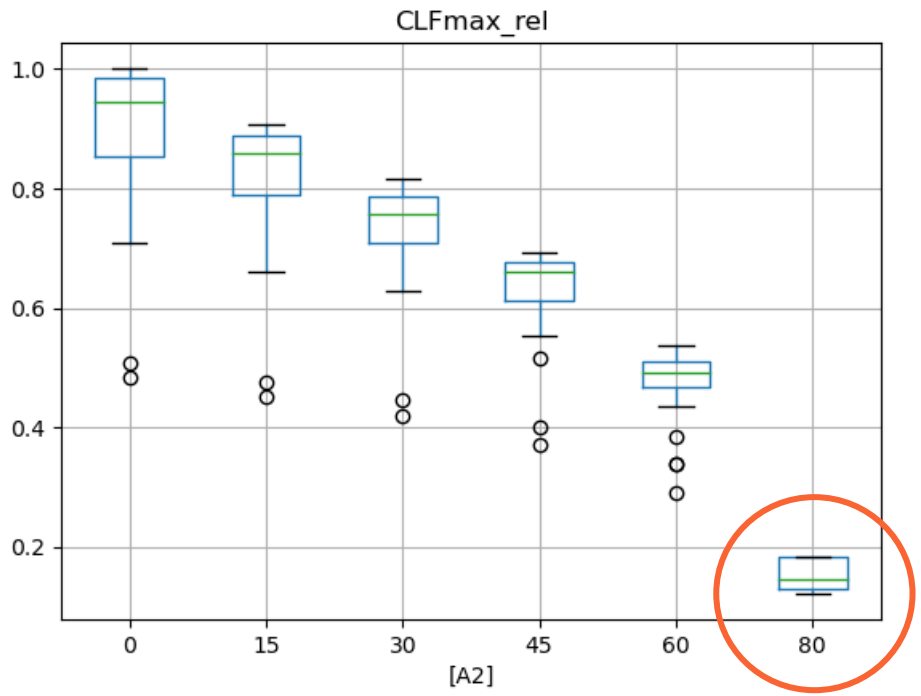
Beschaduwing verticale overstek: oriëntatie



Zuid



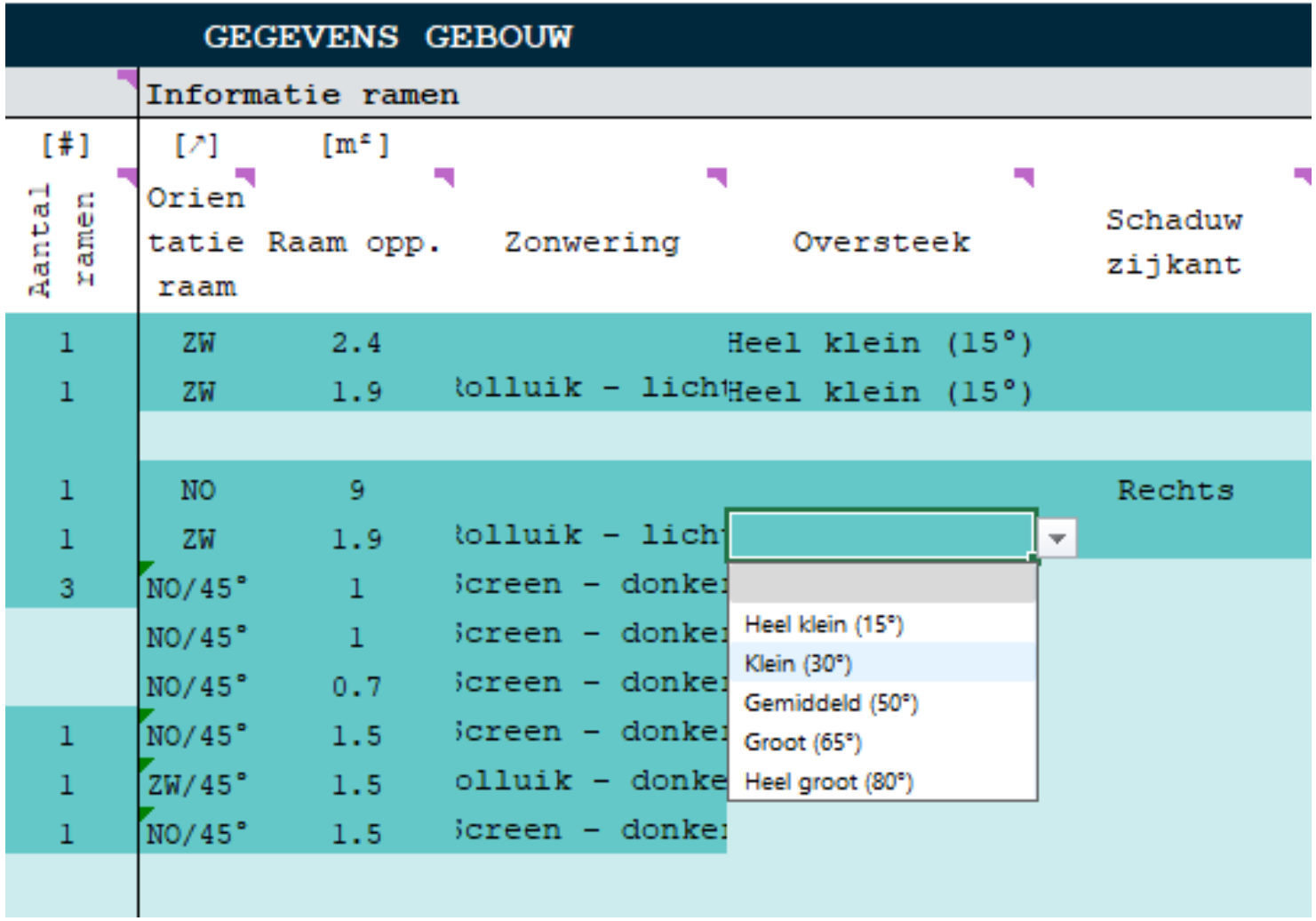
Oost en West



Groot effect van oversteek op zuiden:

- kleine oversteek kan al 20% minder zonnewinsten opleveren
- overstekhoek van 45° zorgt quasi voor volledige beschaduwing (bv. balkon)
- op andere oriëntaties is dit pas vanaf 75°

Beschaduwing verticale overstek in tool



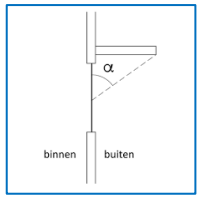
GEGEVENS GEBOUW

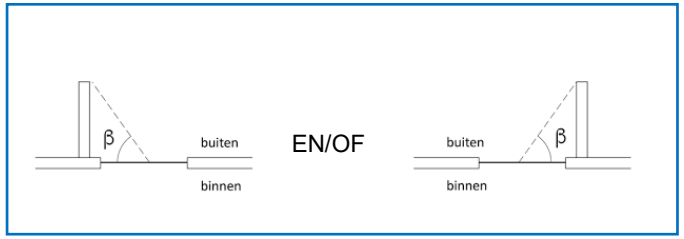
Informatie ramen

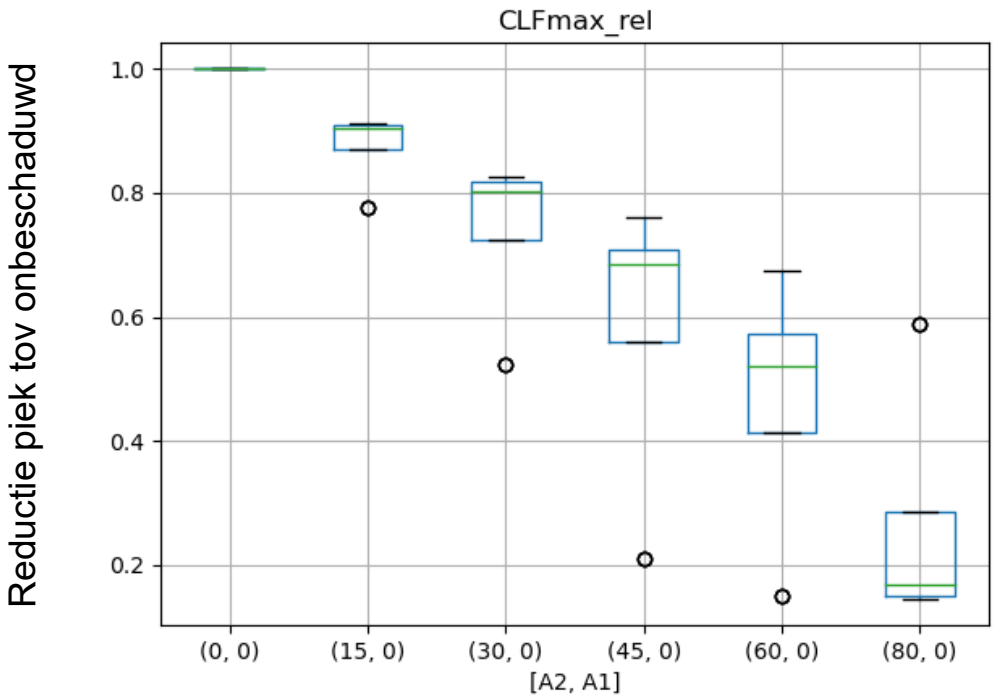
[#] Aantal ramen	[↗] Orientatie raam	[m²] Raam opp.	Zonwering	Oversteek	Schaduw zijkant
1	ZW	2.4		Heel klein (15°)	
1	ZW	1.9	olluik - licht	Heel klein (15°)	
1	NO	9			Rechts
1	ZW	1.9	olluik - licht		
3	NO/45°	1	creen - donker		
	NO/45°	1	creen - donker		
	NO/45°	0.7	creen - donker		
1	NO/45°	1.5	creen - donker		
1	ZW/45°	1.5	olluik - donker		
1	NO/45°	1.5	creen - donker		

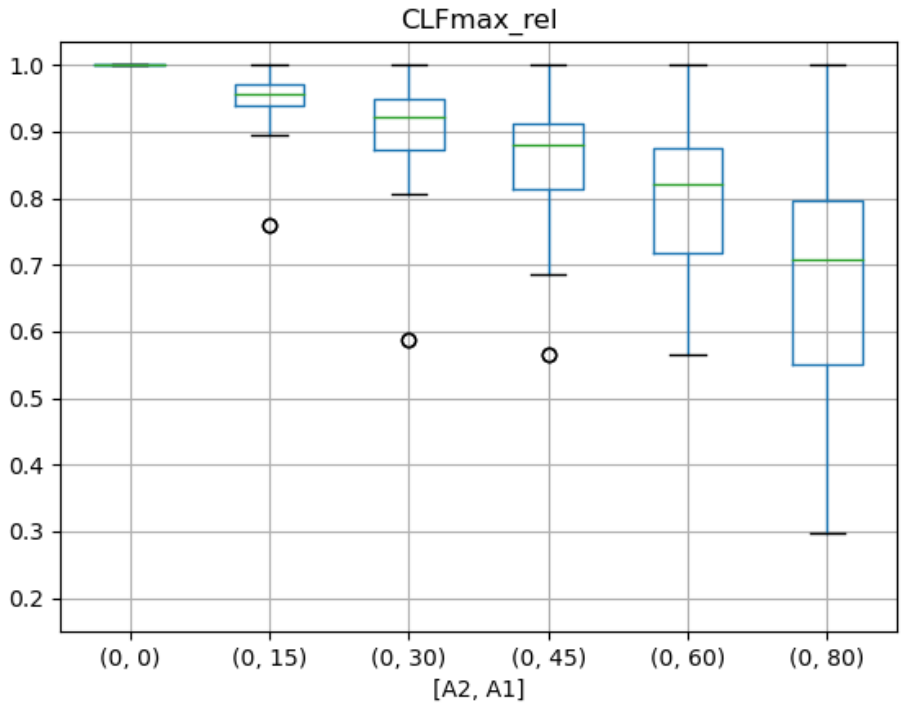
Heel klein (15°)
Klein (30°)
Gemiddeld (50°)
Groot (65°)
Heel groot (80°)

Beschaduwing: overstek verticaal vs. zijkanten



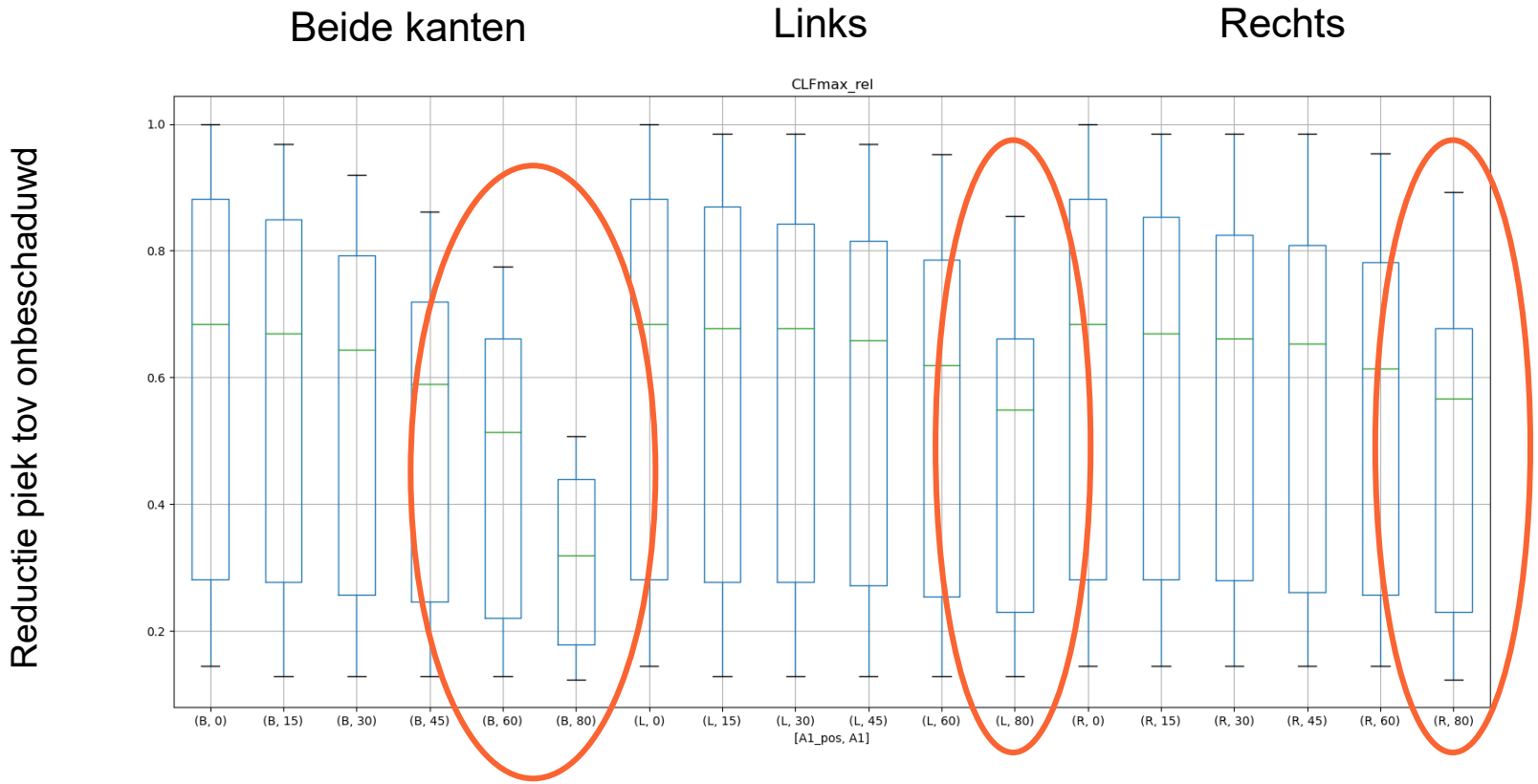


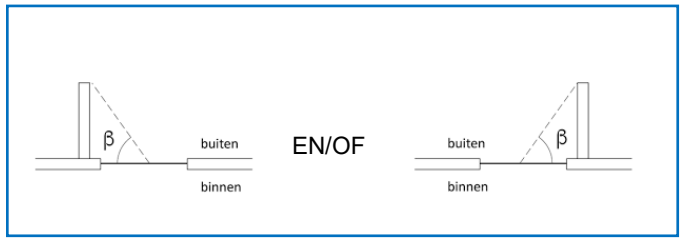




Verticale overstek heeft meer impact dan zijschaduw

Beschaduwing: openingshoeken zij-overstek



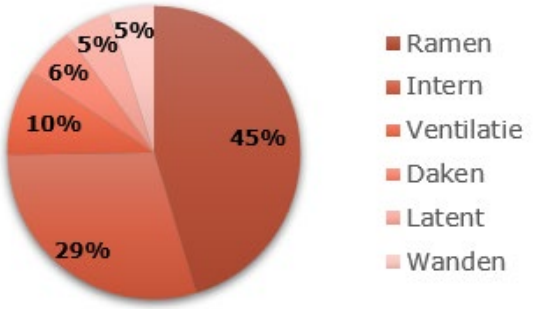


Pas groot effect vanaf openingshoeken van 60° => enkel beide (60°), links (80°) of rechts (80°) zijn weerhouden

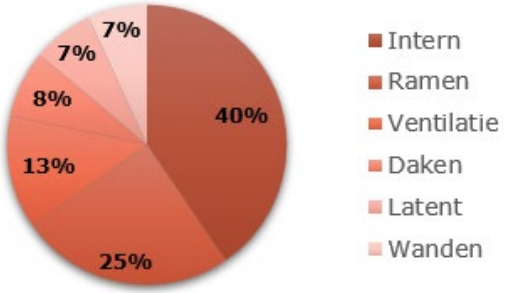
Dimensionering ⇒ Exceltool Koeling2.0

- Vergelijking quasi-statische methodes ⇒ Belgische ATIC-methode
- Welke input is haalbaar ?
- Welke input is belangrijk ? ⇒ sensitiviteitsstudies

1. Zonnewinsten !
   - Raamgrootte en oriëntatie
   - Zonwering in het vlak (type, kleur)
   - Beschaduwing en zonwering niet in vlak (overstek)
   - Beschaduwing van de zijkanten
2. Interne warmtewinsten



Zonder zonwering: 45% zonwinsten



Met zonwering: 25% zonwinsten,
47% interne warmtewinsten (incl. latent)

Dimensionering ⇒ Exceltool Koeling2.0

ALGEMENE GEGEVENS

KENMERKEN GEBOUW			
Gebouwmassa	Traditioneel + hout	Maand:	Juli
Gevelafwerking	Steen/beton - donker	imtetemperatuur [°C]:	24
Raamtype	Dubbele HR-beglazing (Ug:1,1/g:62%)		
Luchtdichtheid	Standaard (v50:4,5)		
Ventilatietype	C - Centrale vraagsturing (fred:0,85)		

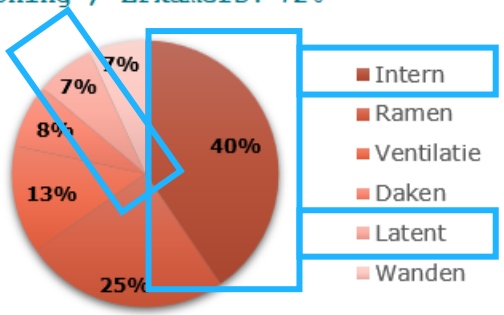
PARAMETERS GEBOUW			
Gemiddelde U-waarde	0.5	[W/m²K]	
Tot. verliesoppervla	227	[m²]	Invulvelden
Beschermd volume	468	[m³]	Leeg laten
Opp. gelijkvloers*	71.5	[m²]	Noodzakelijk veld

*Enkel indien vloer mee opgenomen in de totale verliesoppervlakte

ALGEMENE RESULTATEN

Potentieel groot aandeel interne warmtewinsten

Maximale koellast: 3.1 kW
Gemiddelde koellast: 2.2 kW
Pwoning / ΣPkamers: 72%



GEGEVENS GEBOUW

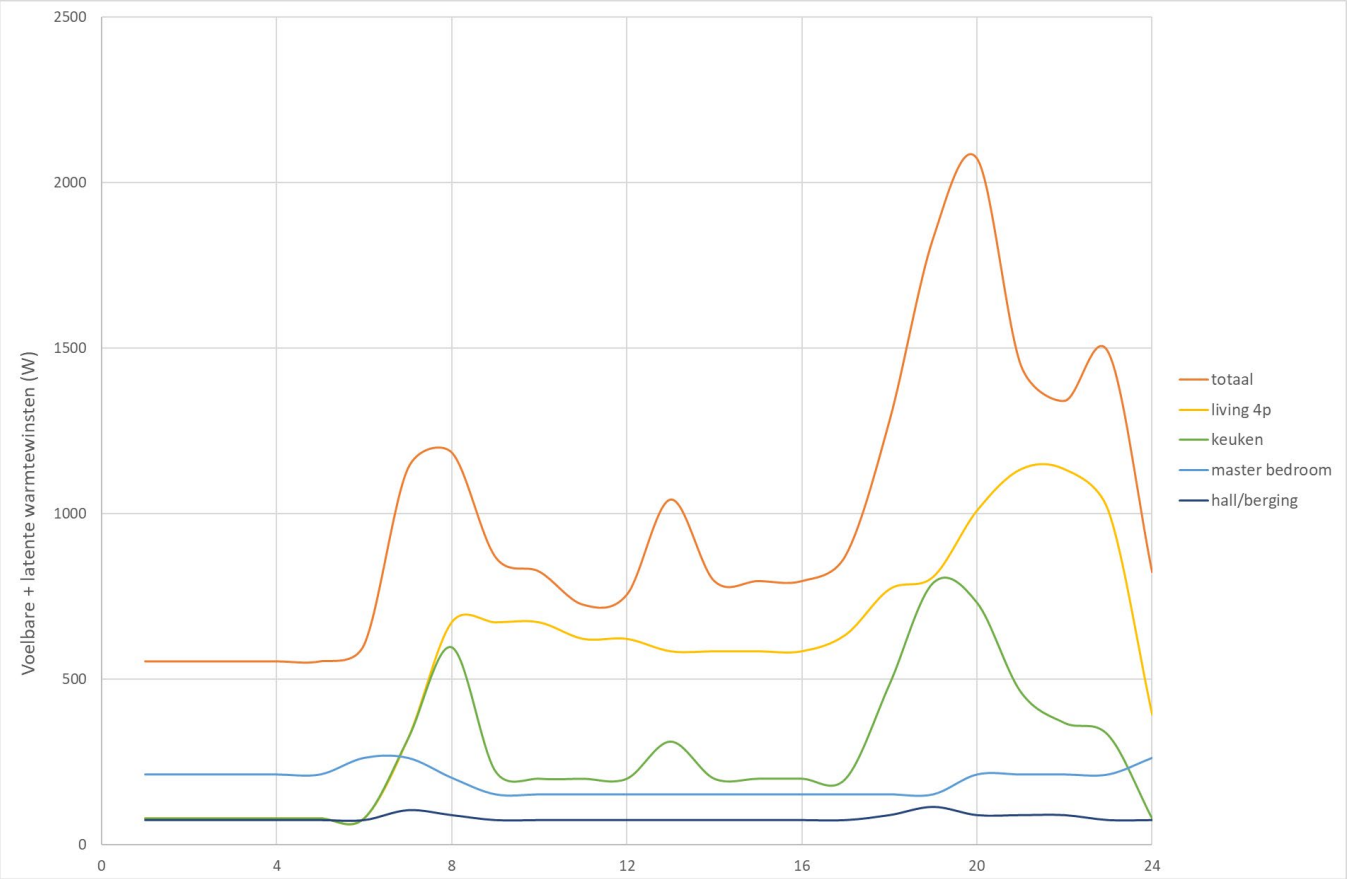
Ingave ruimten							Informatie ramen									
		[m²]		[↗]	[%]	[#]	[↗]	[m²]				[W]	[W]	[W/m²]	[W/m²]	
Ruimtetype	Referentienaam (optie)	Opp.	Vorm	Richting	Daktype & kleur	Aantal ramen	Oriëntatie raam	Raam opp.	Zonwering	Oversteek	Schaduw zijkant	Maximale koellast	Gemiddelde koellast	Max. koellast /vloeropp.	Gem. koellast /vloeropp.	Kleurcode
Inkom	GV_inkom	5	–	ZW		1	ZW	2.4		Heel klein (15°)		596	232	119	46	
Bureau	GV_bureau	11	–	ZW		1	ZW	1.9	olluik - licht	Heel klein (15°)		386	174	35	16	
Leefruimte 2p	GV_living	20										761	376	38	19	
Keuken	GV_keuken	30	–	NO	Licht&donker	1	NO	9			Rechts	704	404	23	13	
Slpk 2p	1V_slaapkamer	15	–	ZW		1	ZW	1.9	olluik - licht			323	201	22	13	
Nachthal	1V_halvide	18	–	NO	Hellend&donker	3	NO/45°	1	creen - donker			434	213	24	12	
							NO/45°	1	creen - donker							
							NO/45°	0.7	creen - donker							
Badkamer	1V_badkamer	12	–	NO	Hellend&donker	1	NO/45°	1.5	creen - donker			438	231	36	19	
Slpk 1p	2V_slaapkamer	12	–	ZW	Hellend&donker	1	ZW/45°	1.5	olluik - donke			277	155	23	13	
Bureau	2V_speelkamer	10.5	–	NO	Hellend&donker	1	NO/45°	1.5	creen - donker			374	200	36	19	

Profielen interne warmtewinsten

- Warmtewinstprofielen opgesteld voor verschillende zonetypes:
  - Leefruimte (2personen en 4personen)
  - Keuken
  - Badkamer
  - Slaapkamer (2personen en 1persoon)
  - Bureau/speelkamer/multi-functionele ruimte
  - Wasplaats
  - Gang/inkom/berging/garage/…
  - Toilet/kelder/zolder

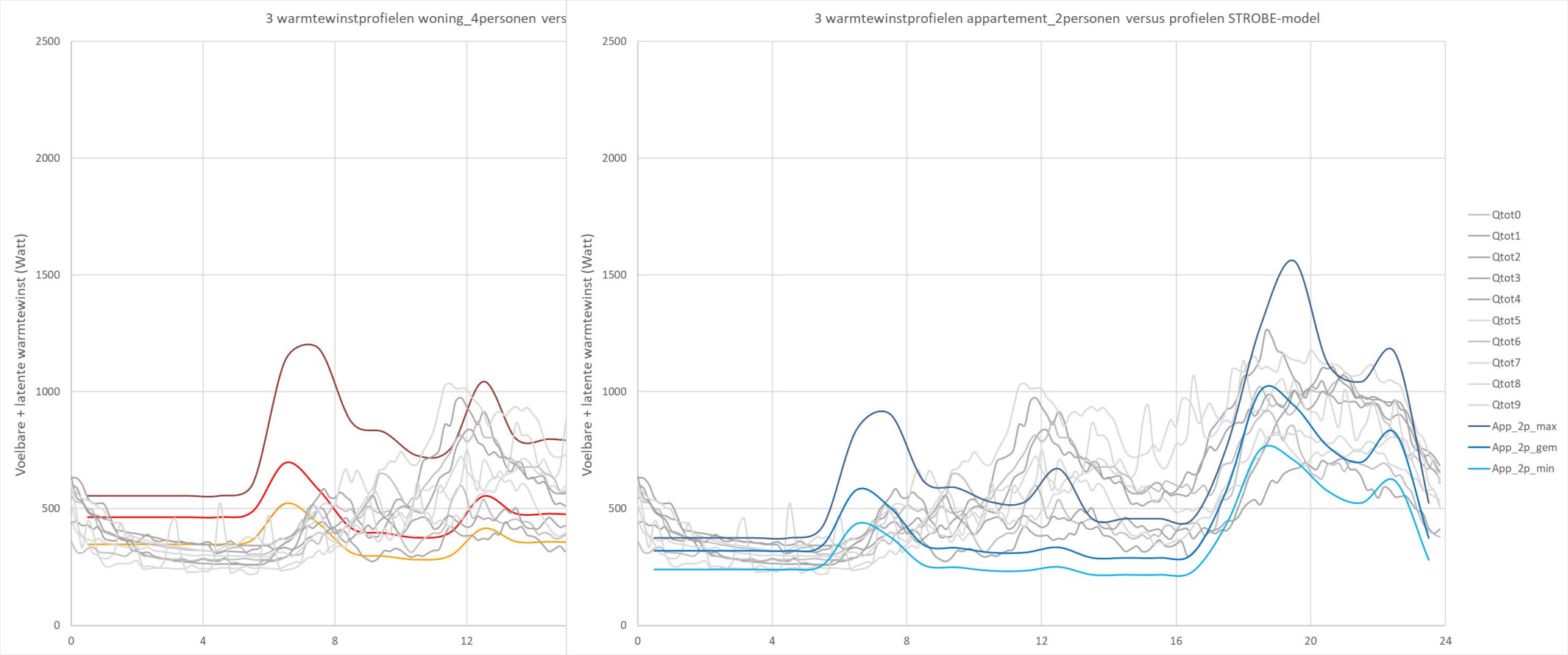
Profielen interne warmtewinsten

- Warmtewinstprofielen opgesteld voor verschillende zonetypes:



Profielen interne warmtewinsten

- Warmtewinstprofielen opgesteld voor verschillende zonetypes
- Warmtewinstprofielen opgesteld voor verschillende dimensioneringsniveaus:



Profielen interne warmtewinsten

- Profielen opgesteld voor verschillende zonetypes
- Profielen opgesteld voor verschillende dimensioneringsniveaus:
  - Dimensionering afgifte-element zone per zone (maximale bezetting): warmtewinsten totale woning = 1.5* EPB-waarde
  - Dimensionering koudebron (of distributie) per wooneenheid: warmtewinsten totale woning = 1* EPB-waarde
  - Dimensionering koudebron voor collectief system: warmtewinsten totale woning = 0.75* EPB-waarde

Gelijktijdigheid

Dimensionering ⇒ Tool Koeling 2.0

ALGEMENE GEGEVENS

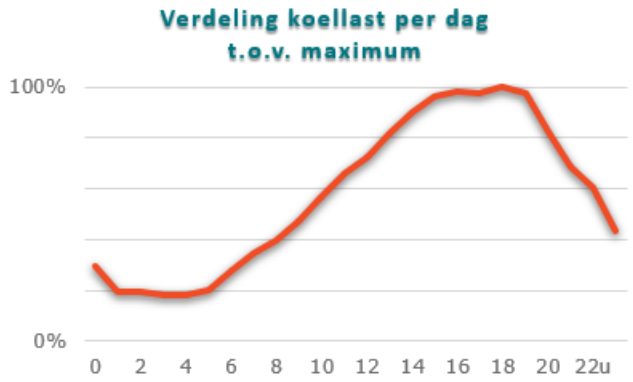
KENMERKEN GEBOUW			
Gebouwmassa	Traditioneel + hout	Maand:	Juli
Gevelafwerking	Steen/beton - donker	imtetemperatuur [°C]:	24
Raamtype	Dubbele HR-beglazing (Ug:1,1/g:62%)		
Luchtdichtheid	Standaard (v50:4,5)		
Ventilatietype	C - Centrale vraagsturing (fred:0,85)		

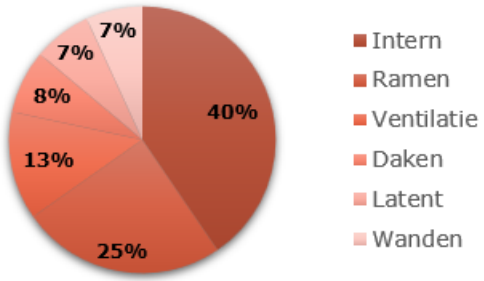
PARAMETERS GEBOUW			
Gemiddelde U-waarde	0.5	[W/m²K]	
Tot. verliesoppervla	227	[m²]	Invulvelden
Beschermd volume	468	[m³]	Leeg laten
Opp. gelijkvloers*	71.5	[m²]	Noodzakelijk veld

*Enkel indien vloer mee opgenomen in de totale verliesoppervlakte

ALGEMENE RESULTATEN

Maximale koellast: 3.1 kW
Gemiddelde koellast: 2.2 kW
Pwoning / ΣPkamers: 72%





GEGEVENS GEBOUW

Ingave ruimten							Informatie ramen									
		[m²]		[↗]	[%]	[#]	[↗]	[m²]				[W]	[W]	[W/m²]	[W/m²]	
Ruimtetype	Referentienaam (optie)	Opp.	Vorm	Richting	Daktype & kleur	Aantal ramen	Oriëntatie raam	Raam opp.	Zonwering	Oversteek	Schaduw zijkant	Maximale koellast	Gemiddelde koellast	Max. koellast /vloeropp.	Gem. koellast /vloeropp.	Kleurcode
Inkom	GV_inkom	5	–	ZW		1	ZW	2.4		Heel klein (15°)		596	232	119	46	
Bureau	GV_bureau	11	–	ZW		1	ZW	1.9	olluik - licht	Heel klein (15°)		386	174	35	16	
Leefruimte 2p	GV_living	20										761	376	38	19	
Keuken	GV_keuken	30	–	NO	Licht&donker	1	NO	9			Rechts	704	404	23	13	
Slpk 2p	1V_slaapkamer	15	–	ZW		1	ZW	1.9	olluik - licht			323	201	22	13	
Nachthal	1V_halvide	18	–	NO	Hellend&donker	3	NO/45°	1	creen - donker			434	213	24	12	
							NO/45°	1	creen - donker							
							NO/45°	0.7	creen - donker							
Badkamer	1V_badkamer	12	–	NO	Hellend&donker	1	NO/45°	1.5	creen - donker			438	231	36	19	
Slpk 1p	2V_slaapkamer	12	–	ZW	Hellend&donker	1	ZW/45°	1.5	olluik - donke			277	155	23	13	
Bureau	2V_speelkamer	10.5	–	NO	Hellend&donker	1	NO/45°	1.5	creen - donker			374	200	36	19	
Totaal:		133.5				10		22.4				4294	2186	32	16	

© 2023 Thomas More
Deze berekeningen zijn louter indicatief. Alle rechten voorbehouden.
Bij gebruik van deze resultaten, gelieve steeds te vewijzen naar Thomas More.

Gebaseerd op berekeningsmethode van: Atic for HVAC professionals

Met de steun* van: AGENTSCHAP INNOVEREN & ONDERNEMEN Vlaanderen is ondernemen
*Tetra project 'Koeling 2.0'

Dimensionering ⇒ Tool Koeling 2.0

ALGEMENE GEGEVENS

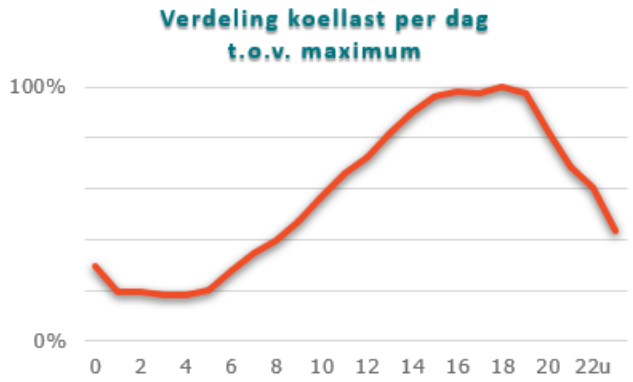
KENMERKEN GEBOUW			
Gebouwmassa	Traditioneel + hout	Maand:	Juli
Gevelafwerking	Steen/beton - donker	imtetemperatuur [°C]:	24
Raamtype	Dubbele HR-beglazing (Ug:1,1/g:62%)		
Luchtdichtheid	Standaard (v50:4,5)		
Ventilatietype	C - Centrale vraagsturing (fred:0,85)		

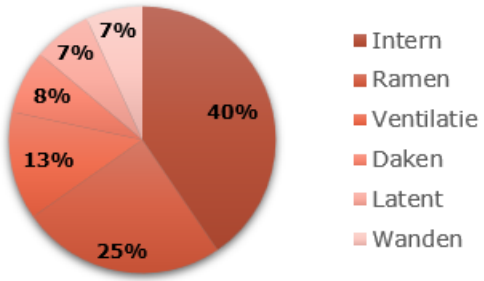
PARAMETERS GEBOUW			
Gemiddelde U-waarde	0.5	[W/m²K]	
Tot. verliesoppervla	227	[m²]	Invulvelden
Beschermd volume	468	[m³]	Leeg laten
Opp. gelijkvloers*	71.5	[m²]	Noodzakelijk veld

*Enkel indien vloer mee opgenomen in de totale verliesoppervlakte

ALGEMENE RESULTATEN

Maximale koellast: 3.1 kW
Gemiddelde koellast: 2.2 kW
Pwoning / ΣPkamers: 72%





GEGEVENS GEBOUW

Ingave ruimten							Informatie ramen								
		[m²]		[↗]	[%]	[#]	[↗]	[m²]				[W]	[W]	[W/m²]	[W/m²]
Ruimtetype	Referentienaam (optie)	Opp.	Vorm	Richting	Daktype & kleur	Aantal ramen	Oriëntatie raam	Raam opp.	Zonwering	Oversteek	Schaduw zijkant	Maximale koellast	Gemiddelde koellast	Max. koellast /vloeropp.	Gem. koellast /vloeropp.	Kleurcode
Inkom	GV_inkom	5	–	ZW		1	ZW	2.4		Heel klein (15°)		596	232	119	46	
Bureau	GV_bureau	11	–	ZW		1	ZW	1.9	olluik - licht	Heel klein (15°)		386	174	35	16	
Leefruimte 2p	GV_living	20										761	376	38	19	
Keuken	GV_keuken	30	–	NO	Licht&donker	1	NO	9			Rechts	704	404	23	13	
Slpk 2p	1V_slaapkamer	15	–	ZW		1	ZW	1.9	olluik - licht			323	201	22	13	
Nachthal	1V_halvide	18	–	NO	Hellend&donker	3	NO/45°	1	creen - donker			434	213	24	12	
							NO/45°	1	creen - donker							
							NO/45°	0.7	creen - donker							
Badkamer	1V_badkamer	12	–	NO	Hellend&donker	1	NO/45°	1.5	creen - donker			438	231	36	19	
Slpk 1p	2V_slaapkamer	12	–	ZW	Hellend&donker	1	ZW/45°	1.5	olluik - donke			277	155	23	13	
Bureau	2V_speelkamer	10.5	–	NO	Hellend&donker	1	NO/45°	1.5	creen - donker			374	200	36	19	
Totaal:		133.5				10		22.4				4294	2186	32	16	

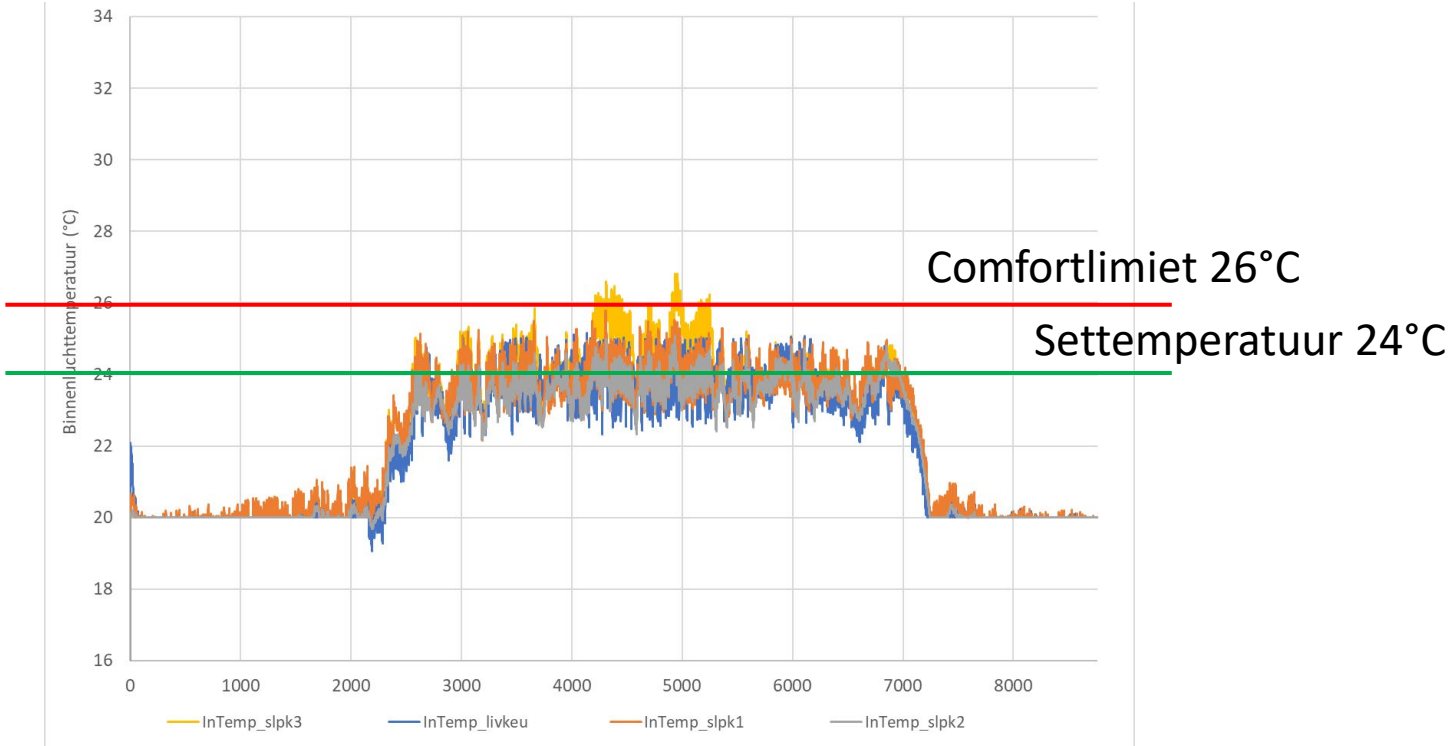
© 2023 Thomas More
Deze berekeningen zijn louter indicatief. Alle rechten voorbehouden.
Bij gebruik van deze resultaten, gelieve steeds te vewijzen naar Thomas More.

Gebaseerd op berekeningsmethode van: Atic for HVAC professionals

Met de steun* van: AGENTSCHAP INNOVEREN & ONDERNEMEN Vlaanderen is ondernemen
*Tetra project 'Koeling 2.0'

Invloed afgiftesysteem ?

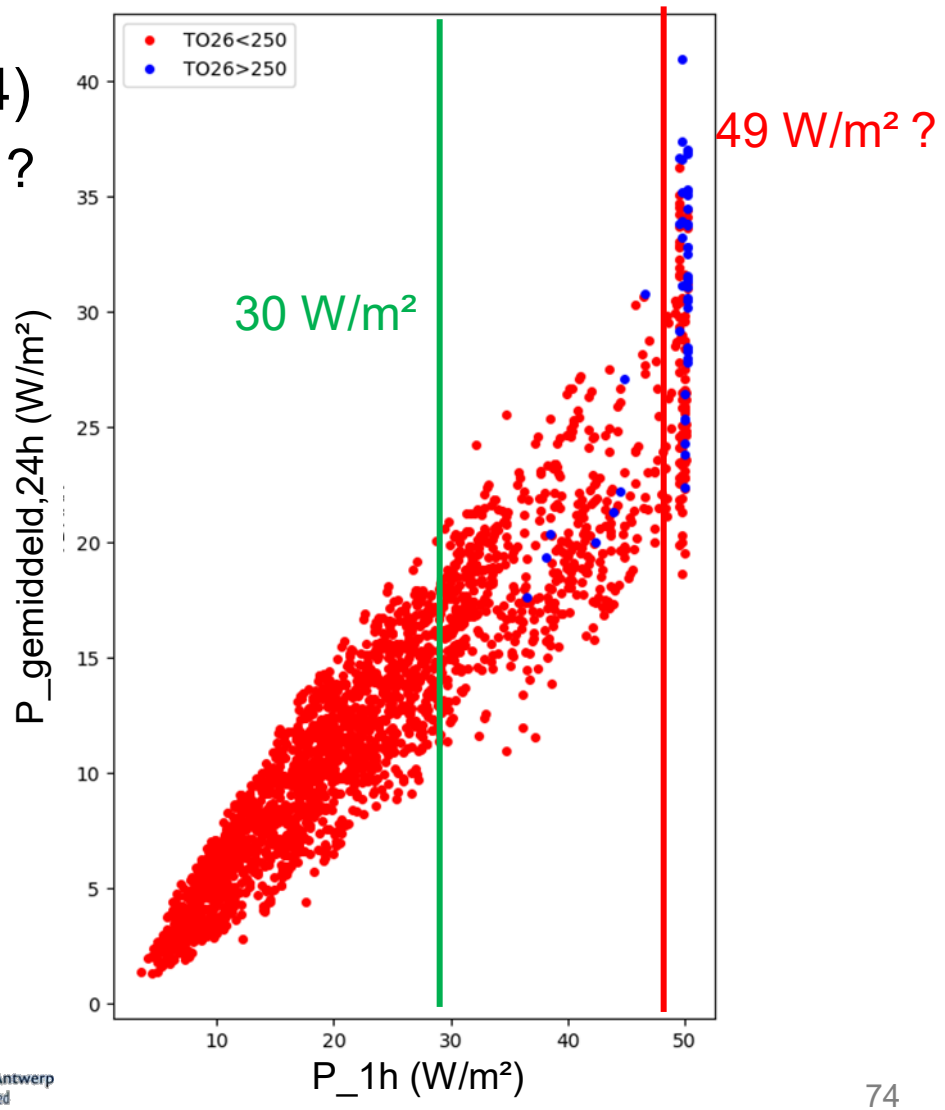
- Mogelijke extra inertie bv. vloerverwarming
- Door andere regeling kan je extra buffer creëren tot de comfortgrens van 26°C



Invloed afgiftesysteem: dyn. simulaties

- Zware vloerverwarming met P=30W/m² (bij 16/18/24)
  - Wanneer waarschijnlijk GEEN comfort (TO26 > 250h) ?

P_max < 49W/m² ?



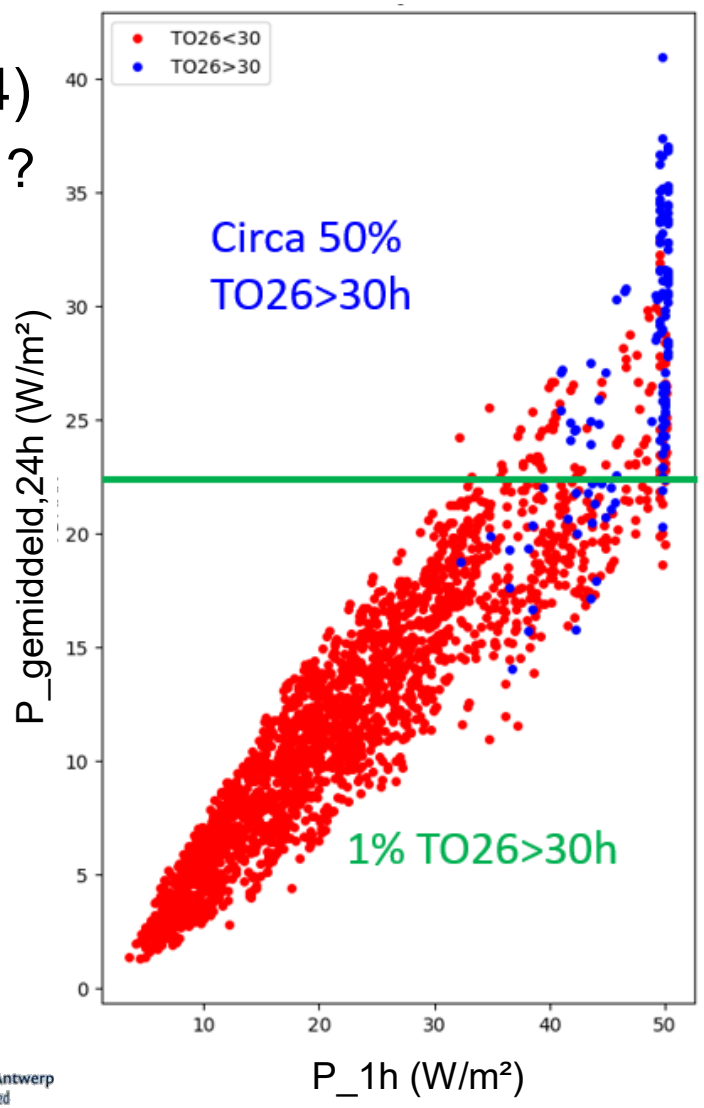
Invloed afgiftesysteem: dyn. simulaties

- Zware vloerverwarming met P=30W/m² (bij 16/18/24)
  - Wanneer waarschijnlijk GEEN comfort (TO26 > 250h) ?

P_gemiddeld,24h > 31 W/m²

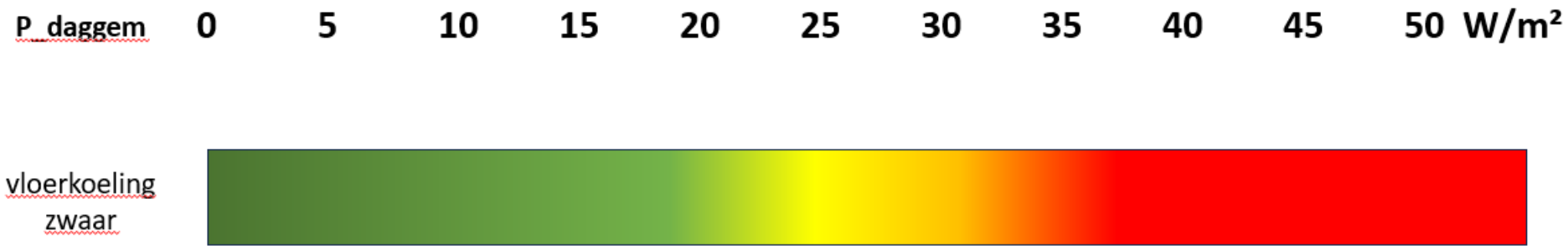
  - Wanneer quasi zeker WEL comfort (TO26 < 30h) ?

P_gemiddeld,24h < 22 W/m²



Prestatie systeem ifv daggem. vermogens

- Kleurcode voor hulp selectie afgiftesystemen ifv berekende **<u>daggemiddelde</u>** vermogen

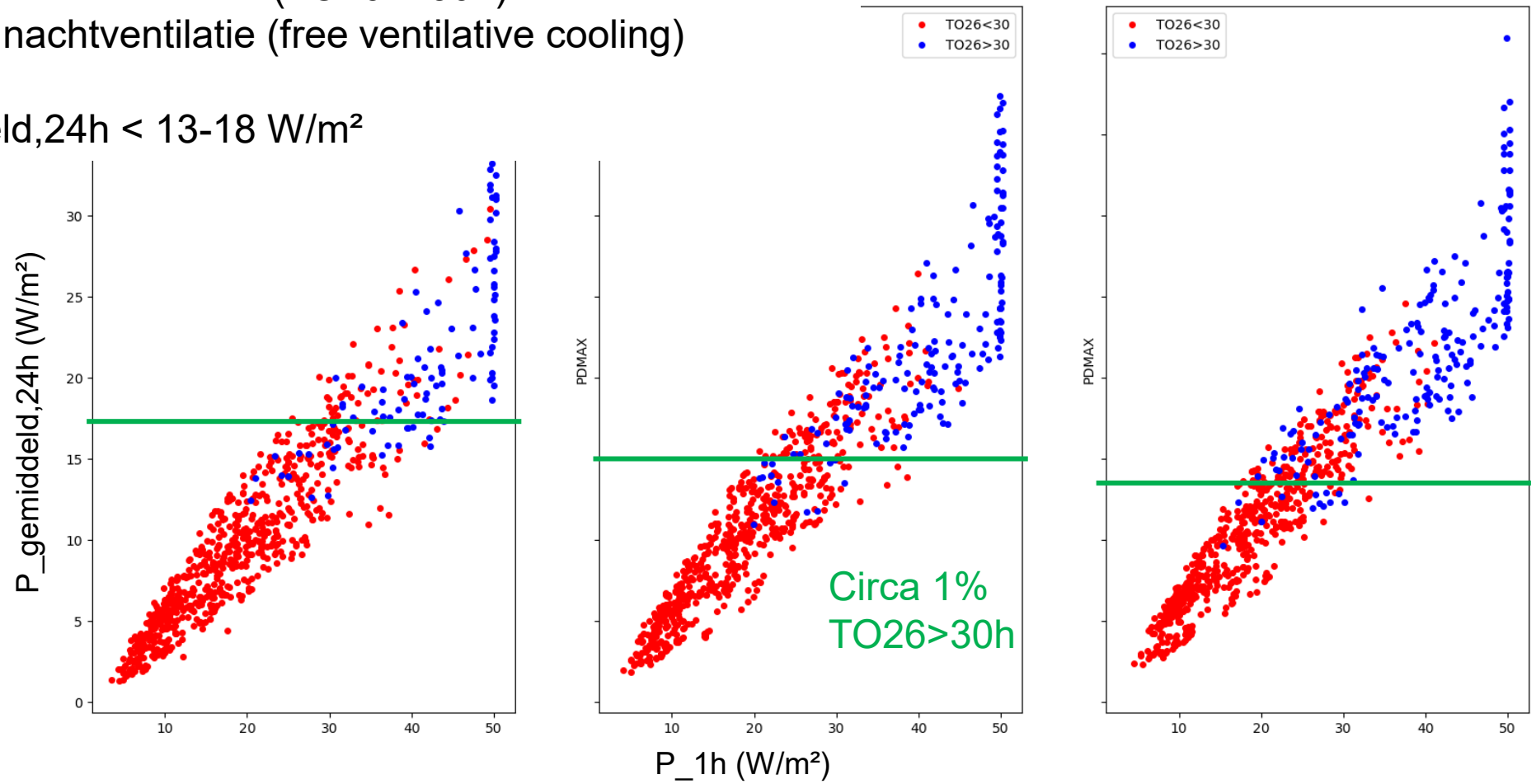


Invloed afgiftesysteem: dyn. simulaties

- Ventiloconvectoren met P=15W/m² (bij 16/18/24)
  - Wanneer WEL comfort (TO26 < 30h) ?
  - Invloed nachtventilatie (free ventilative cooling)

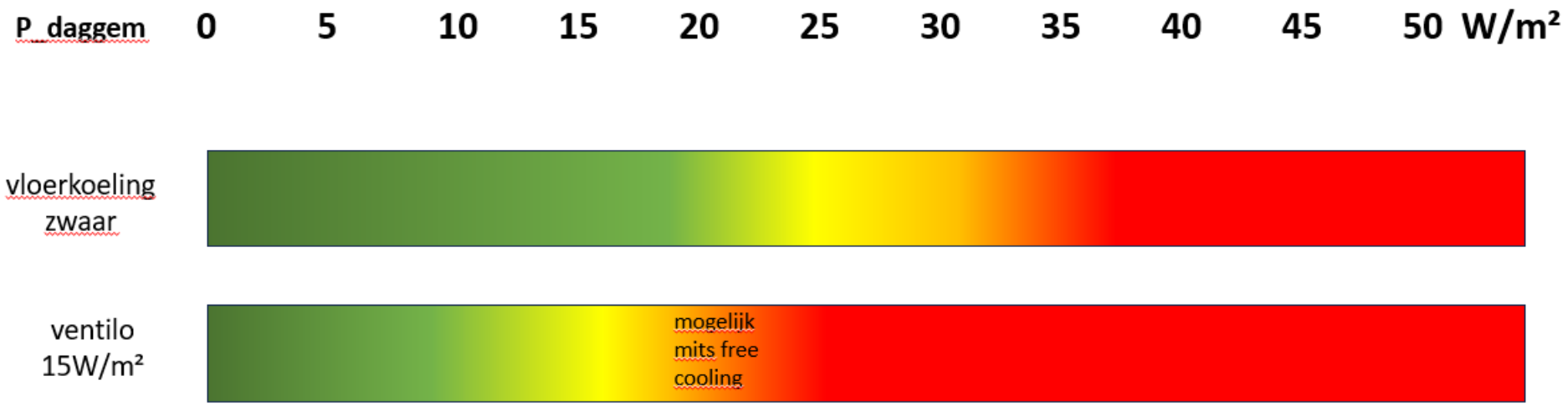
geen nachtventilatie

P_gemiddeld,24h < 13-18 W/m²



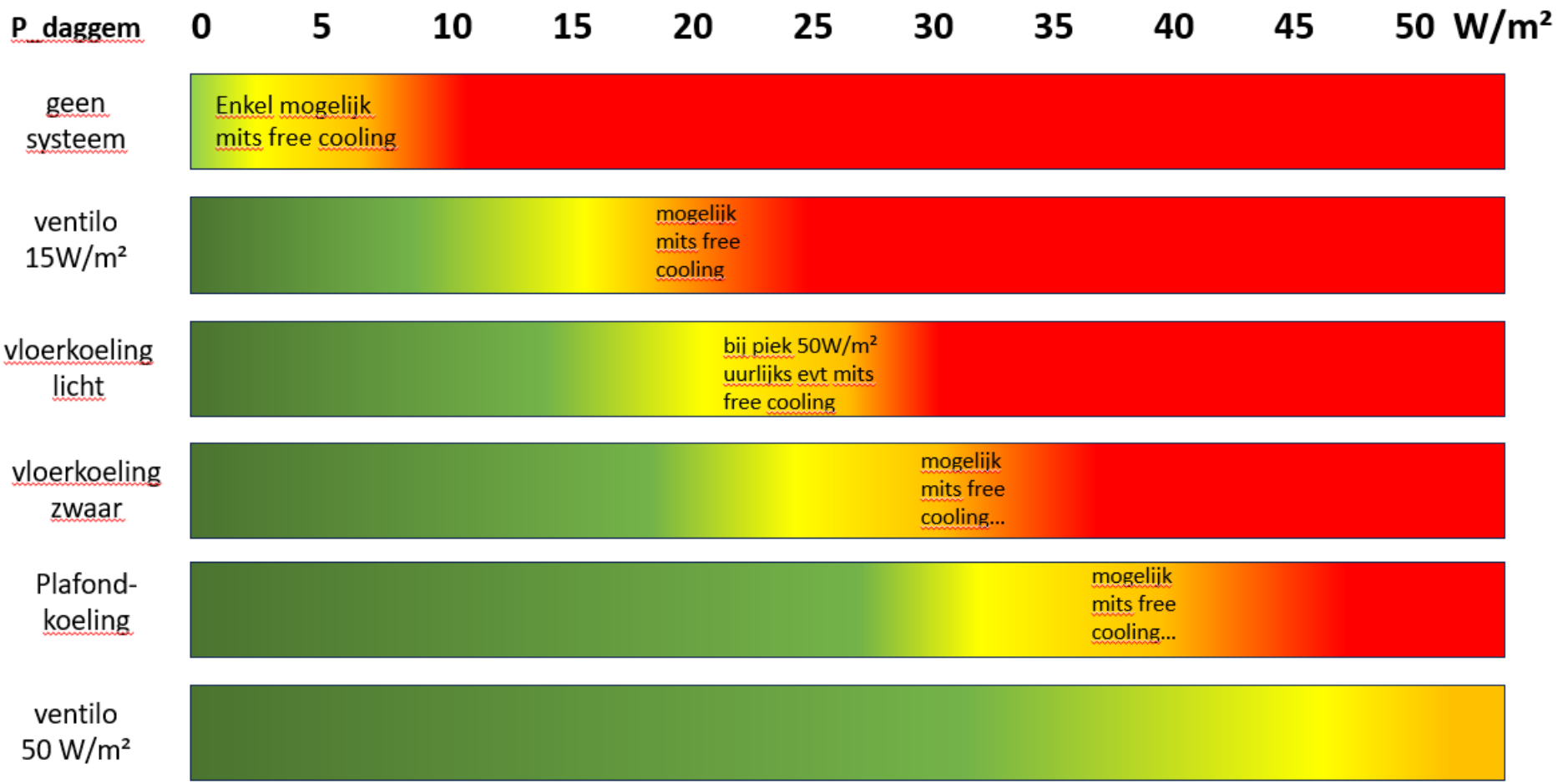
Prestatie systeem ifv daggem. vermogens

- Kleurcode voor hulp selectie afgiftesystemen ifv berekende **daggemiddelde** vermogen



Prestatie systeem ifv daggem. vermogens

- Kleurcode voor hulp selectie afgiftesystemen ifv berekende **<u>daggemiddelde</u>** vermogen



Koelbehoefte: conclusies

- Wat is de koelbehoefte die ik mag verwachten in mijn woning (gebouw) ?
- Welke afgiftesystemen gaan volstaan om zomercomfort te blijven garanderen ?
- Nieuwe dimensioneringsmethodiek
  - Reductie van het aantal inputs via defaultwaarden en formules
  - Focus op zonnewinsten en interne warmtewinsten
    - Zonwering heeft enorme impact !
    - Inclusief beschaduwing in functie van oriëntatie
    - Inclusief interne warmtewinstprofielen in functie van kamertype en dimensioneringsdoel
  - Selectie afgiftesystemen eerder op daggemiddelde koellast i.p.v. piekvermogen
    - Meerekenen inertie systeem en deadband tussen instelwaarde binnentemp. en comfortgrens

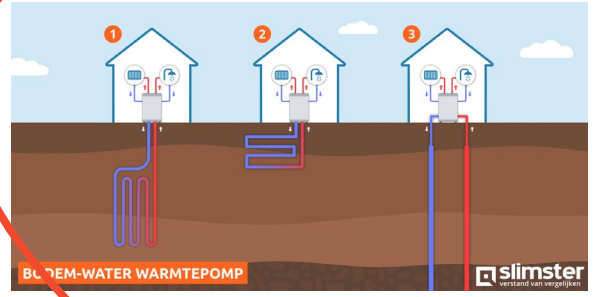
Aandachtspunten bij hydronische koeling

Bert De Schutter, Thomas More

koelmethodes

passief

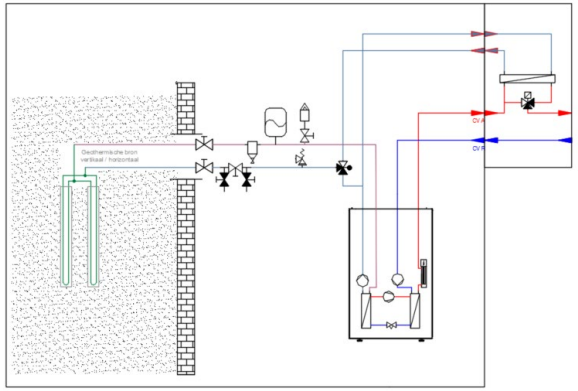
vrij

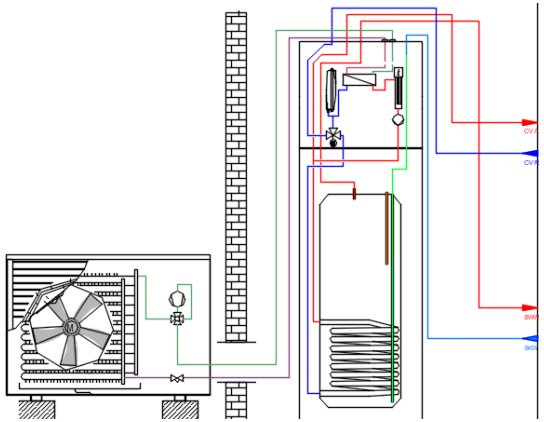


actief

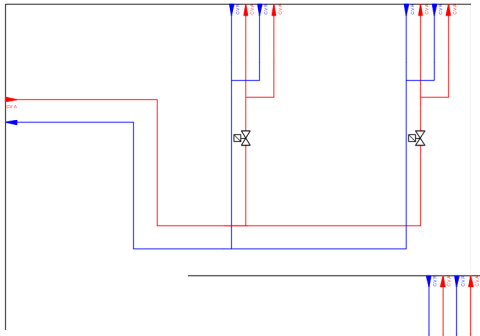
Onderdelen hydronische koeling

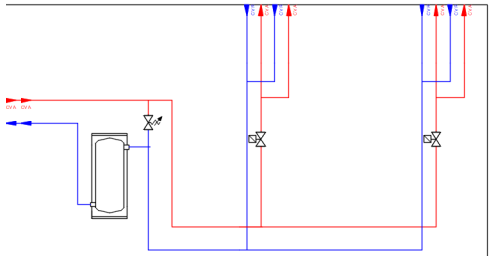
Opwekking

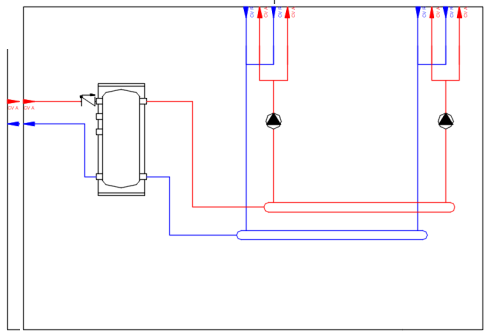




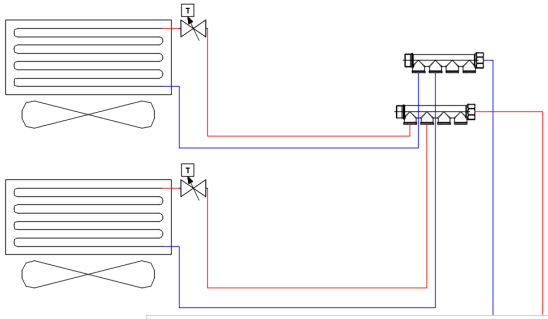
distributie/ zone regeling

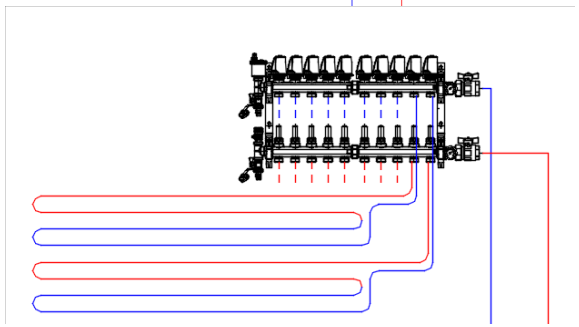


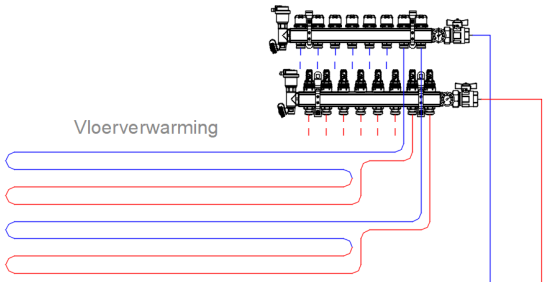




afgifte

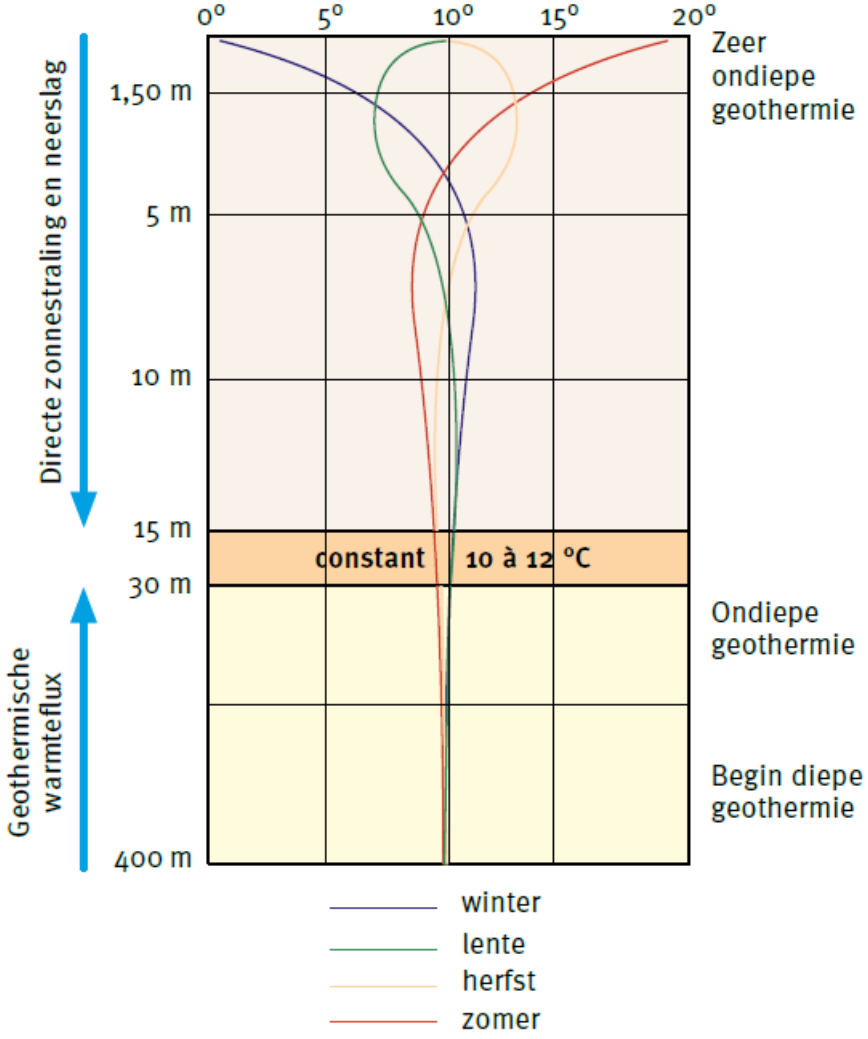






Koude opwekking via geothermie

- Ontwerp parameters
  - Vermogen
  - Energie
- Bepalen boorlengte
  - Computer software (EED)
  - Aangevuld met meetgegevens (TRT)
  - vuistregels



Vuistregels geothermische koeling

- Energie: $\frac{jaarlijkse\ koudevraag}{jaarlijkse\ warmtevraag} < 0{,}3 \text{ à } 0{,}4$

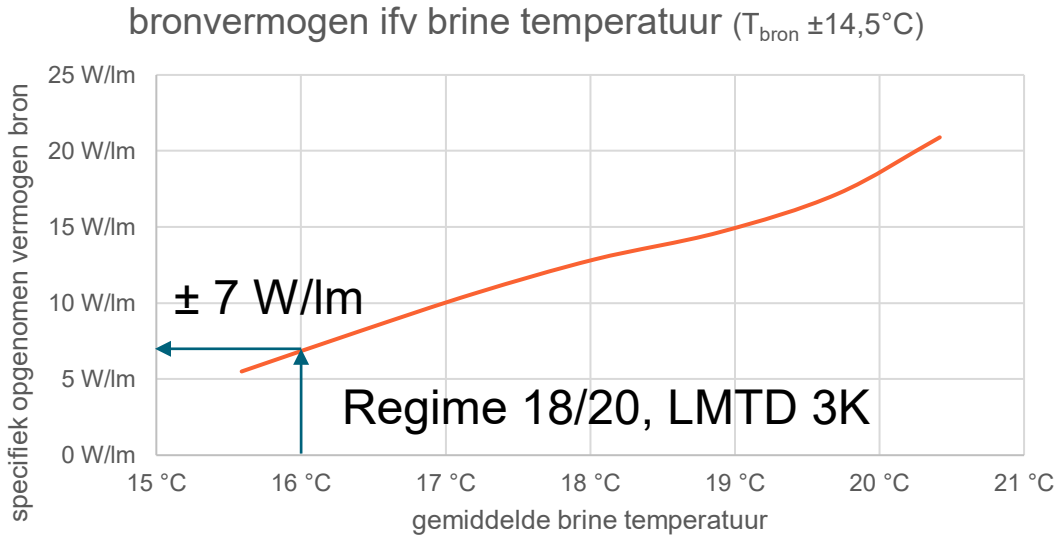
45%

Rekenvoorbeeld	verwarmen	koelen
vermogen	10 kW	**4,5 kW à 7 kW**
Typische vollasturen	2000 h/j	1000 à 1500 h/j
Jaarlijkse energie	20 000 kWh	7000 kWh

35%

- Vermogen:
  - Verwarmen: ± 40 W/lm

- Vrije koeling is goed te combineren met afgifte via vloer, maar bij hogere afgifte vermogens kan bronvermogen beperkende factor worden.



Koude opwekking via omkeerbare L/W

- Bronvermogen eerder te groot da

Hartafstand T [m]		0,10		0,15	
Verbruik L [m/m²]		10,00		6,67	
Gem. Water-tempera-tuur	Ruimte-tempera-tuur	1. max. warmte-afgifte q 2. gemiddelde oppervlaktetemperatuur			
ϑ_m [°C]	ϑ_i [°C]	q [W/m²]	$\vartheta_{F,m}$ [°C]	q [W/m²]	$\vartheta_{F,m}$ [°C]
27,5	15	80,4	22,4	69,3	21,4
	18	61,1	23,7	52,6	23,0
	20	48,2	24,6	41,6	24,1
	22	35,4	25,5	30,5	25,1
	24	22,5	26,3	19,4	26,0
30	15	96,4	23,7	83,1	22,6
	18	77,2	25,1	66,5	24,2
	20	64,3	26,0	55,4	25,3
	22	51,4	26,9	44,3	26,3
	24	38,6	27,8	33,2	27,3
35	15	128,6	26,3	110,8	24,9
	18	109,3	27,8	94,2	26,5
	20	96,4	28,7	83,1	27,6
	22	83,6	29,6	72,0	28,7
	24	70,7	30,6	61,0	29,7

Uponor Tacker

Warmte-afgiftetabel volgens DIN EN 1264

Oppervlaktetemperaturen
Verblijfzone: $\vartheta_{F,max}$ = 29 °C
Badruimtes: $\vartheta_{F,max}$ = 33 °C
Randzone: $\vartheta_{F,max}$ = 35 °C

Warmtegeleidingsweerstand
$R_{\lambda B}$ = 0,00 (m² x K)/W
(bijv. keramiek)

Hartafstand T [m]		0,10		0,15		0,20		0,25		0,30	
Verbruik L [m/m²]		10,00		6,67		5,00		4,00		3,33	
Gem. Water-tempera-tuur	Ruimte-tempera-tuur	1. max. warmte-afgifte q 2. gemiddelde oppervlaktetemperatuur									
ϑ_m [°C]	ϑ_i [°C]	q [W/m²]	$\vartheta_{F,m}$ [°C]	q [W/m²]	$\vartheta_{F,m}$ [°C]	q [W/m²]	$\vartheta_{F,m}$ [°C]	q [W/m²]	$\vartheta_{F,m}$ [°C]	q [W/m²]	
27,5	15	80,4	22,4	69,3	21,4	60,0	20,7	52,0	20,0	45,2	
	18	61,1	23,7	52,6	23,0	45,6	22,4	39,5	21,9	34,4	
	20	48,2	24,6	41,6	24,1	36,0	23,6	31,2	23,1	27,1	
	22	35,4	25,5	30,5	25,1	26,4	24,7	22,9	24,4	19,9	
	24	22,5	26,3	19,4	26,0	16,8	25,8	14,6	25,6	12,7	
30	15	96,4	23,7	83,1	22,6	72,0	21,7	62,4	20,9	54,3	
	18	77,2	25,1	66,5	24,2	57,6	23,4	49,9	22,8	43,4	
	20	64,3	26,0	55,4	25,3	48,0	24,6	41,6	24,1	36,2	
	22	51,4	26,9	44,3	26,3	38,4	25,8	33,3	25,3	28,9	
	24	38,6	27,8	33,2	27,3	28,8	26,9	25,0	26,5	21,7	
35	15	128,6	26,3	110,8	24,9	96,0	23,7	83,2	22,6	72,4	
	18	109,3	27,8	94,2	26,5	81,6	25,5	70,7	24,6	61,5	
	20	96,4	28,7	83,1	27,6	72,0	26,7	62,4	25,9	54,3	
	22	83,6	29,6	72,0	28,7	62,4	27,9	54,1	27,1	47,0	
	24	70,7	30,6	61,0	29,7	52,8	29,0	45,8	28,4	39,8	

Hartafstand T [m]		0,10		0,15	
Verbruik L [m/m²]		10,00		6,67	
Gem. Water-tempera-tuur	Ruimte-tempera-tuur	q_K: max. koelvermogen $\vartheta_{F,m}$: gemiddelde oppervlaktetemperatu			
ϑ_m [°C]	ϑ_i [°C]	q_K [W/m²]	$\vartheta_{F,m}$ [°C]	q_K [W/m²]	$\vartheta_{F,m}$ [°C]
18	22	17,9	19,3	15,9	19,5
	23	22,3	19,6	19,9	19,9
	24	26,8	19,9	23,9	20,3
	25	31,3	20,2	27,9	20,7
	26	35,7	20,5	31,9	21,1
19	22	13,4	19,9	12,0	20,2
	23	17,9	20,3	15,9	20,5
	24	22,3	20,6	19,9	20,9
	25	26,8	20,9	23,9	21,3
	26	31,3	21,2	27,9	21,7

Uponor Tacker

Koelvermogentabel volgens DIN EN 1264

Oppervlaktetemperaturen
Verblijfzone en randzone:
$\vartheta_{F,max}$ = 20 °C

Warmtegeleidingsweerstand
$R_{\lambda B}$ = 0,00 (m² x K)/W
(bijv. keramiek)

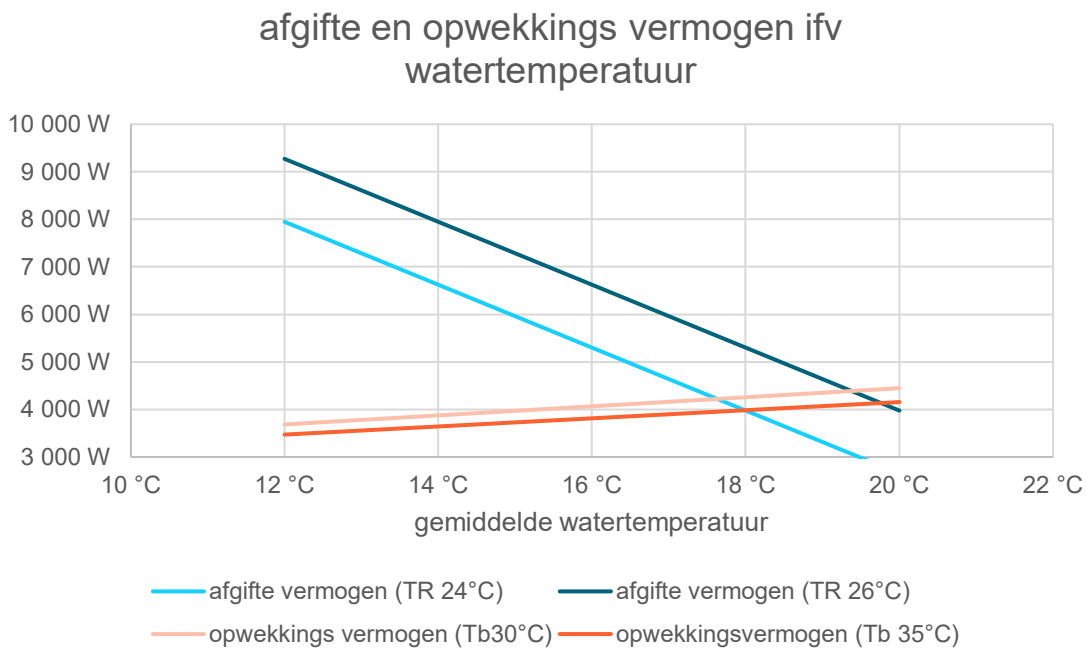
Hartafstand T [m]		0,10		0,15		0,20		0,25	
Verbruik L [m/m²]		10,00		6,67		5,00		4,00	
Gem. Water-tempera-tuur	Ruimte-tempera-tuur	q_K: max. koelvermogen $\vartheta_{F,m}$: gemiddelde oppervlaktetemperatuur							
ϑ_m [°C]	ϑ_i [°C]	q_K [W/m²]	$\vartheta_{F,m}$ [°C]	q_K [W/m²]	$\vartheta_{F,m}$ [°C]	q_K [W/m²]	$\vartheta_{F,m}$ [°C]	q_K [W/m²]	$\vartheta_{F,m}$ [°C]
18	22	17,9	19,3	15,9	19,5	14,2	19,8	12,7	20,0
	23	22,3	19,6	19,9	19,9	17,8	20,3	15,9	20,6
	24	26,8	19,9	23,9	20,3	21,4	20,7	19,1	21,1
	25	31,3	20,2	27,9	20,7	24,9	21,2	22,3	21,6
	26	35,7	20,5	31,9	21,1	28,5	21,6	25,4	22,1
19	22	13,4	19,9	12,0	20,2	10,7	20,4	9,5	20,5
	23	17,9	20,3	15,9	20,5	14,2	20,8	12,7	21,0
	24	22,3	20,6	19,9	20,9	17,8	21,3	15,9	21,6
	25	26,8	20,9	23,9	21,3	21,4	21,7	19,1	22,1
	26	31,3	21,2	27,9	21,7	24,9	22,2	22,3	22,6

	opwekking	Afgifte
Vermogen Verwarmen (-10/35)	11 kW	80W/m² => 137 m²
Vermogen koeling (30/18)	4,3 kW	22 W/m² * 137m² = 3 kW

THOMAS MORE Buildwise University of Antwerp Faculty of Applied Engineering

Koude opwekking via omkeerbare L/W

- Verhogen van het afgifte vermogen
  - Extra afgifte elementen/oppervlak
  - Koelen bij hogere ruimtetemperaturen
  - Koelen met lagere watertemperaturen
- Beperken opwekkingsvermogen
  - Koelen met lagere watertemperaturen
  - Koelen bij hogere buitentemperaturen
  - Onderdimensionering warmtepomp CV
- Buffer voorzien



Distributie

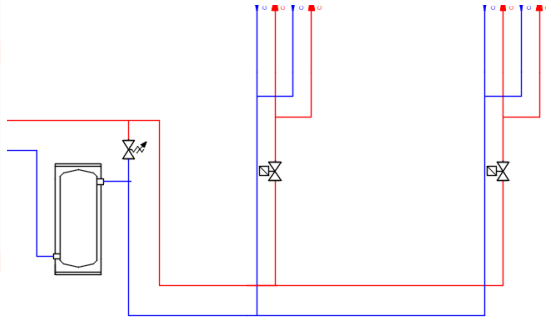
Buffervaten

$$V = \frac{P_{min} \times \frac{t}{60}}{0{,}00116 \times \Delta T}$$

Expertisecentrum Energie

THOMAS MORE

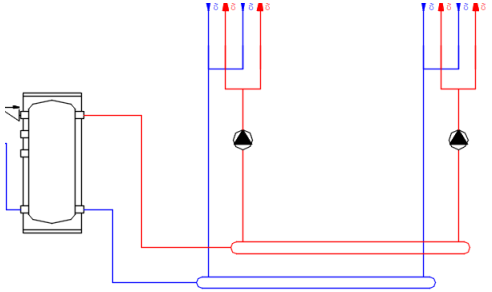
Berekening buffervolume voor minimale draaitijd van een warmtepomp			
Gegevens warmtepomp en gebouw			
Vermogen warmtepomp bij -7/35 °C	8	kW	
Type warmtepomp	Lucht-water met koeling, modulerend		
Minimum draaitijd warmtepomp	10	minuten	
Temperatuursverschil aanvoer/retour	5	°C	
Benodigd volume voor warmtepomp	**110**	**Liter**	
Gegevens afgiftesysteem	**Type**	**Vloeropp. [m²]**	**Automatische Afsluiter?**
Zone 1	Vloerverwarming HOH 10cm	100	Nee
Zone 2	Vloerverwarming HOH 15cm	80	Ja
Zone 3			Nee
Zone 4			Nee
Zone 5			Nee
Beschikbaar volume	157	Liter	
Benodigd buffervolume	**0**	**Liter**	



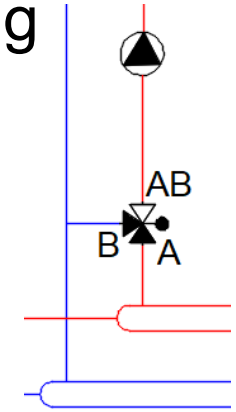
Expertisecentrum Energie

THOMAS MORE

Berekening buffervolume voor minimale draaitijd van een warmtepomp			
Gegevens warmtepomp en gebouw			
Vermogen warmtepomp bij -7/35 °C	8	kW	
Type warmtepomp	Lucht-water met koeling, modulerend		
Minimum draaitijd warmtepomp	10	minuten	
Temperatuursverschil aanvoer/retour	2	°C	
Benodigd volume voor warmtepomp	**290**	**Liter**	
Gegevens afgiftesysteem	**Type**	**Vloeropp. [m²]**	**Automatische Afsluiter?**
Zone 1	Vloerverwarming HOH 10cm	100	Nee
Zone 2	Vloerverwarming HOH 15cm	80	Ja
Zone 3			Nee
Zone 4			Nee
Zone 5			Nee
Beschikbaar volume	157	Liter	
Benodigd buffervolume	**130**	**Liter**	



Vermogen regeling

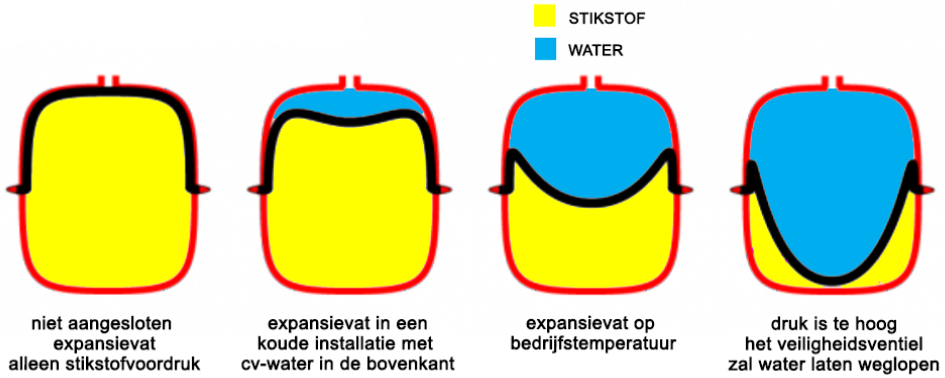


Reactie regelklep	Temperatuur	Doorlaat A->AB
verwarmen	verhogen	verhogen
koelen	verhogen	verkleinen

Distributie

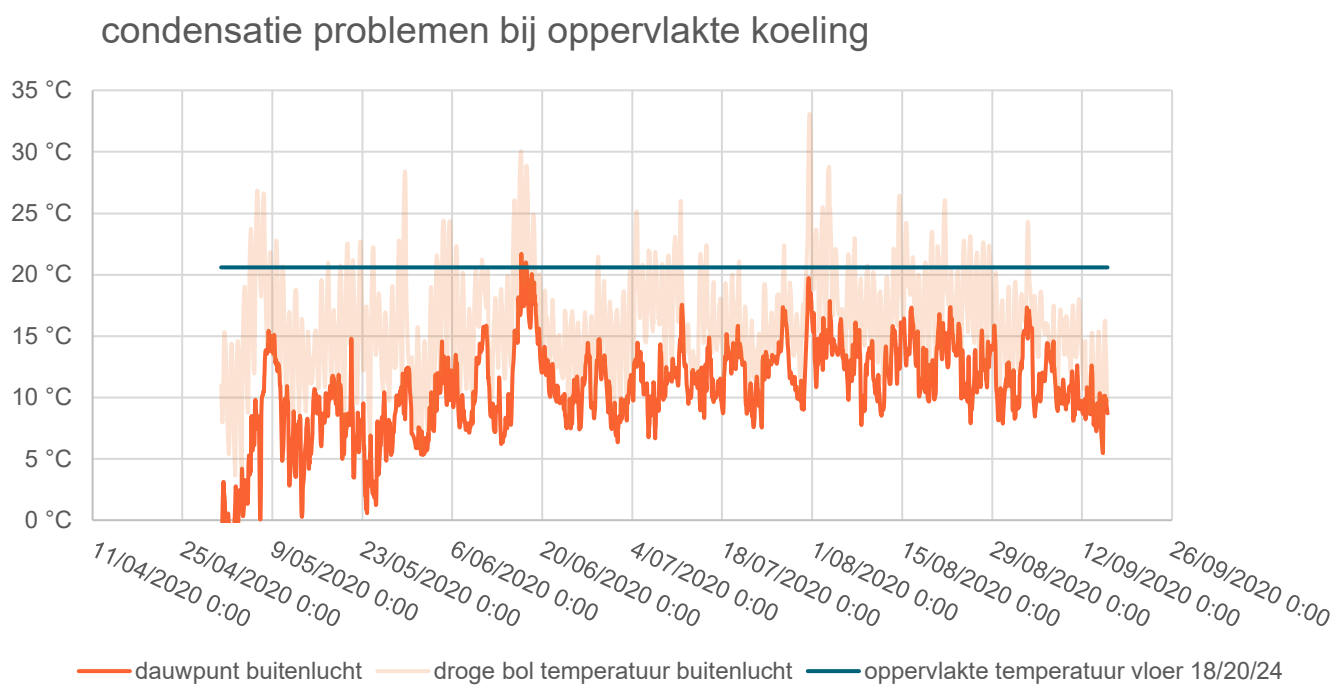
- Expansievaten
  - Voldoende reserve volume voorzien
    - Standaard P_{voor} + 0,2 bar
    - Vergroten bij condenserende koeling (T_{min} 5°C)

bepaling verschil vuldruk- voordruk (Bar)											
	installatie volume										
volume expansie vat	0,22	50 l	100 l	150 l	200 l	250 l	300 l	350 l	400 l	450 l	500 l
	12 l	0,16	0,34	0,55	0,79	1,07	1,40	1,80	2,29	2,91	3,72
	18 l	0,10	0,22	0,34	0,47	0,62	0,79	0,97	1,17	1,40	1,66
	25 l	0,07	0,15	0,24	0,32	0,42	0,52	0,63	0,75	0,87	1,01



Distributie

- Dauwpunt regeling



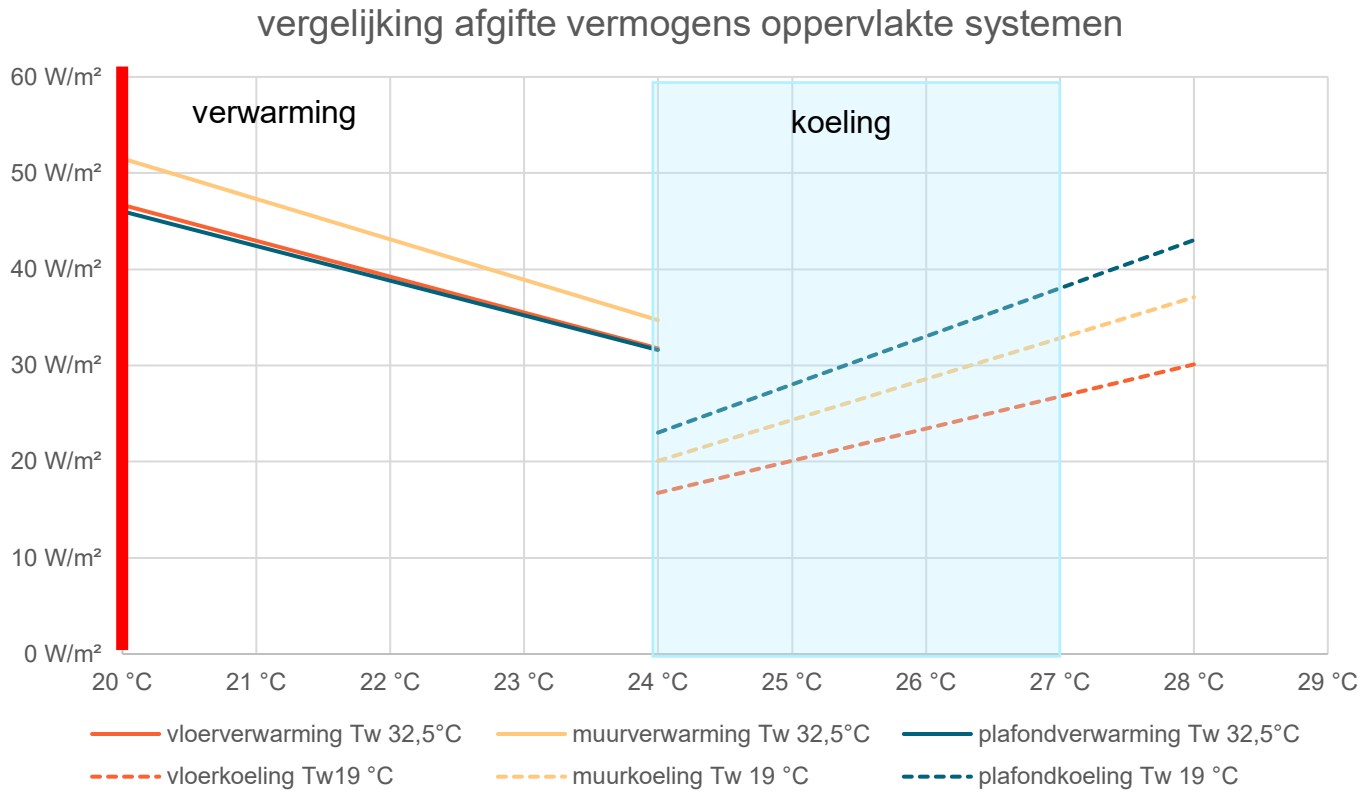
- Leiding diameters

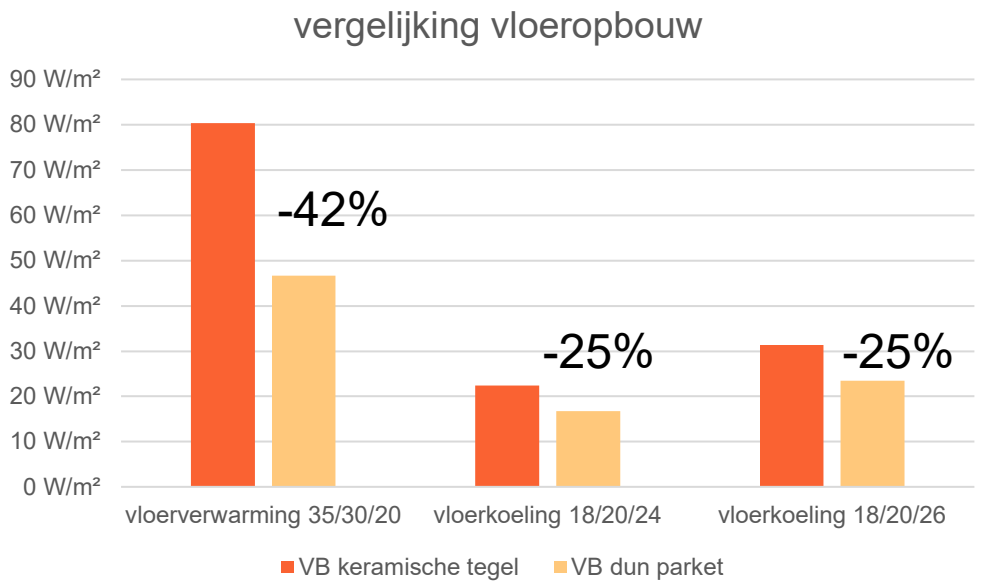
Bepaling leidingdiameter in functie van afgifte			
	vermogen	Temperatuur verschil	massadebiet
Verwarming	10 kW	5K	1724 kg/h
	30%		83%
Koeling	3,33 kW	2 K	1437 kg/h

Bepaling leidingdiameter in functie van opwekking			
	vermogen	Temperatuur verschil	massadebiet
Verwarming	11 kW	5K	1896 kg/h
			136 %
Koeling	9 kW	3 K	2586 kg/h

Afgiftesystemen

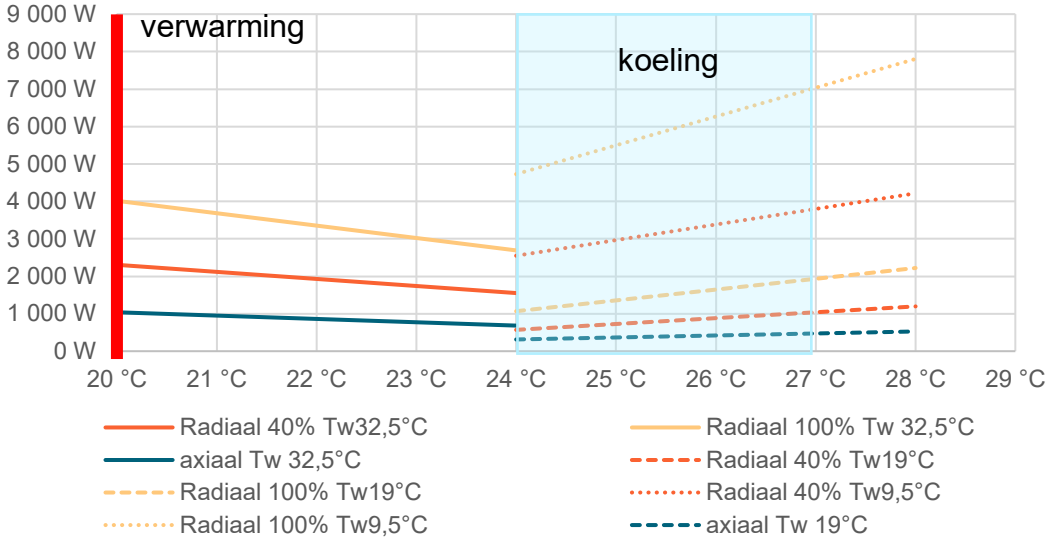
Oppervlaktesystemen

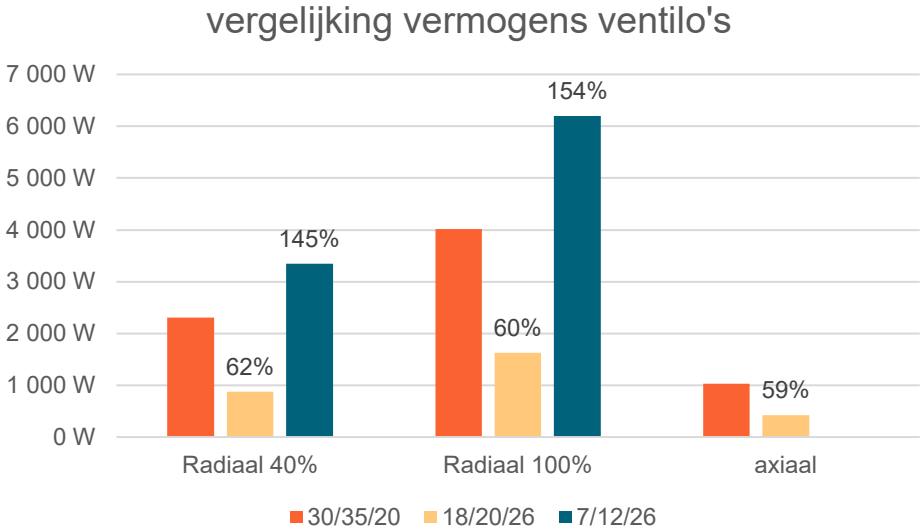




Ventilo-convectoren

afgifte vermogen ventilo convectoren





Afgifte systemen

	Klimaatvloer	Klimaatplafond	Klimaatwand	Ventiloconvector Niet-condenserend	Ventiloconvector Condenserend
Afgiftevermogen	15-25 W/m²	25-50 W/m²	25-60 W/m²	250-500 W	1000-2000 W [1]
Afgiftevermogen	40-80 W/m²	30-55 W/m²	30-70 W/m²	200-2000 W	200-2000 W
Comfort	♥♥♥	♥♥♡	♥♡♡	♥♥♡	♥♥♡
Renovatie	€€€	€€€	€€€	€€€	€€€
Nieuwbouw	€€€	€€€	€€€	€€€	€€€
Reactiesnelheid	▶▷▷	▶▶▷	▶▶▷	▶▶▶	▶▶▶
Geluid	🔈	🔈	🔈	🔊	🔊

1. Door het gebruik van lage aanvoertemperaturen (7/12°C) kunnen deze hoge afgiftevermogens bereikt worden. Het nadelig gevolg hiervan is dat de EER daalt.

Presentatie laatst opgeslagen: Zojuist

Praktische realisaties:
Het Laar

Michaël Verbiest, IFTech NV

IF TECH

Underground Thermal Energy Storage

Zorgeloze en betaalbare groene warmte en koude

Duurzaam koelen: Buurtontwikkeling het Laar te Geel

23.10.2023

Michaël Verbiest

IF TECH

PASSIEVE KOELING

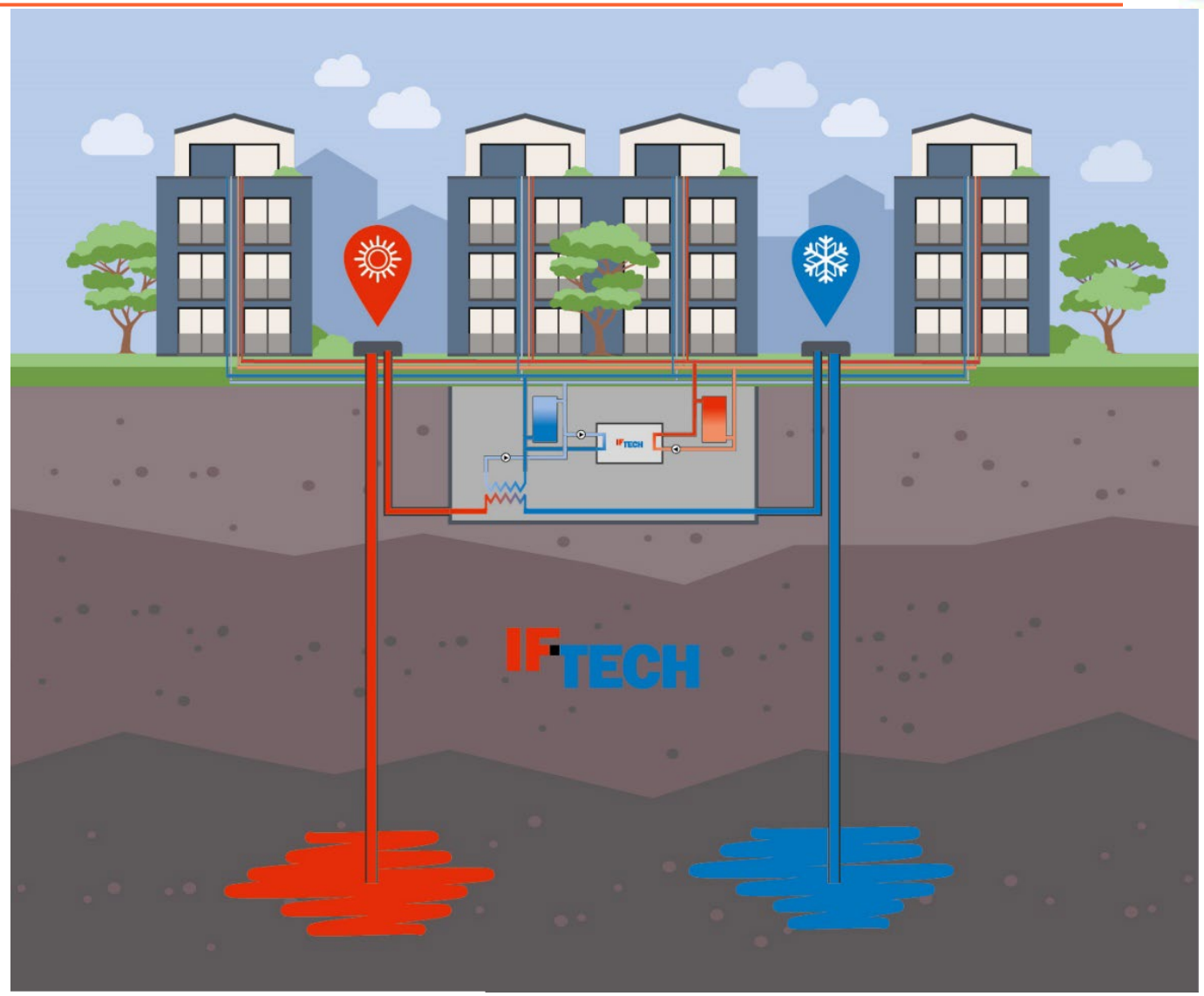
IF TECH

HET LAAR

IF TECH

REFERENTIES

De vierde energietransitie: Ondiepe geothermie



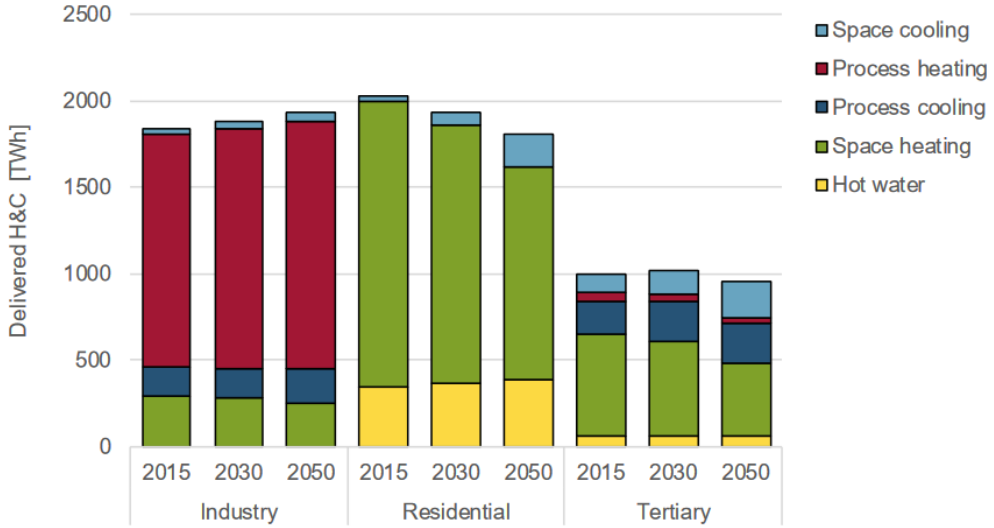
Free geocooling - comfortbeleving

GEEN AIRCO

Trager systeem (net zoals vloerverwarming)

Aangenamere koelbeleving

- Koeling doormiddel van de gebouwmassa (≠ typische beleving van “tocht”)
- Consument ervaart vloerkoeling als aangenaam (gelijkaardige comfortbeleving als bij vloerverwarming)



Source: HeatRoadMap.EU

VOORKOMT OVERVERHITTING

Toenemende kwaliteit van de gebouwschil beperkt warmtevraag van een gebouw, maar zorgt er ook voor dat het in warmere periodes moeilijker natuurlijk kan ventileren

- Klassiek wordt er vaak gezegd dat je met free cooling de temperatuur tot 5 °C lager kan brengen dan de buitentemperatuur
- In praktijk zien wij doorgaans nóg lagere temperaturen die realiseerbaar zijn, maar sterk afhankelijk van de luchtvochtigheid.

IF TECH

PASSIEVE KOELING

IF TECH

HET LAAR

IF TECH

REFERENTIES

IF TECH

Het Laar: Koude- en Warmte Opslag (KWO)

KWO-BRONNEN

Twee bronputten met een diepte van 90 m-MV

VOORDELEN ONDIEPE GEOTHERMIE

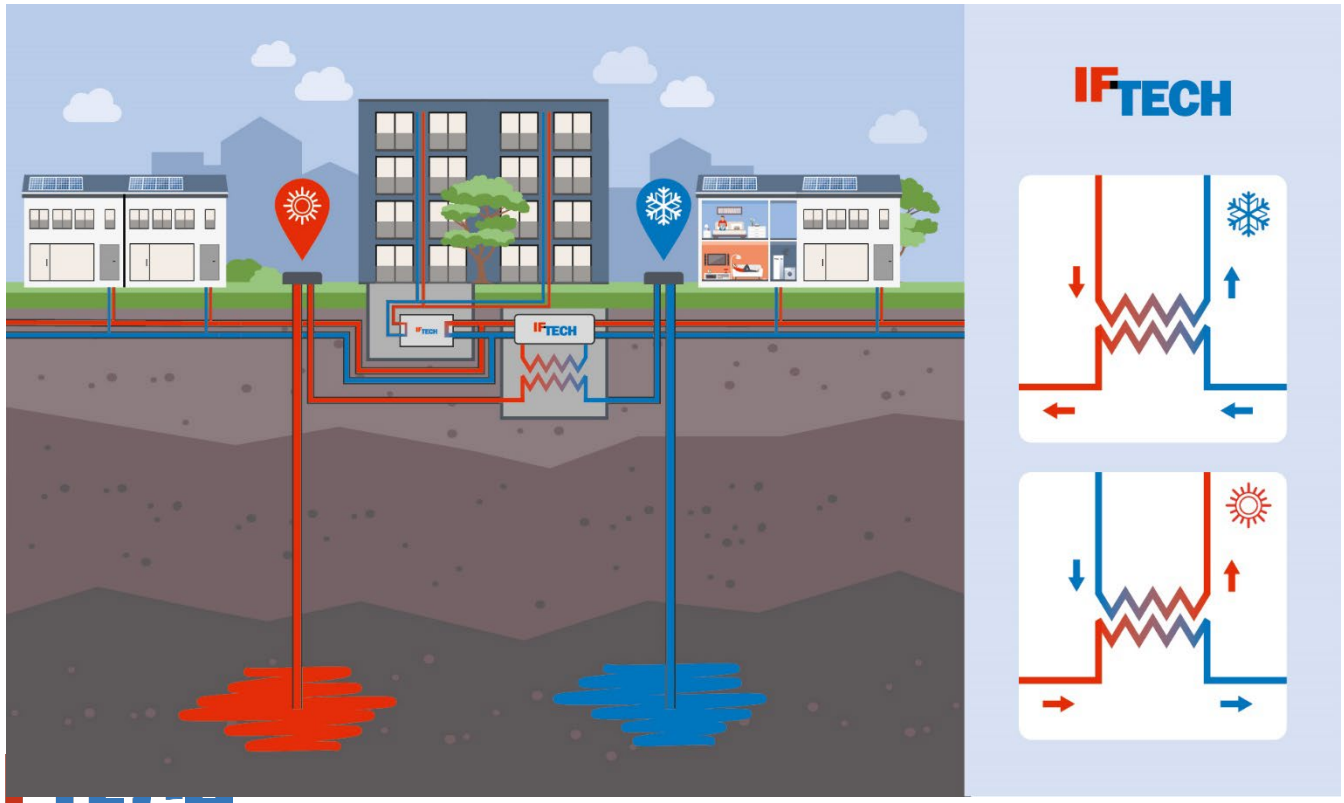
Constante brontemperatuur (± 12 °C)

→ Performante verwarming door middel van geothermische warmtepompen, onafhankelijk van de buitentemperatuur

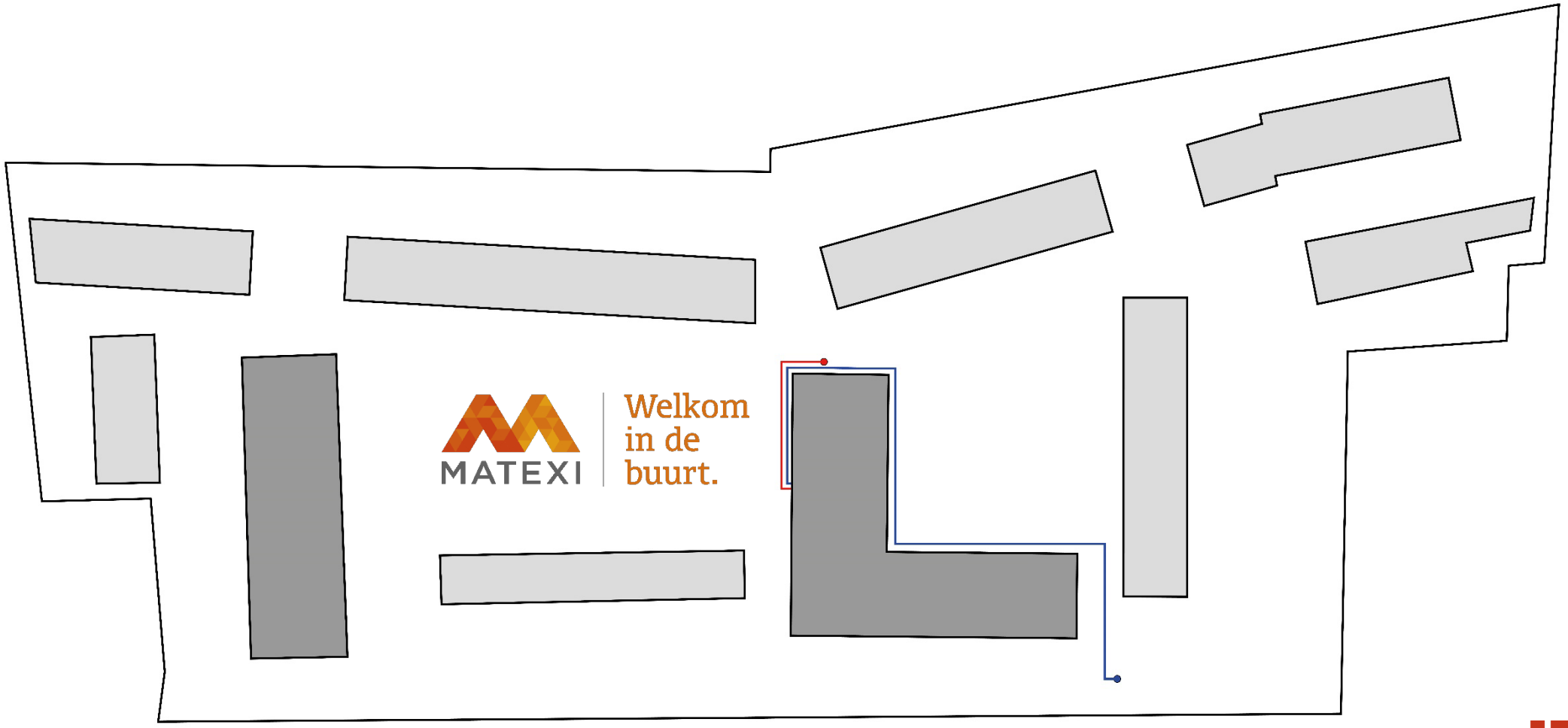
Free cooling

→ Zéér laag energieverbruik

Bron: Matexi



Het Laar: Koude- en Warmte Opslag (KWO)



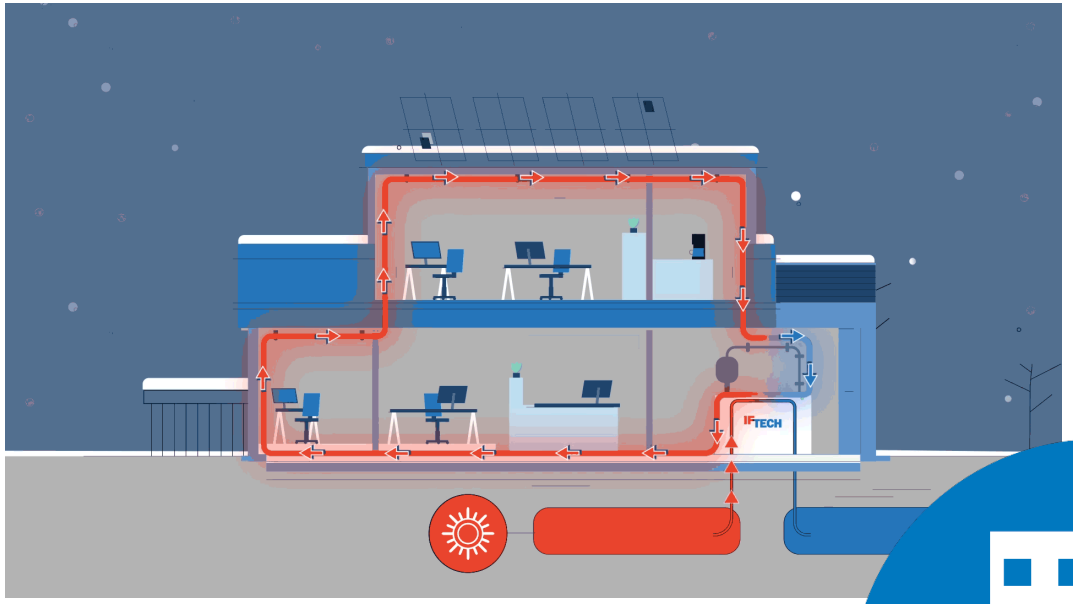
IF TECH

IF TECH
Underground Thermal Energy Storage

Het Laar: Koude- en Warmte Opslag (KWO)

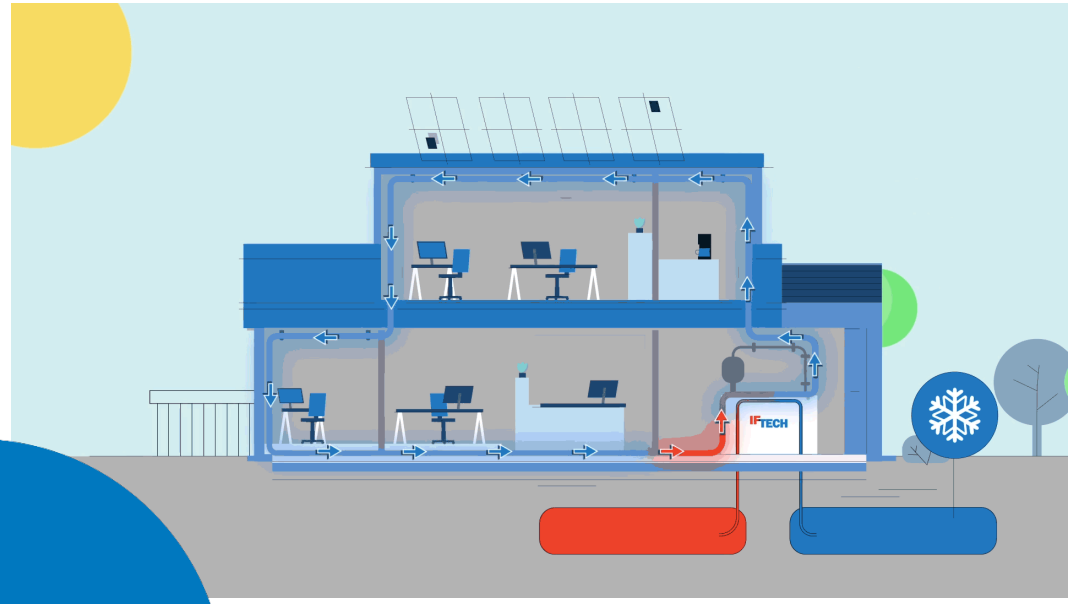
ONDERGROND ALS BATTERIJ VOOR DE OPSLAG VAN WARMTE EN KOUDE

“Verwarmen in de winter met zomerwarmte”

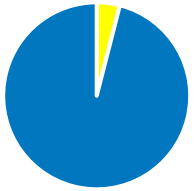


SCOP 5,5 +

“Koelen in de zomer met winterkoude”



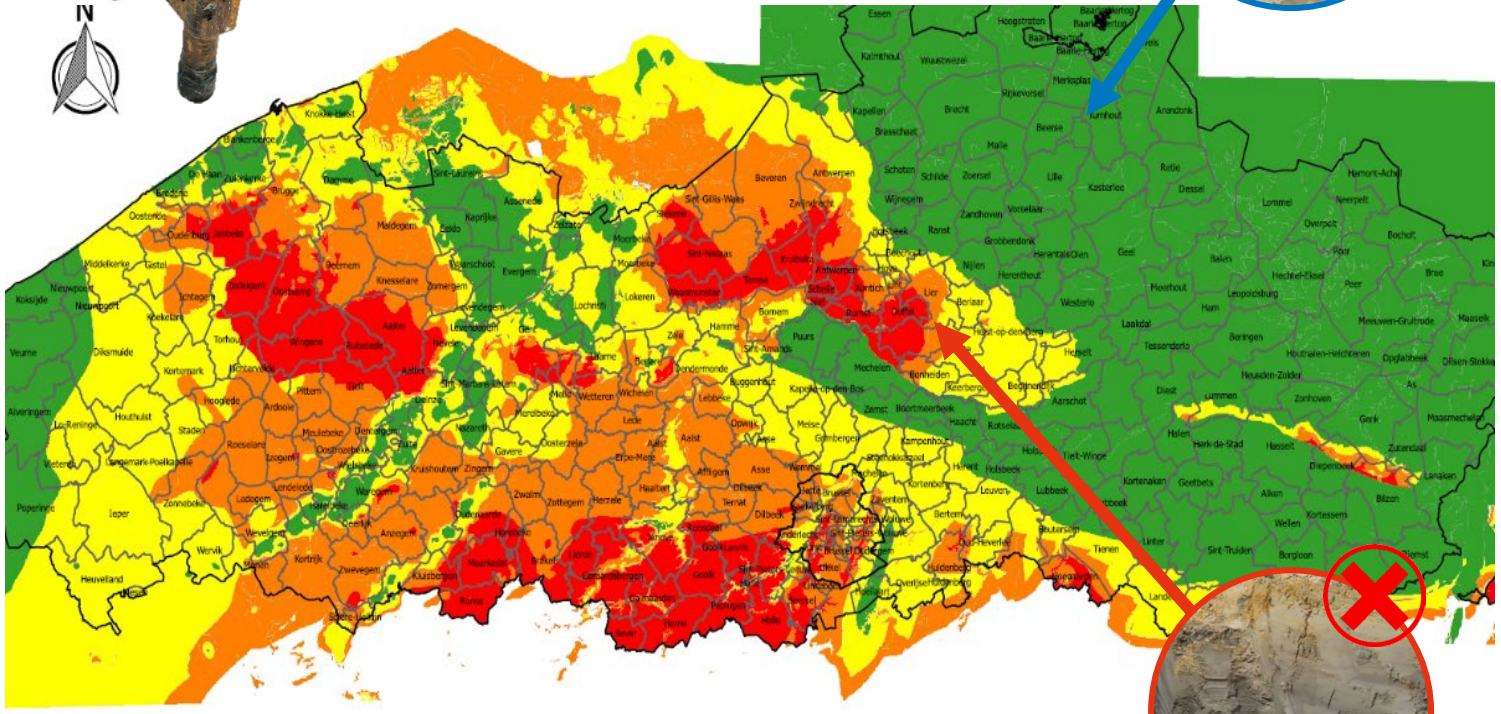
SCOP MIN. 25

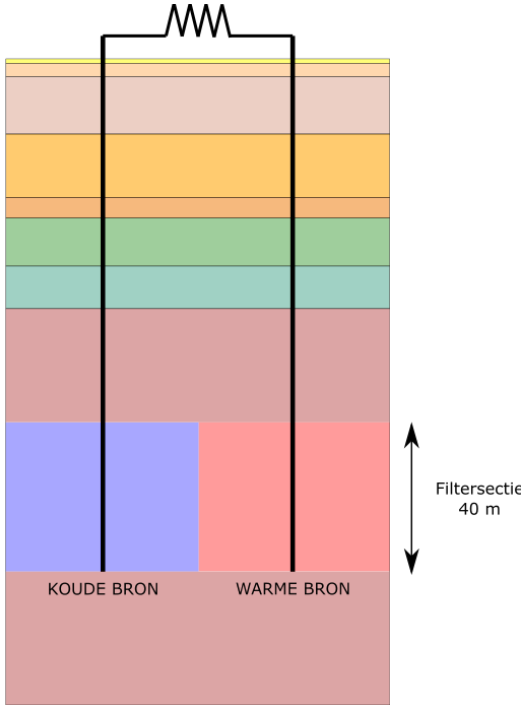


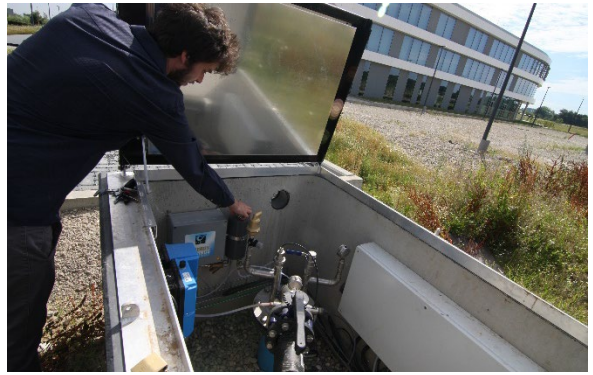
IFTECH
Underground Thermal Energy Storage

Ondiepe geothermie: Koude- en Warmte Opslag (KWO)

= “OPEN SYSTEEM”

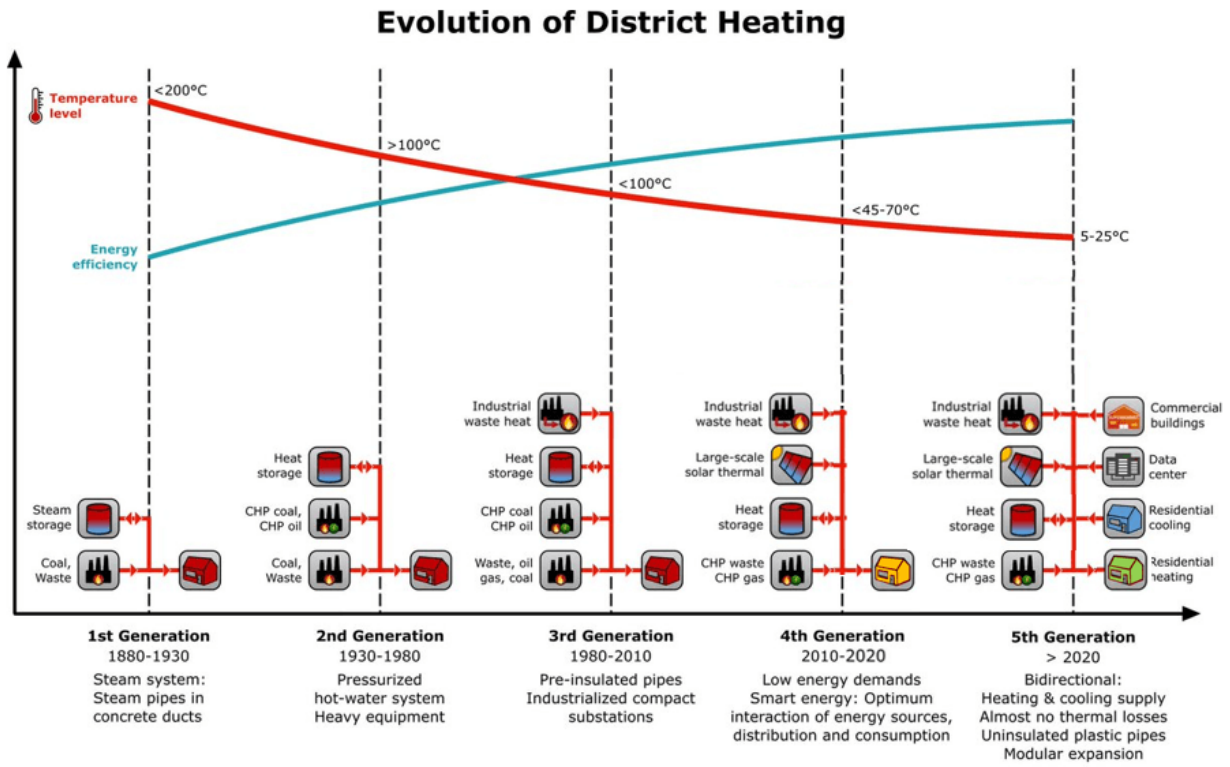






IF TECH
Underground Thermal Energy Storage

Warmtenet van de 5de generatie: Meer dan alleen een warmtenet?



... koudenetten

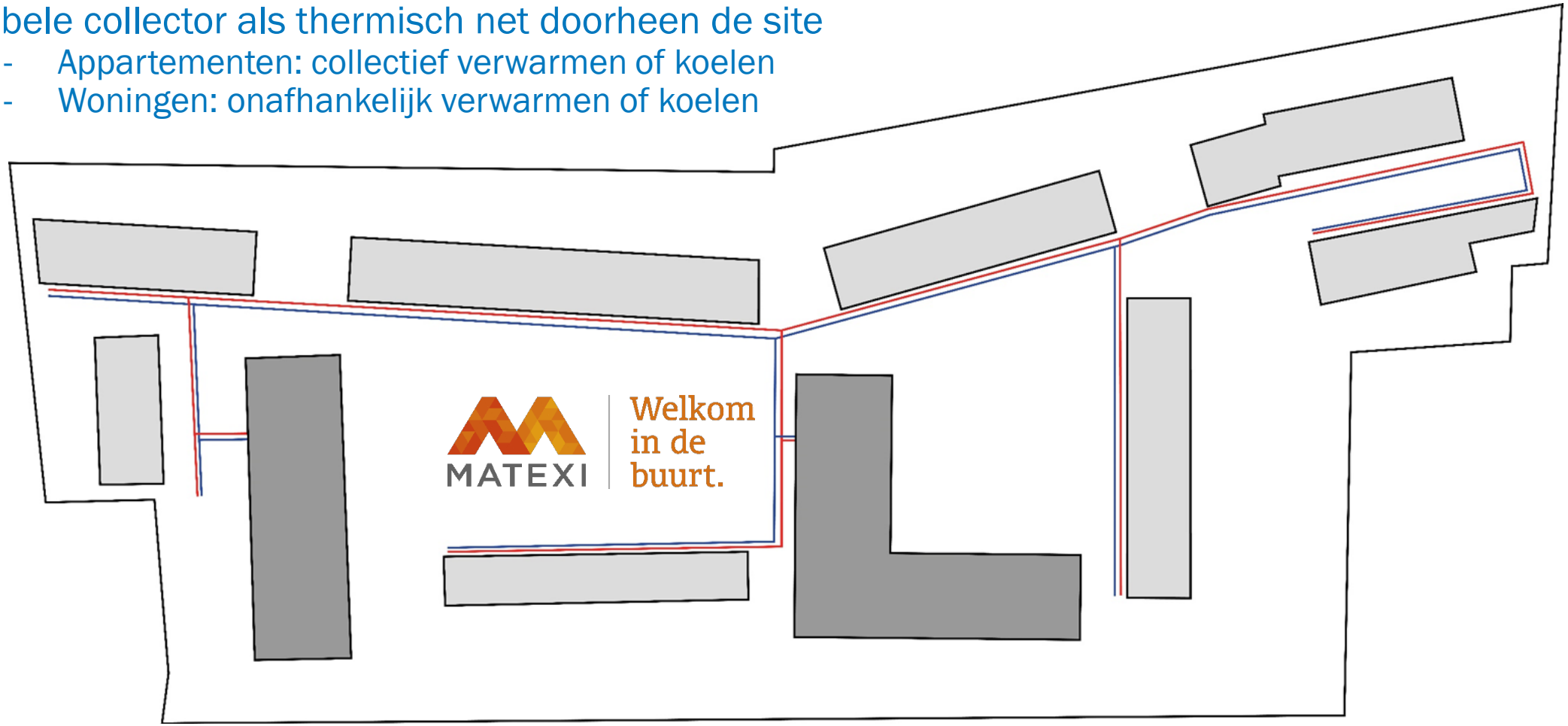
Het Laar: 5de generatie geothermisch net

HET NEUTRALE NET

Verbindt alle gebruikers op de site met de KWO-bronnen

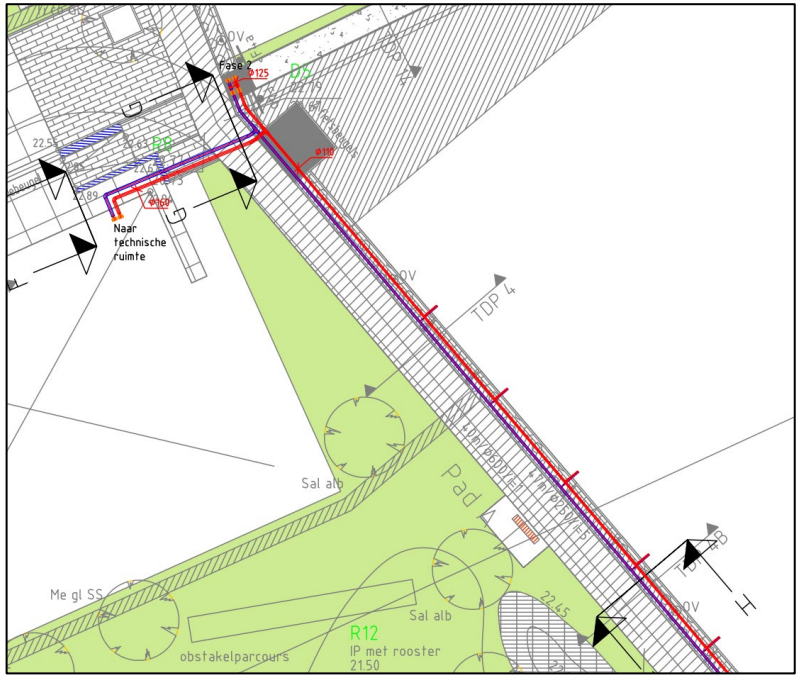
Dubbele collector als thermisch net doorheen de site

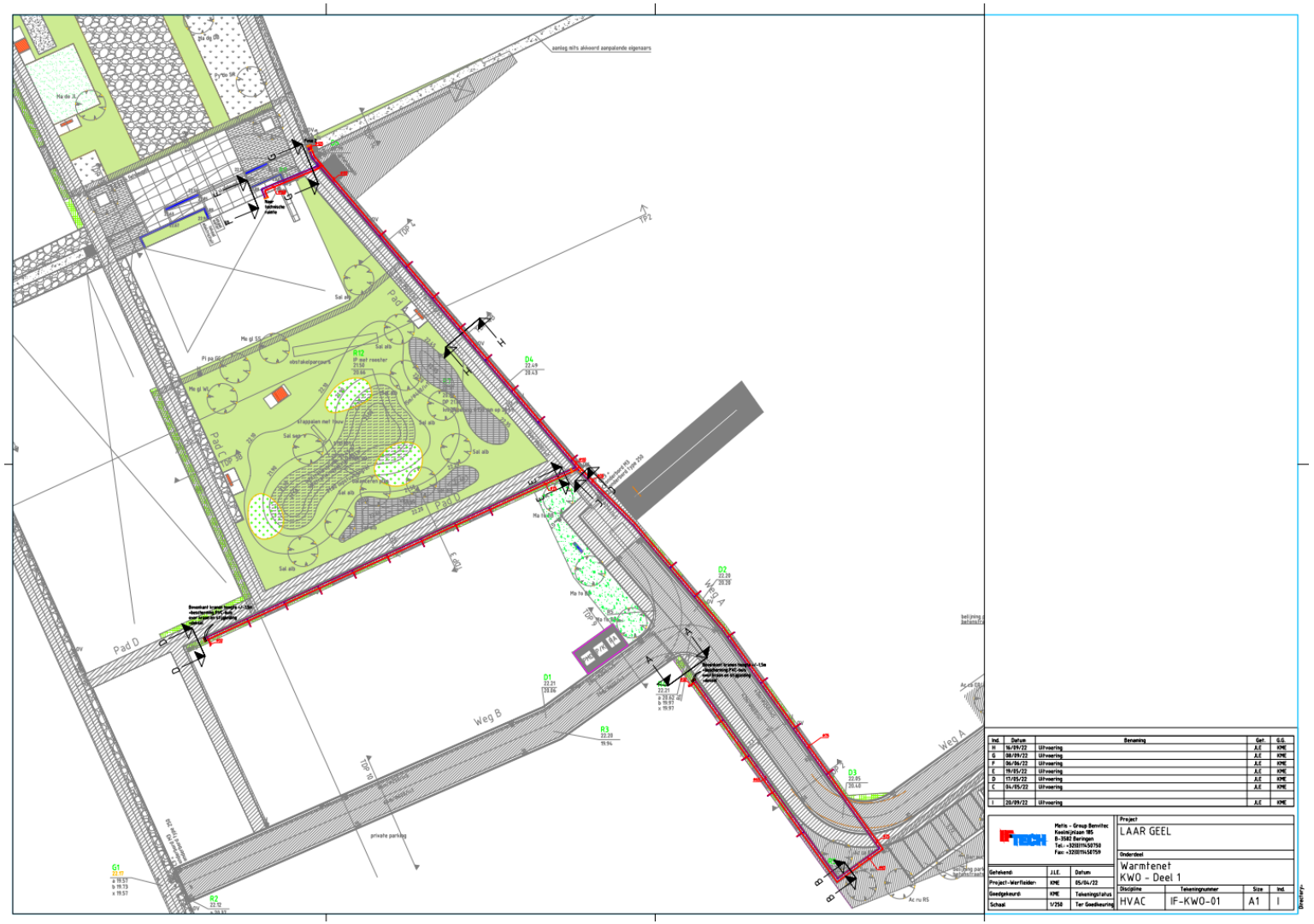
- Appartementen: collectief verwarmen of koelen
- Woningen: onafhankelijk verwarmen of koelen



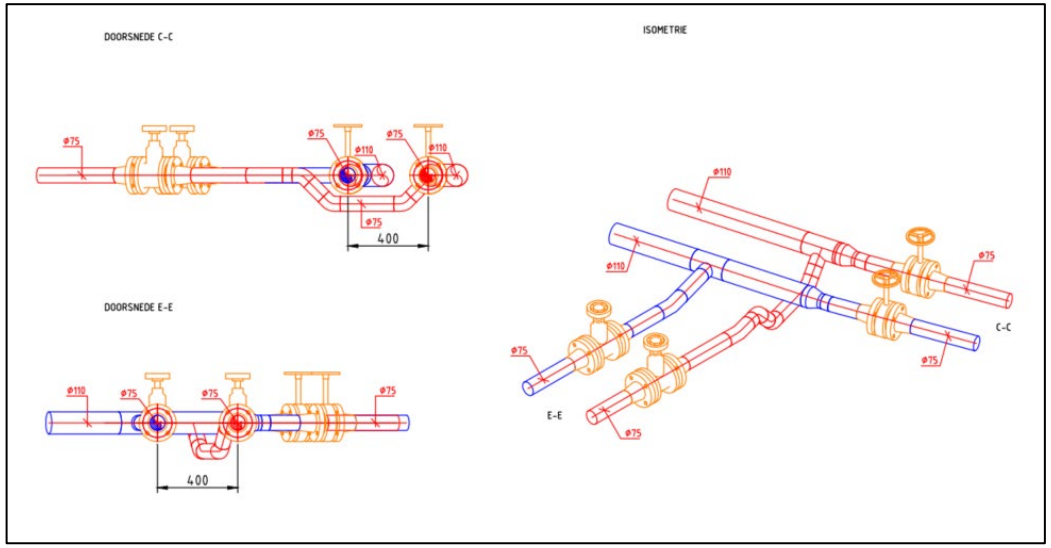
IF TECH

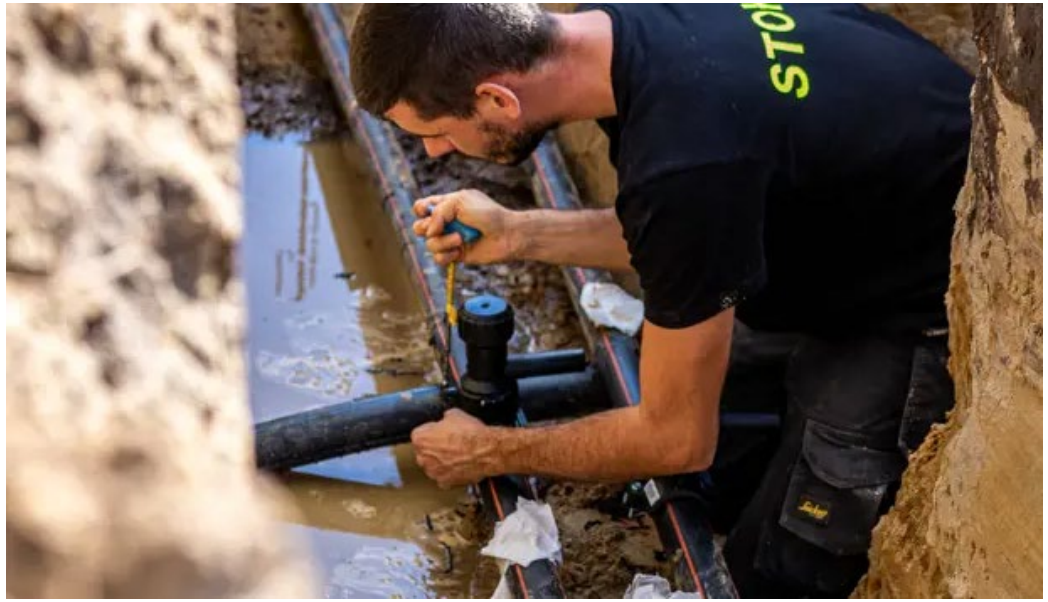
Het Laar: 5de generatie geothermisch net (F1)





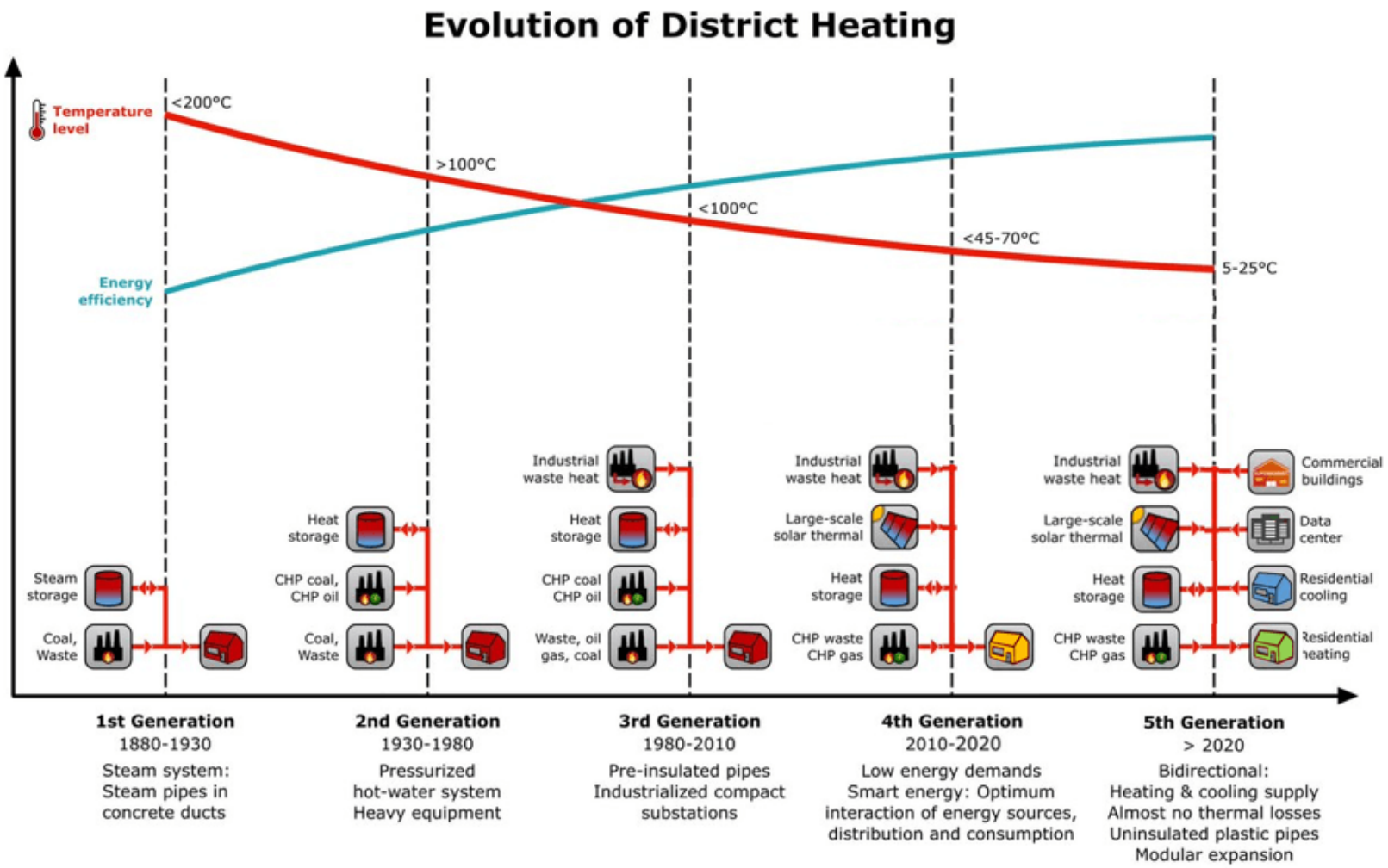
Het Laar: 5de generatie geothermisch net (F1)





Bron: Matexi

Warmtenetten ...



4de Generatie:

Warmtenet met een collectieve opwekking

5de Generatie:

Thermische energie vanuit de bodem
(T 5 – 25°C)

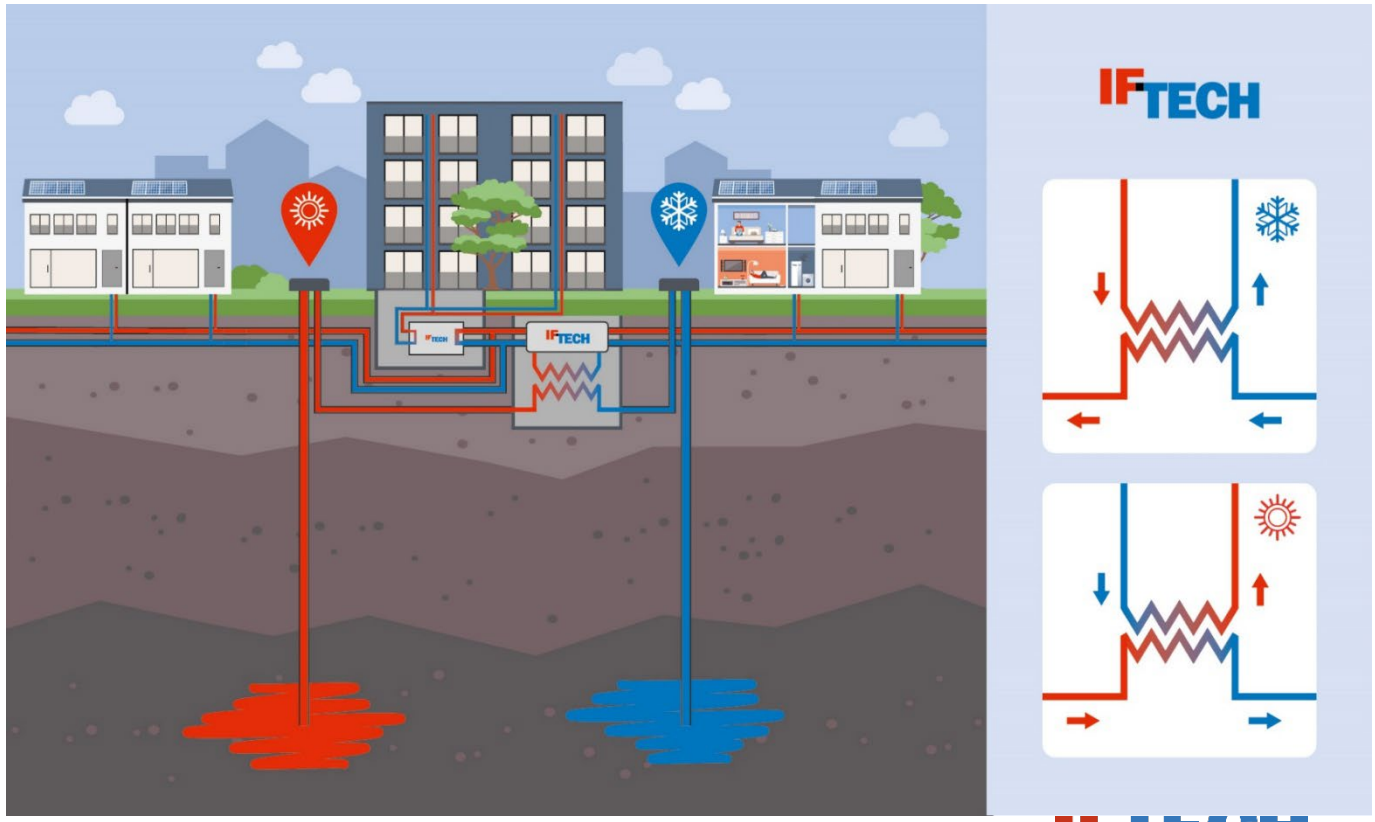
Warmtenet van de 5de generatie: Individuele decentrale warmtepompen

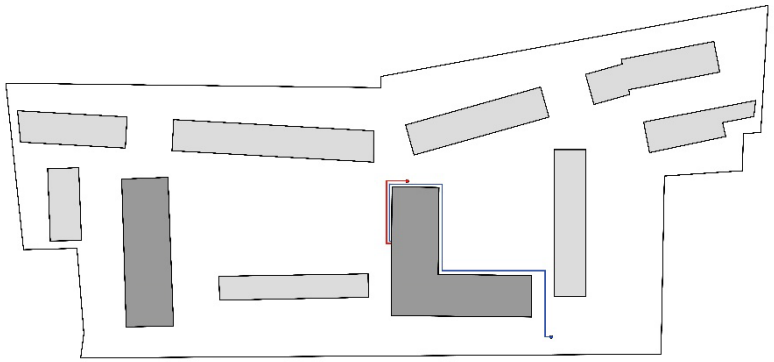
VOORDELEN:

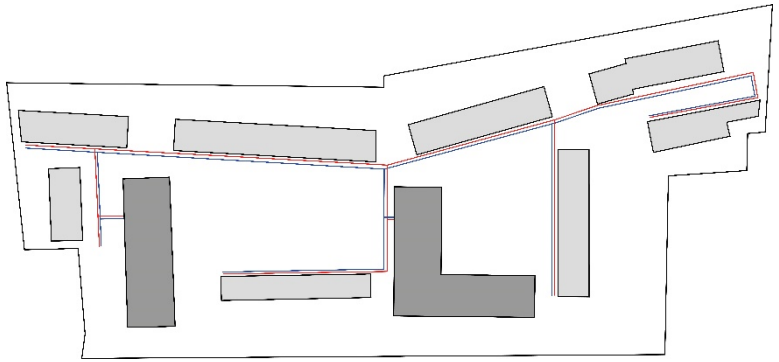
- Geen leidingverliezen (warmteopwekking gebeurt in het appartement)
- Goedkopere verdeelleidingen (beperkte isolatie)
- Thermische energiedeling op site-niveau

NADELEN:

- Grotere investeringskost bij sterk gecondenseerde sites







Het Neutrale Net: Waarom?

Complementaire energieprofielen

Gelijktijdigheid betreffende piekvermogens

Centrale bewaking van de energiebalans

IFTECH
Underground Thermal Energy Storage

Facturatie en kostenverdeling bij collectieve systemen

APPARTEMENTEN

Calorimeter per appartement

- Mogelijkheid om geleverde hoeveelheid verwarming (+) en koeling (-) te meten om dusdanig een verrekening via de VME mogelijk te maken.
- Sanitair Warm Water via een individuele booster warmtepompen, die haar energie haalt uit het CV-net
- Koeling wordt echter “gratis” aangeboden, om het thermische evenwicht in de bodem te garanderen.

WONINGEN

Individuele warmtepomp per woningen

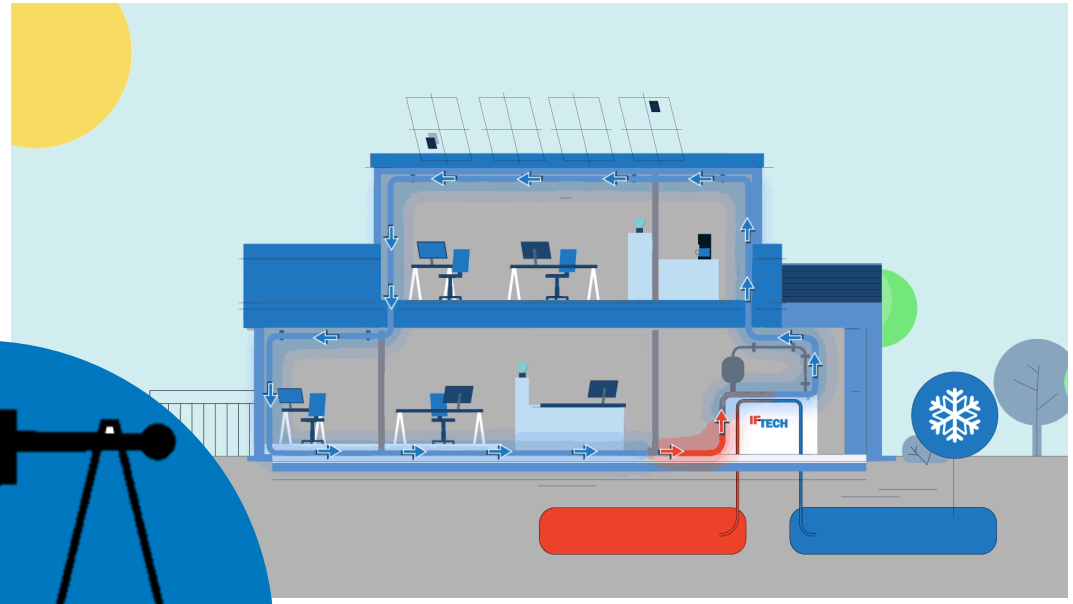
- Warmtepomp aangesloten op neutraal net
- Hoog rendement voor verwarming en leveren van passieve koeling
- Vast Recht om gebruik te kunnen maken van het neutraal net

Ondiepe geothermie – thermisch evenwicht

ONDERGROND ALS BATTERIJ VOOR DE OPSLAG VAN WARMTE EN KOUDE

“Verwarmen in de winter met zomerwarmte”

“Koelen in de zomer met winterkoude”



IFTECH
Underground Thermal Energy Storage

IF TECH

PASSIEVE KOELING

IF TECH

HET LAAR

IF TECH

REFERENTIES

Turnova

Turnhout

Residentieel & commercieel

2,10 MW

2,35 MW

Aantal bronnen: 6
Boordiepte: 120 m-MV
Grondwaterdebiet: 360 m^3/h
Jaarlijkse CO_2-besparing: 795 ton

TURNOVA

IF TECH
Underground Thermal Energy Storage

Hertogensite

Leuven

Residentieel & commercieel

2 MW

1 MW

Aantal BEO-lussen: 288
Boordiepte: 150 m-MV
Jaarlijkse CO_2-besparing: 1000 ton

IF TECH
Underground Thermal Energy Storage

RESITERRA

OPZ

Geel

Zorg

1 MW

1 MW

Aantal KWO-bronnen: 6
Boordiepte: 90 m-MV

IFTECH
Underground Thermal Energy Storage

Quartier Blue - ESCO

OPDRACHTGEVER:
Matexi

PROJECT:
Stadsontwikkeling aan de kanaalkom te Hasselt met 400 appartementen en 10 000 m² commerciële ruimtes

WAARDECREATIE:
- CO2-besparing = 747 ton

Hasselt

Residentieel & commercieel

1,9 MW

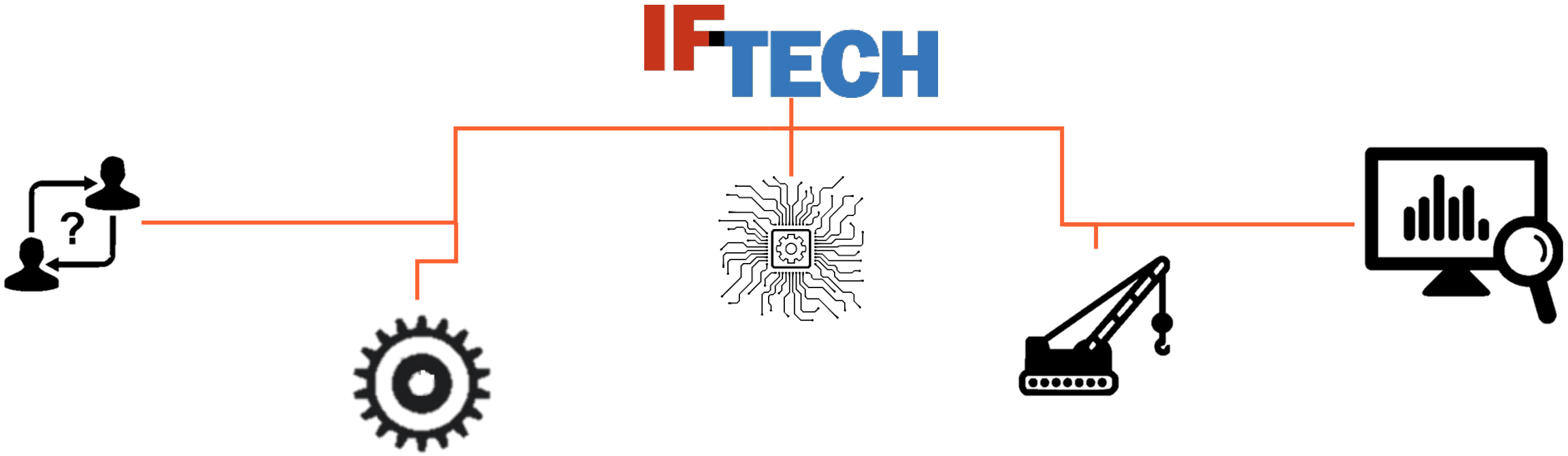
1,9 MW

IF TECH

Het Laar: de rol van IFTech

Geothermische totaaloplossing van A tot Z:

- Ontwerp, bouw, sturing en onderhoud.



Praktische realisaties:
Cases koeling 2.0

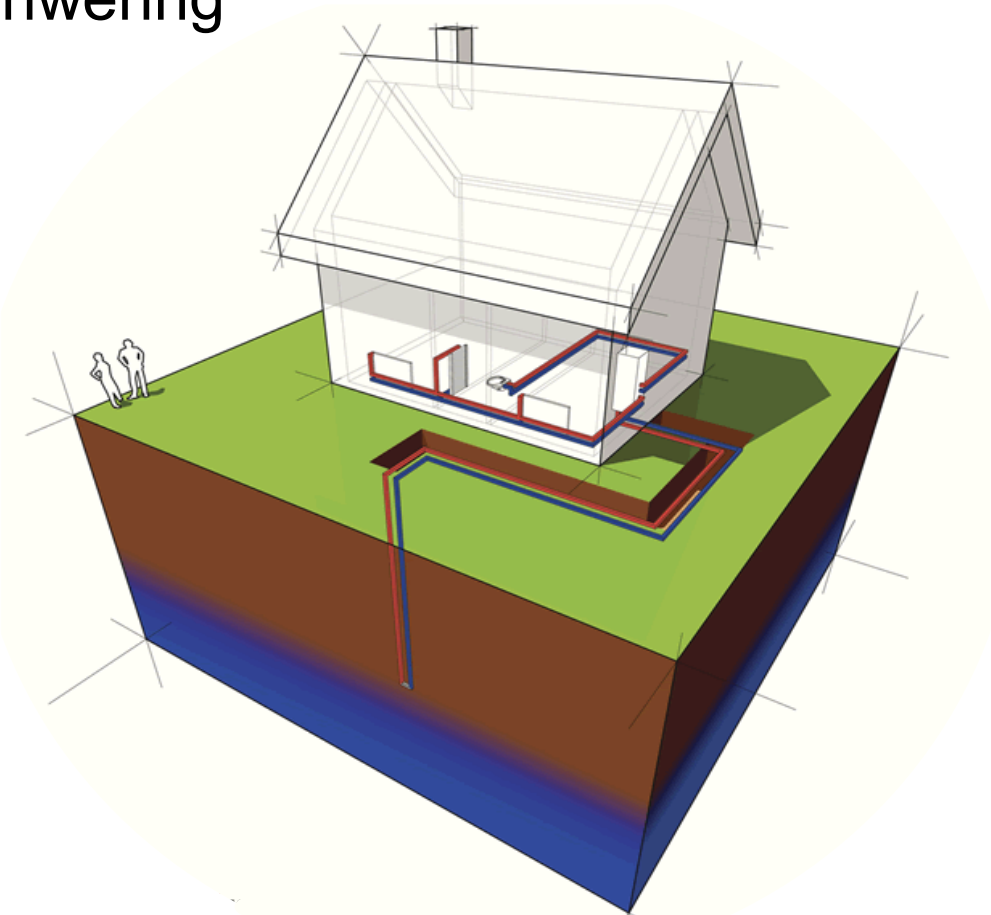
Nickey Van den Bulck, Thomas More

Voorbeelden in de praktijk

- Verschillende afgiftesystemen
- Verschillende types woningen

Geothermie

- Traditionele woning
- Veel aandacht aan zonwering
- 260 m²



Geothermie

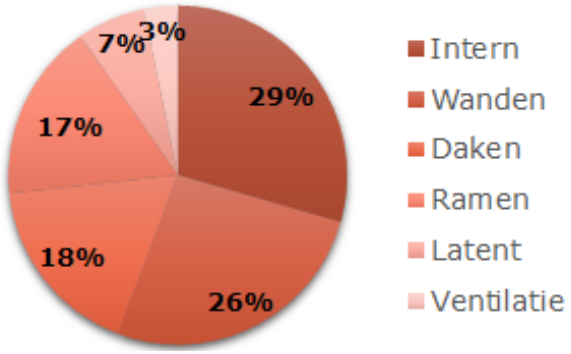
- Traditionele woning
- Veel aandacht aan zonwering
- 260 m²

Geothermie

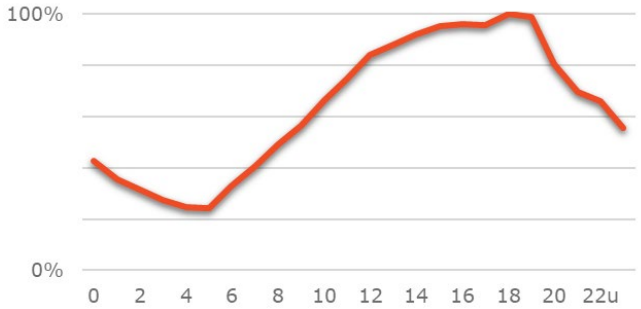
GEGEVENS GEBOUW					
Ingave ruimten					
	[m²]		[W/m²]	[W/m²]	
Ruimtetype	Zonwering	Oversteek	Max. koellast /vloeropp.	Gem. koellast /vloeropp.	
Leefruimte 4p	Rolluik - donker		23	15	
Bureau	Rolluik - donker		31	18	
Keuken	Rolluik - donker	Klein (30°)	32	15	
Slpk 2p	Rolluik - donker		30	19	
Slpk 1p	Rolluik - donker	Klein (30°)	33	22	
Slpk 1p	Rolluik - donker	Klein (30°)	37	22	
Slpk 1p	Rolluik - donker		33	21	

Alken

Maximale koellast: 5 kW
Gemiddelde koellast: 3,8 kW
Max. t.o.v. optelsom ruimtes: 75%



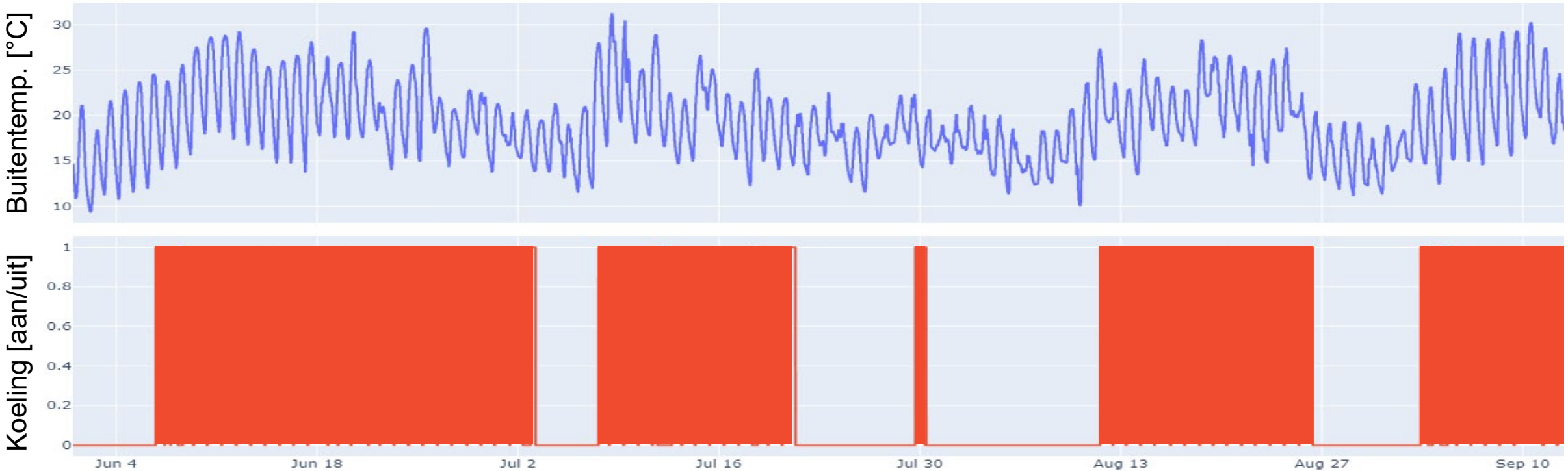
Verdeling koellast per dag t.o.v. maximum



THOMAS MORE Buildwise University of Antwerp Faculty of Applied Engineering

Geothermie

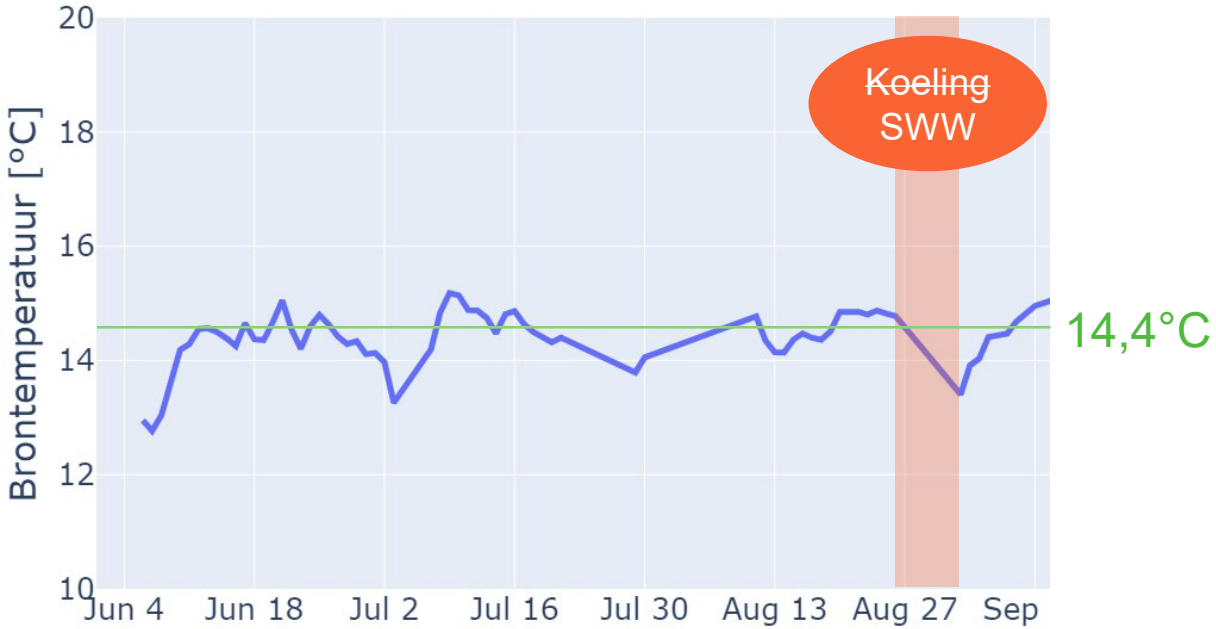
- Vrije koeling
- Koeling gedurende lange tijd aan: 1420 draaiuren
- 19°C aanvoertemperatuur



Geothermie

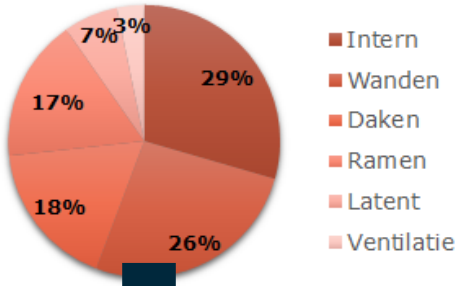
- Berekend vermogen verwarming: +- 7 kW
- Totale warmtevraag: +- 14 000 kWh

- Opgewekte koude (gemeten): +- 1 900 kWh
  = < 30% van verwarming



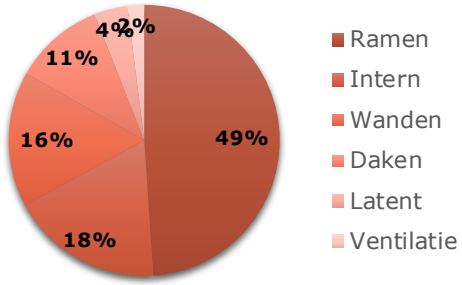
Alken

Maximale koellast: 5 kW
Gemiddelde koellast: 3,8 kW
Max. t.o.v. optelsom ruimtes: 75%



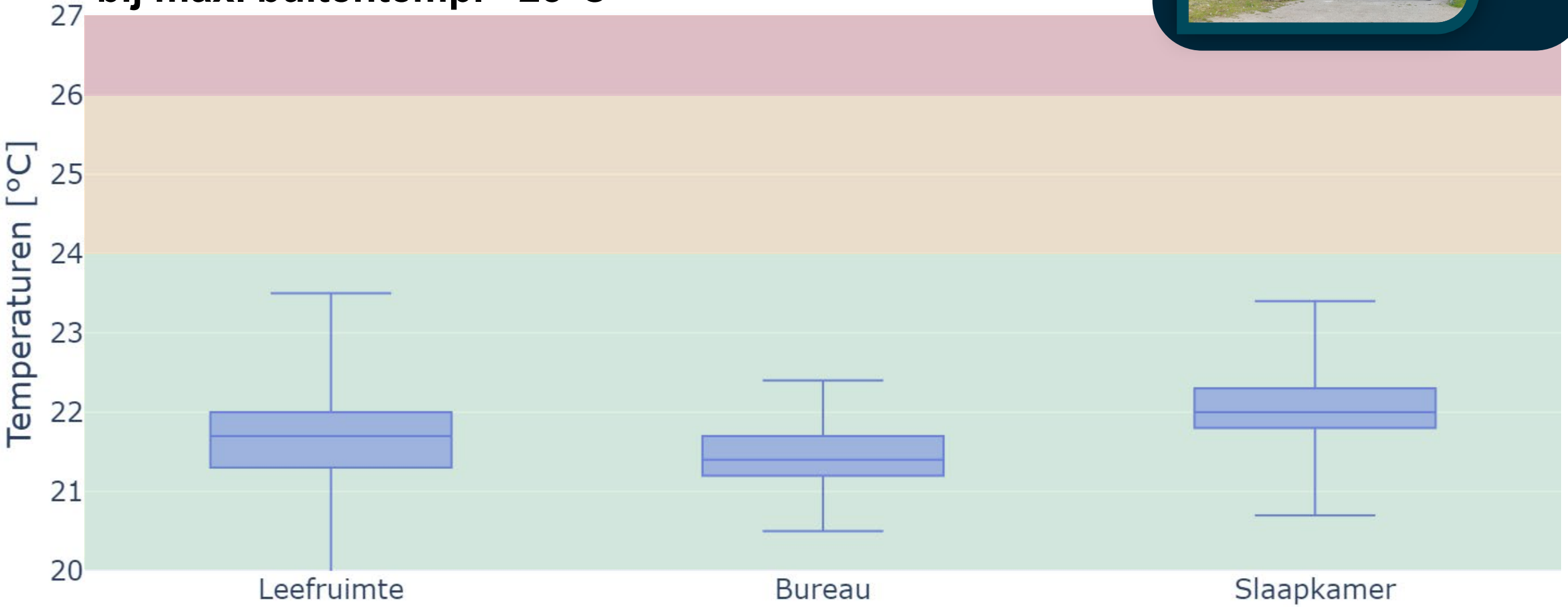
Zonder maatregelen
= bijna verdubbeling !

Maximale koellast: 9 kW
Gemiddelde koellast: 6,5 kW
Max. t.o.v. optelsom ruimtes: 76%



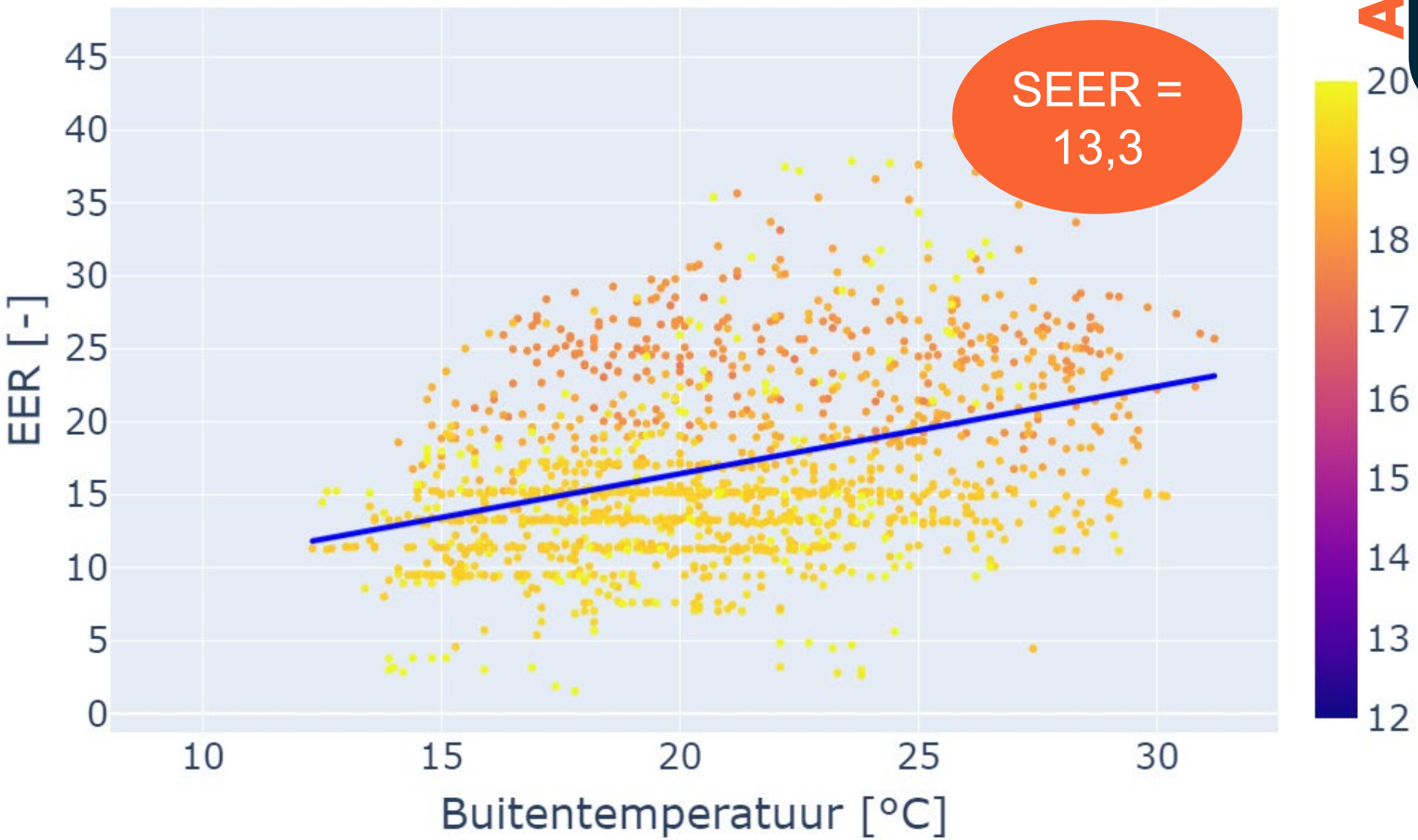
Geothermie

Boxplot binnentemperaturen bij max. buitentemp. >23°C



Alken

Geothermie



Alken

Lucht-lucht warmtepomp

Averbode

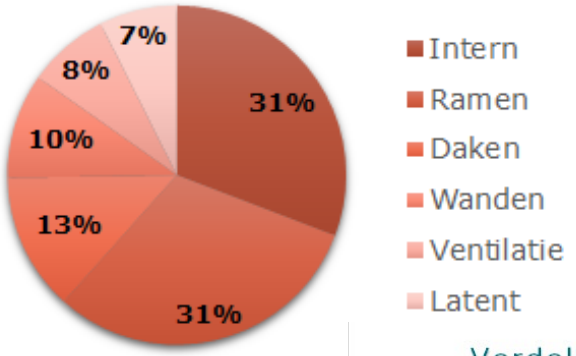
- Houtskelet / prefab
- Geen zonwering
- Zeer compact
- 98 m²

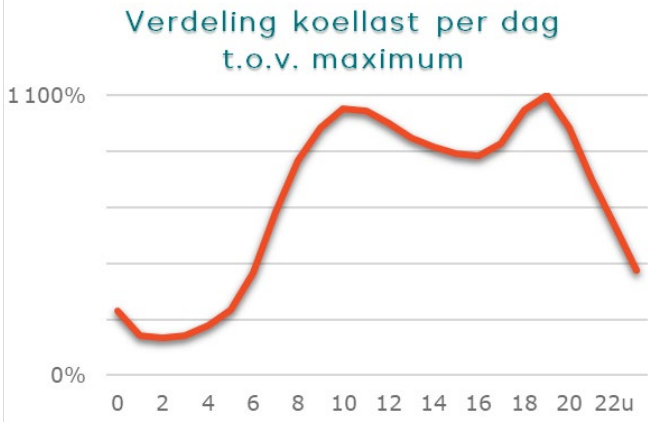
Lucht-lucht warmtepomp

Averbode

GEGEVENS GEBOUW		
Ingave ruimten		
Ruimtetype	[W/m²] Max. koellast /vloeropp.	[W/m²] Gem. koellast /vloeropp.
Keuken	72	33
Leefruimte 4p	81	44
Slpk 1p	80	37
Slpk 1p	76	33
Slpk 2p	69	39

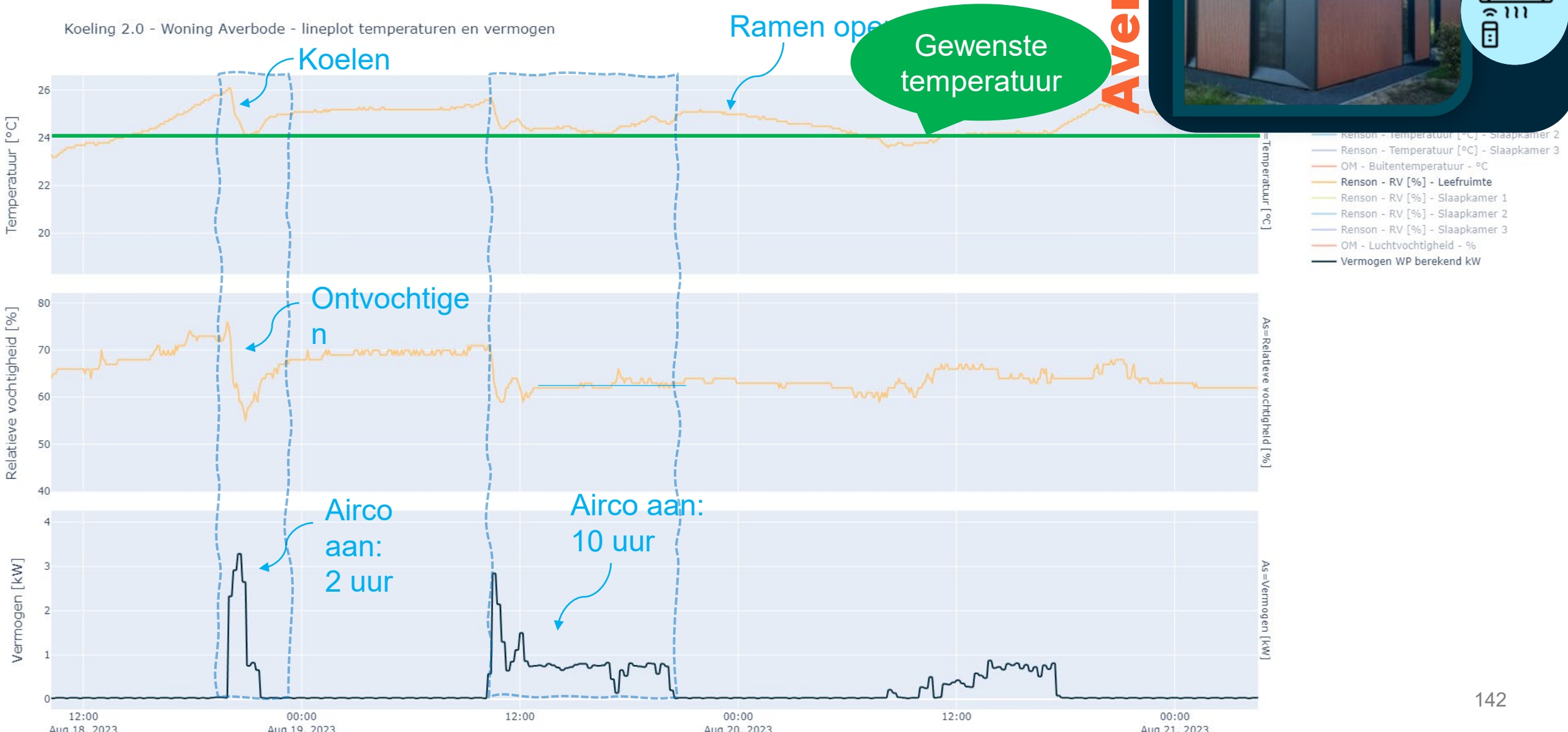
Maximale koellast: 3,6 kW
Gemiddelde koellast: 2,7 kW
Max. t.o.v. optelsom ruimtes: 66%





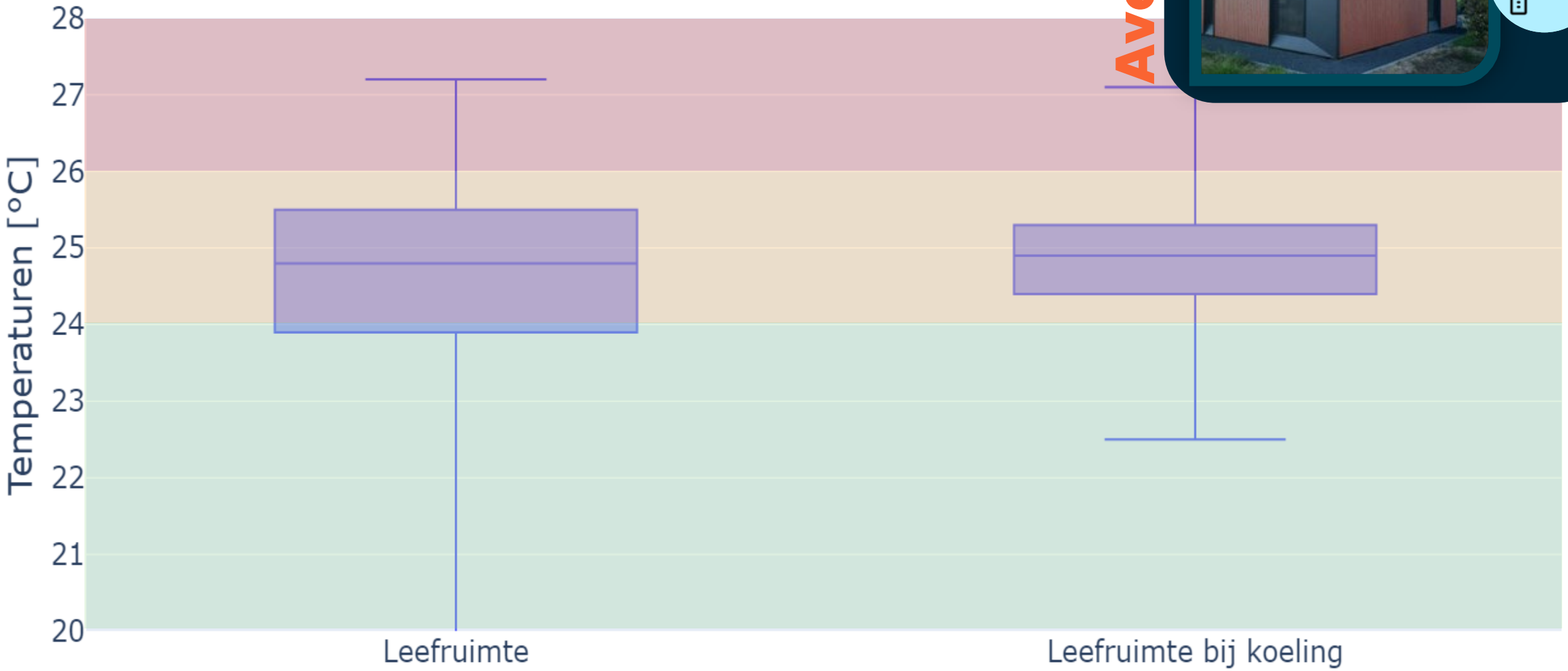
THOMAS MORE Buildwise University of Antwerp Faculty of Applied Engineering

Lucht-lucht warmtepomp



Averbode

Lucht-lucht warmtepomp



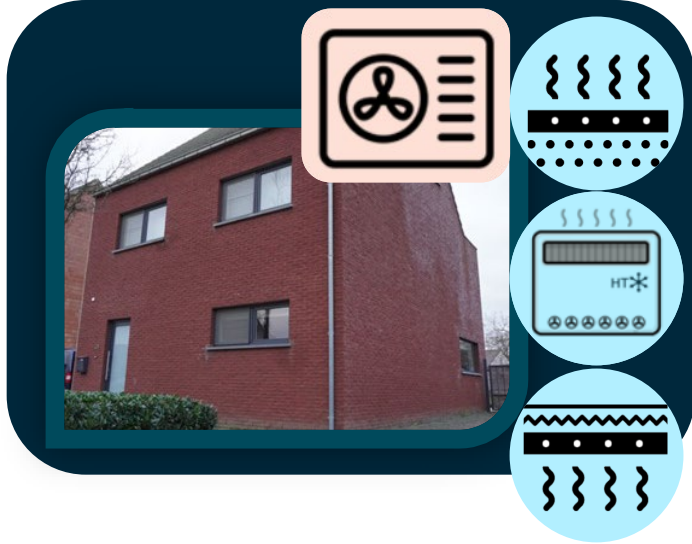
Lucht-lucht warmtepomp

Averbode

- Comfort wanneer gevraagd
- Goede combinatie met lichte woning
- Heel lage werkingstijd: draaiuren 50u (vanaf 10/07)
- Verbruik zeer afhankelijk van gewenst comfort

Lucht-water warmtepomp

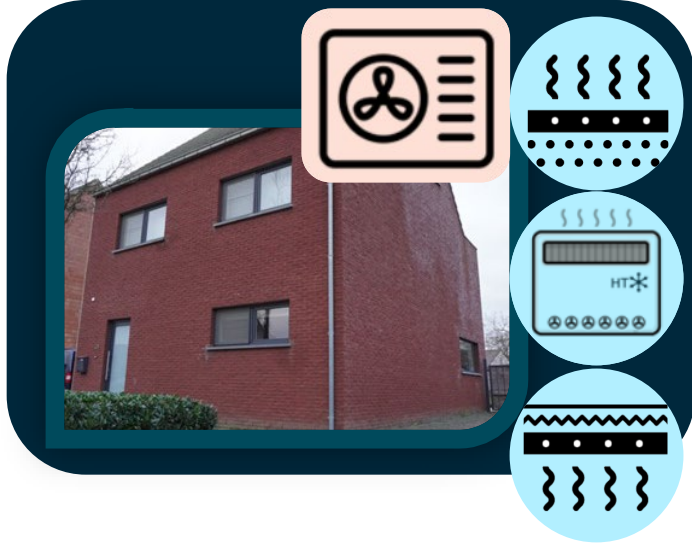
Geel



- Traditionele woning
- Verschillende afgiftesystemen
- Samen op dezelfde regeling
- 224 m²

Lucht-water warmtepomp

Geel



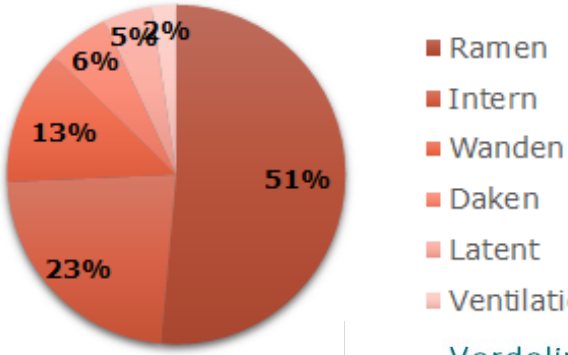
- Traditionele woning
- Verschillende afgiftesystemen
- Samen op dezelfde regeling
- 224 m²

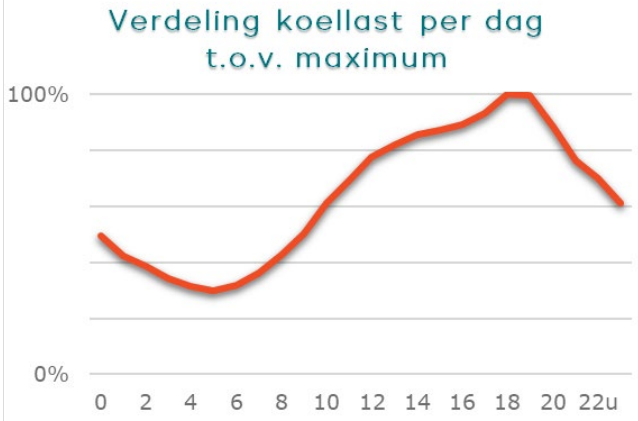
Lucht-water warmtepomp

Geel

GEGEVENS GEBOUW		
Ingave ruimten		
Ruimtetype	[W/m²] Max. koellast /vloeropp.	[W/m²] Gem. koellast /vloeropp.
Leefruimte 4p	56	37
Keuken	49	29
Slpk 2p	46	29
Slpk 1p	40	23
Slpk 1p	29	17
Slpk 1p	26	18
Polyvalent	30	17

Maximale koellast: 5,2 kW
Gemiddelde koellast: 3,9 kW
Max. t.o.v. optelsom ruimtes: 80%





THOMAS MORE Buildwise University of Antwerp Faculty of Applied Engineering

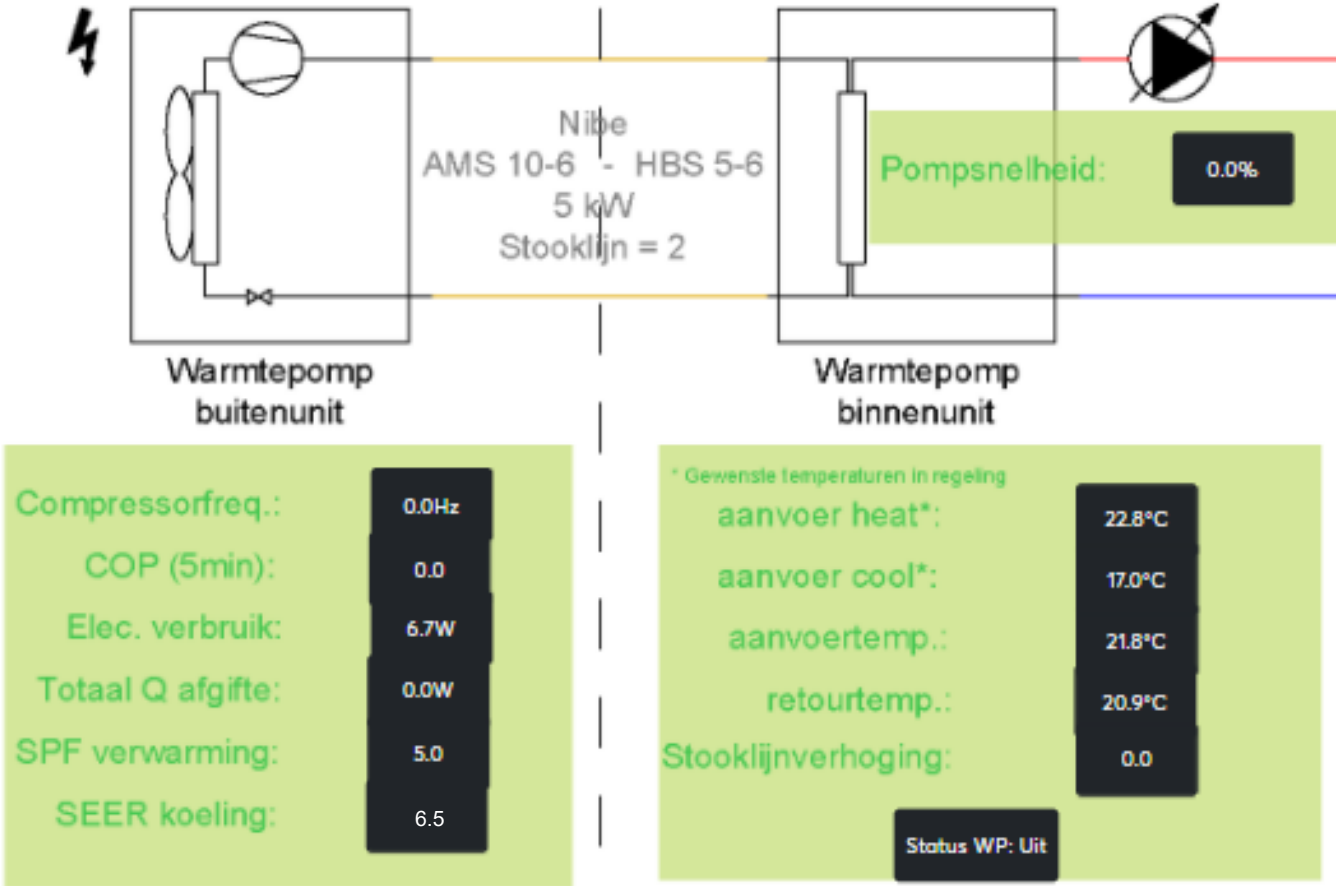
Lucht-water warmtepomp

Geel

- Liveview en geschiedenis sinds juli 2022
- Zie duurzamekoeling.be

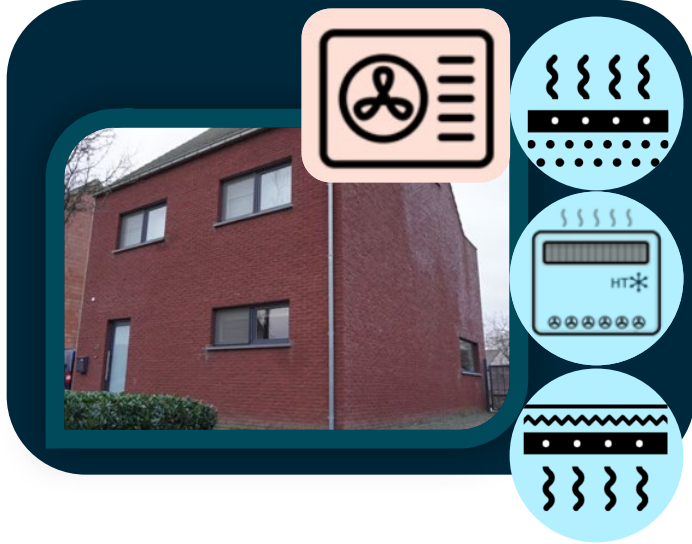
- Link to loxone liveview

- **gn: Liveview_Geel**
  pw: Koeling2.0demo

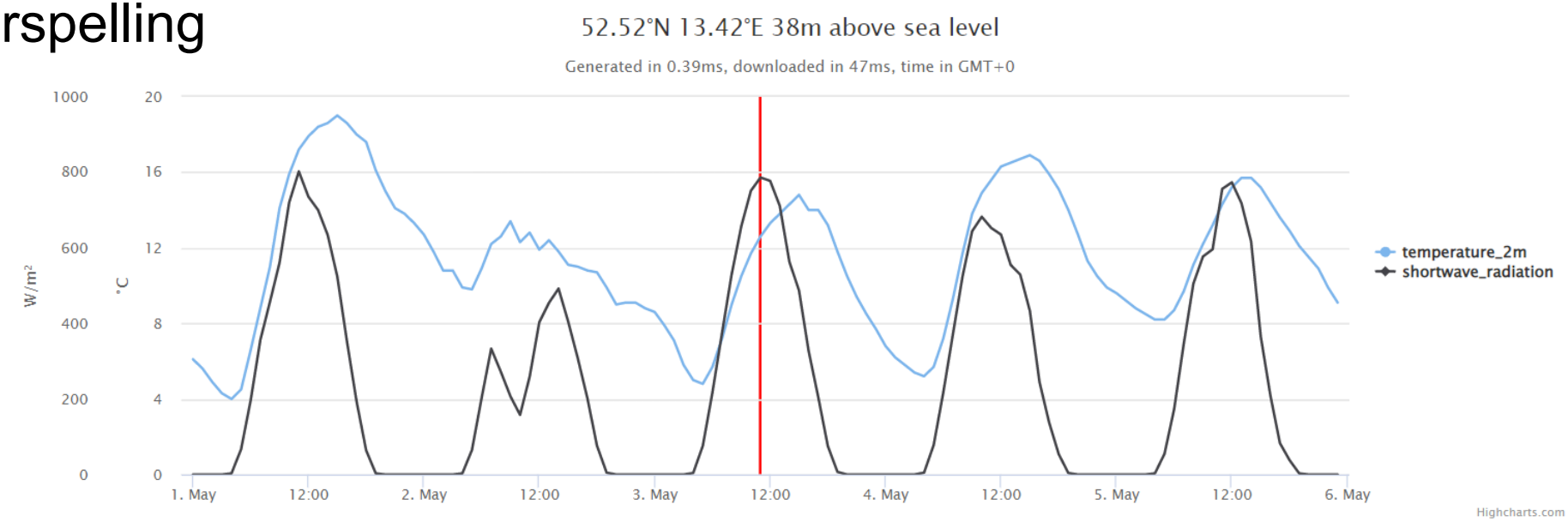


Lucht-water warmtepomp

Geel



- Actieve koeling => zonne-energie
- 2022 -> handmatig aan/uit
- 2023 -> weersvoorspelling



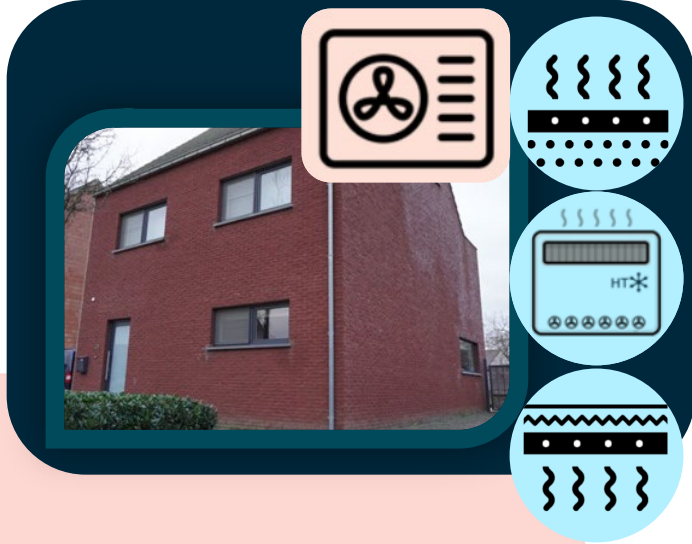
API URL (Open in new tab)

https://api.open-meteo.com/v1/forecast?latitude=52.52&longitude=13.41&hourly=temperature_2m,shortwave_radiation&past_days=2&forecast_days=3

You can copy this API URL into your application

Lucht-water warmtepomp

Geel

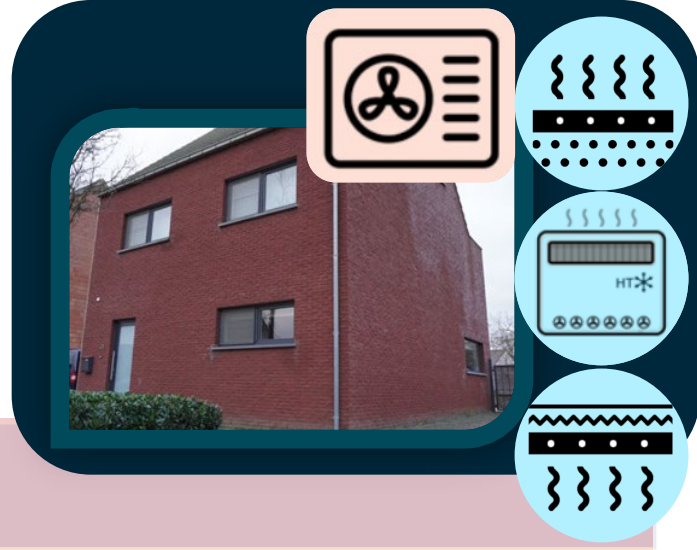


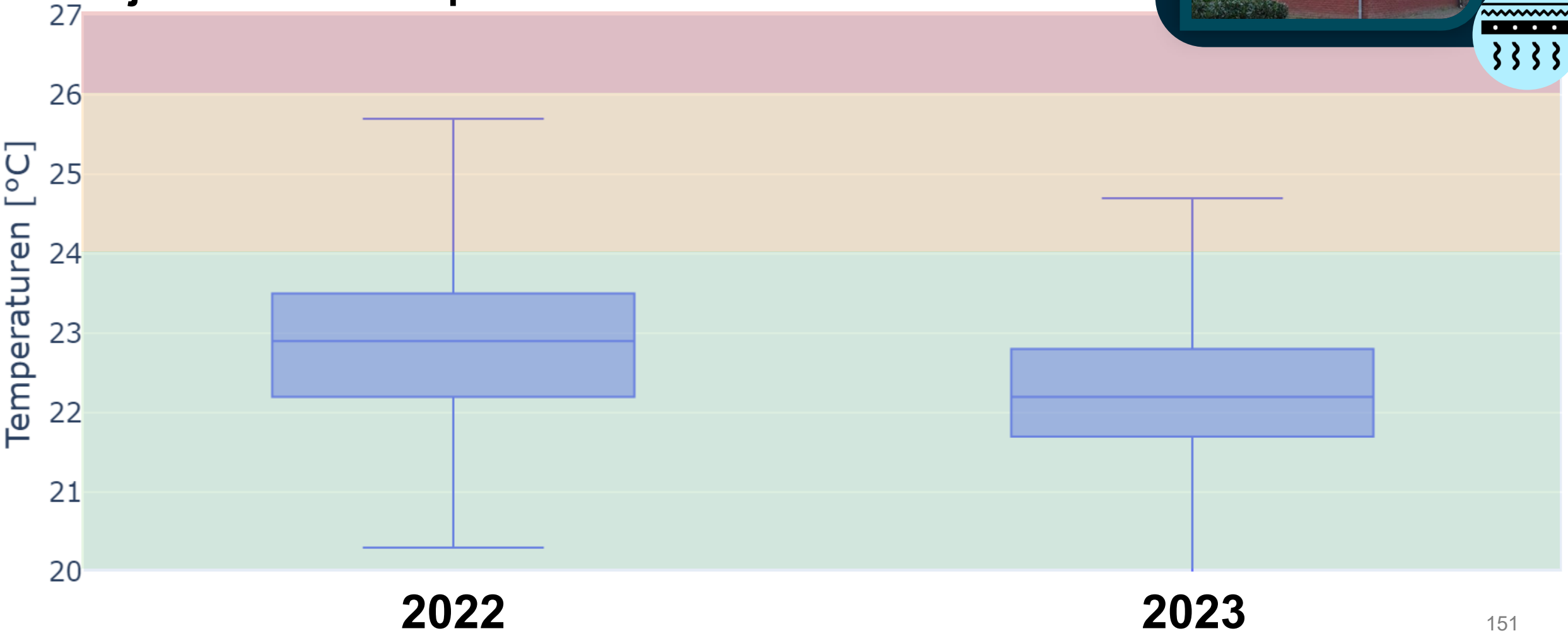
Koeling bij overschot zonne-energie	• 4 dagen **>23°C** • Dag -1 tot +2
Koeling altijd aan	• 2 dagen **>28°C** • Dag -1 tot 0
Dauwpuntkoeling	• Tot 14°C aanvoertemperatuur • Beperkende ruimte = keuken

Lucht-water warmtepomp

Boxplot binnentemperaturen leefruimte bij max. buitentemp. >23°C

Geel

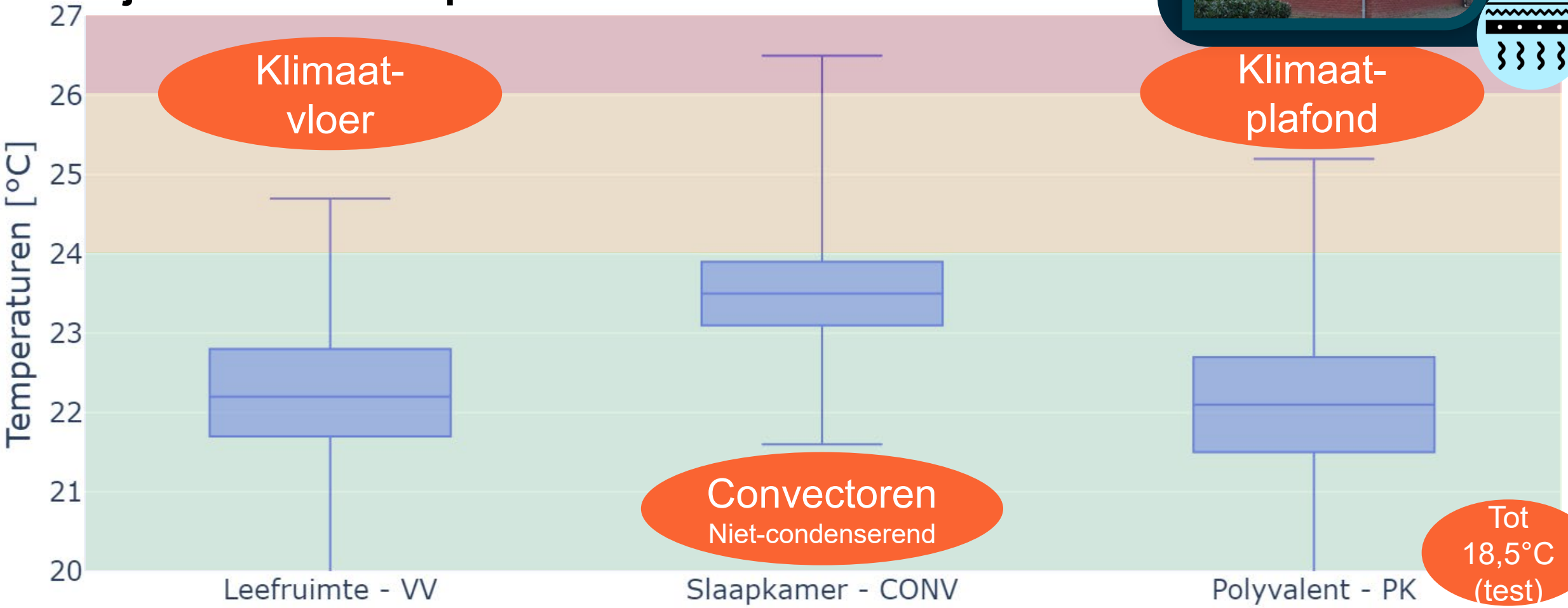




Lucht-water warmtepomp

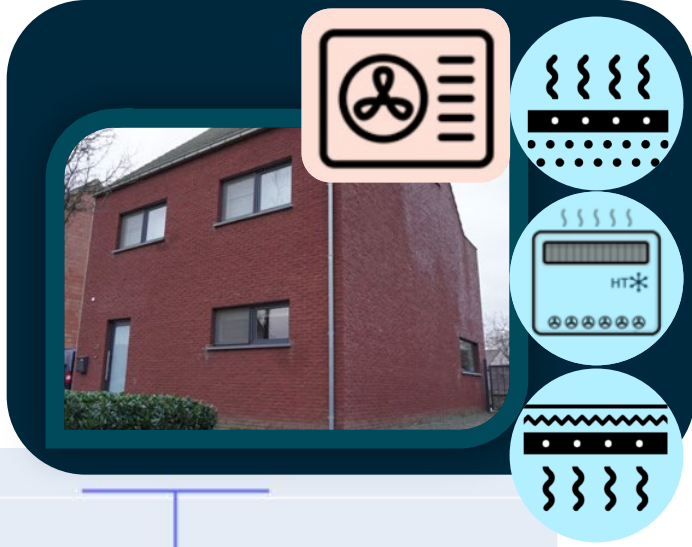
Boxplot binnentemperaturen bij max. buitentemp. >23°C

Geel

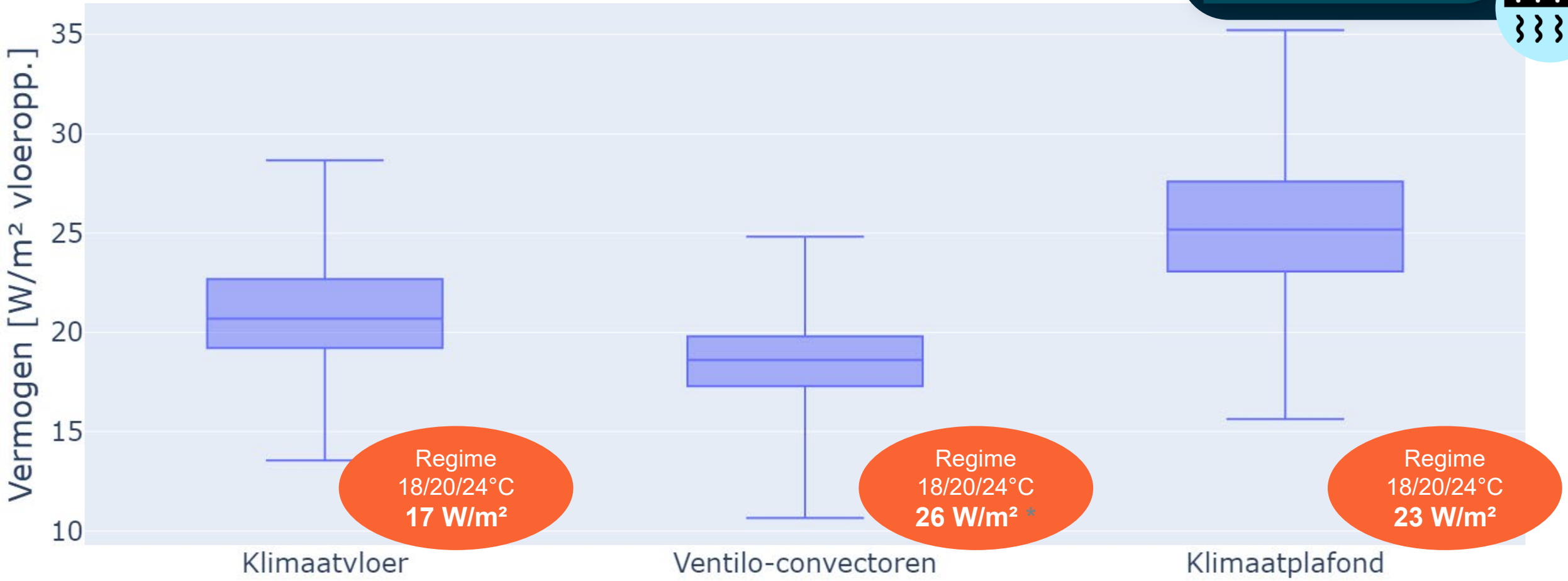


Lucht-water warmtepomp

Geel



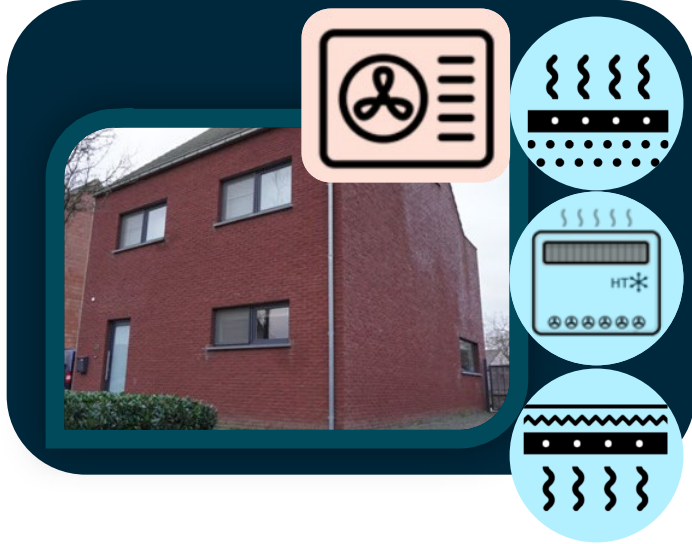
Boxplot gemeten vermogens afgiftesystemen



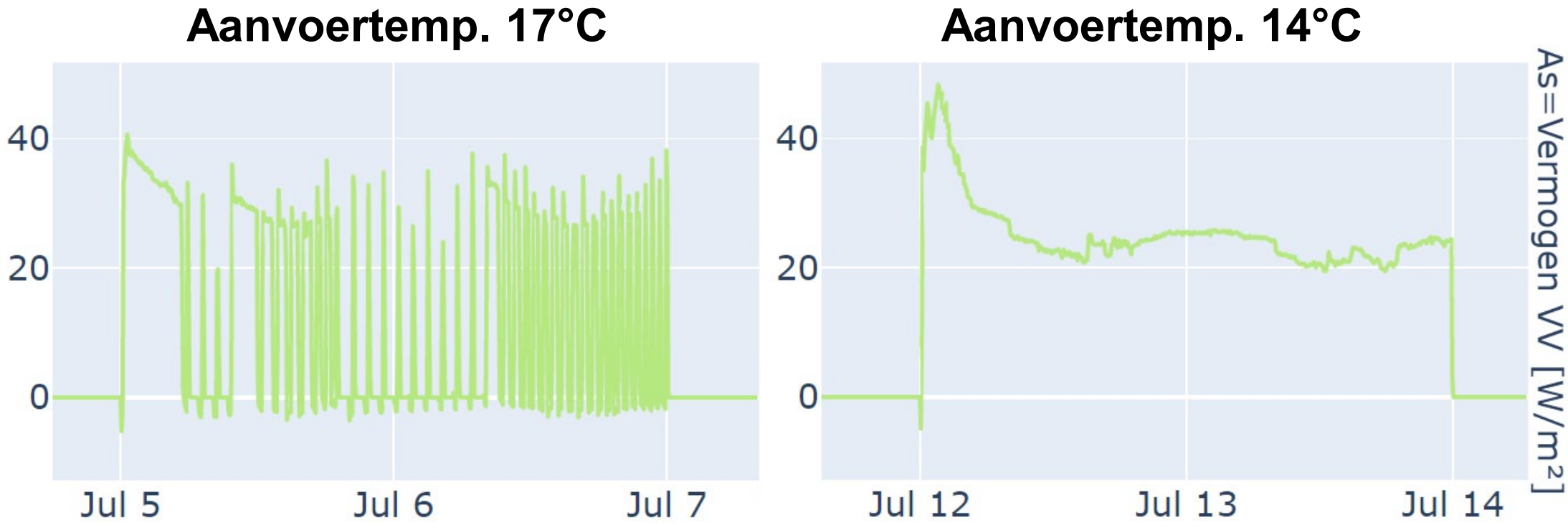
*Vermoedelijk haalde de ventiloconvector niet het maximale ventilatiedebiet, waarvoor momenteel een software update zal gebeuren

Lucht-water warmtepomp

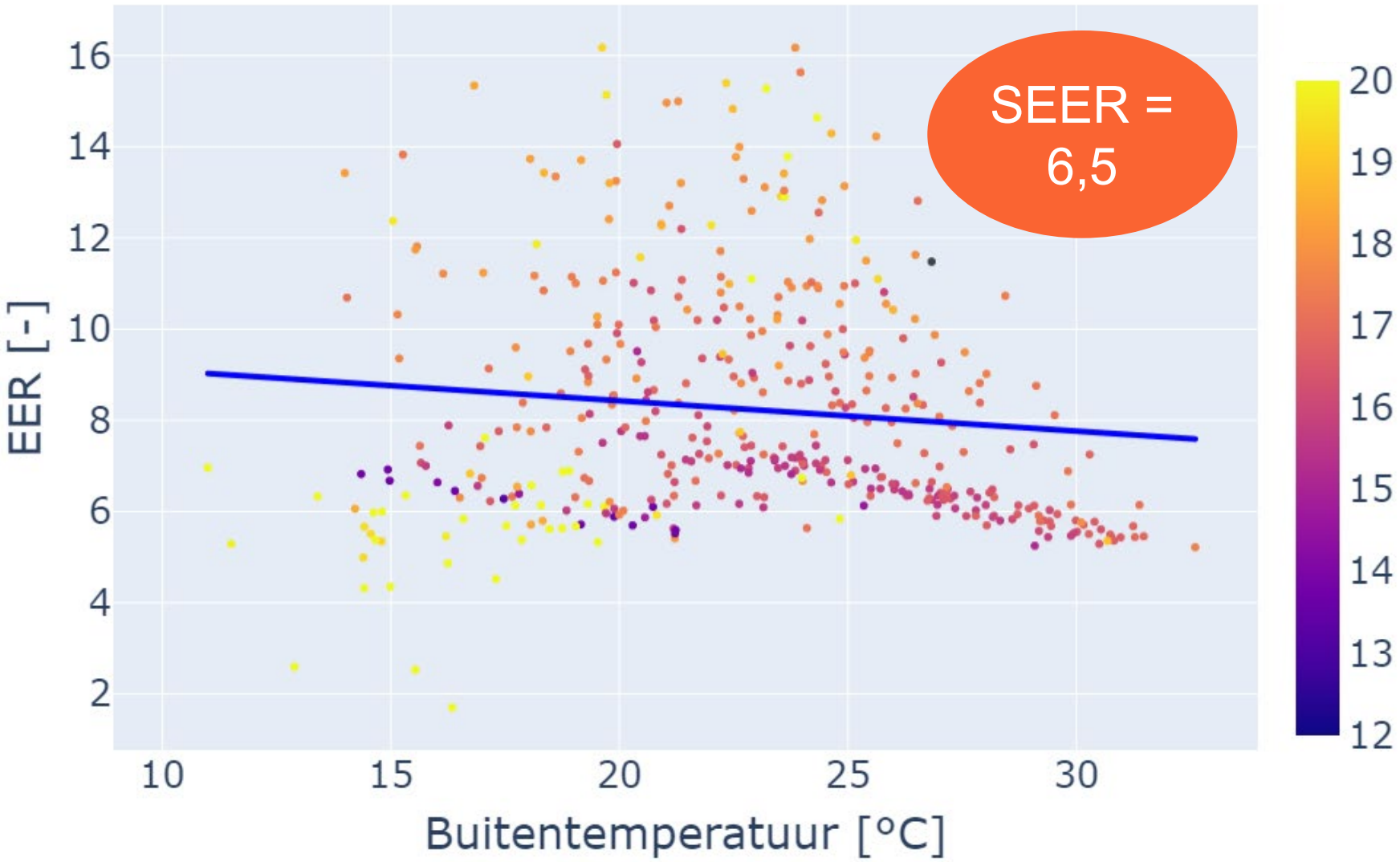
Geel



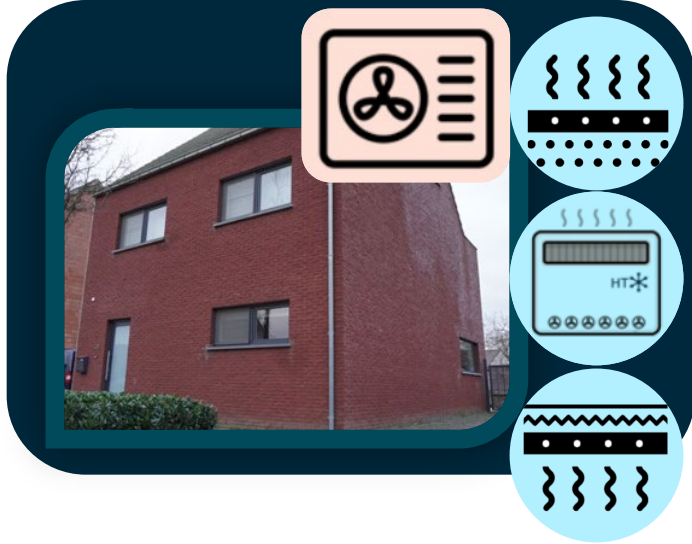
- Start / stops



Lucht-water warmtepomp



Geel



Lucht-water warmtepomp

- Rijwoning
- Renovatie met bestaande convectoren

Herent

Lucht-water warmtepomp

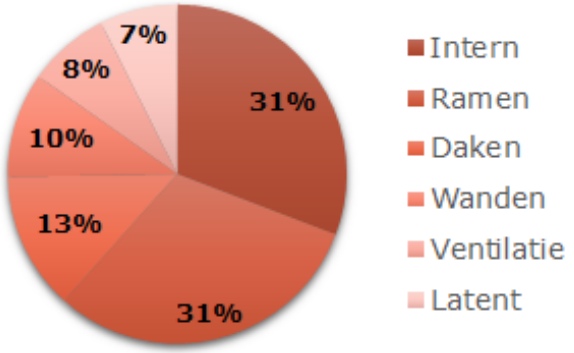
- Rijwoning
- Renovatie met bestaande convectoren

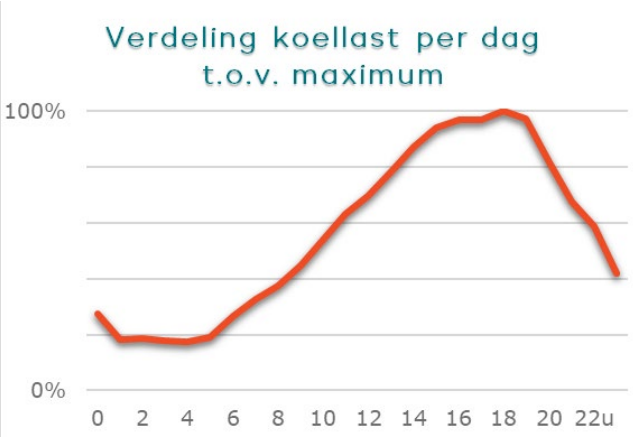
Lucht-water warmtepomp

Herent

Maximale koellast: 3,6 kW
Gemiddelde koellast: 2,7 kW
Max. t.o.v. optelsom ruimtes: 66%

GEGEVENS GEBOUW					
Ingave ruimten					
Ruimtetype	Zonwering	Oversteek	Schaduw zijkant	[W/m²] Max. koellast /vloeropp.	[W/m²] Gem. koellast /vloeropp.
Bureau	Rolluik - licht	Heel klein (15°)		29	13
Leefruimte 2p				38	19
Keuken			Rechts	22	11
Slpk 2p	Rolluik - licht			16	11
Slpk 1p	Rolluik - donker			27	15
Bureau	Screen - donker			39	21

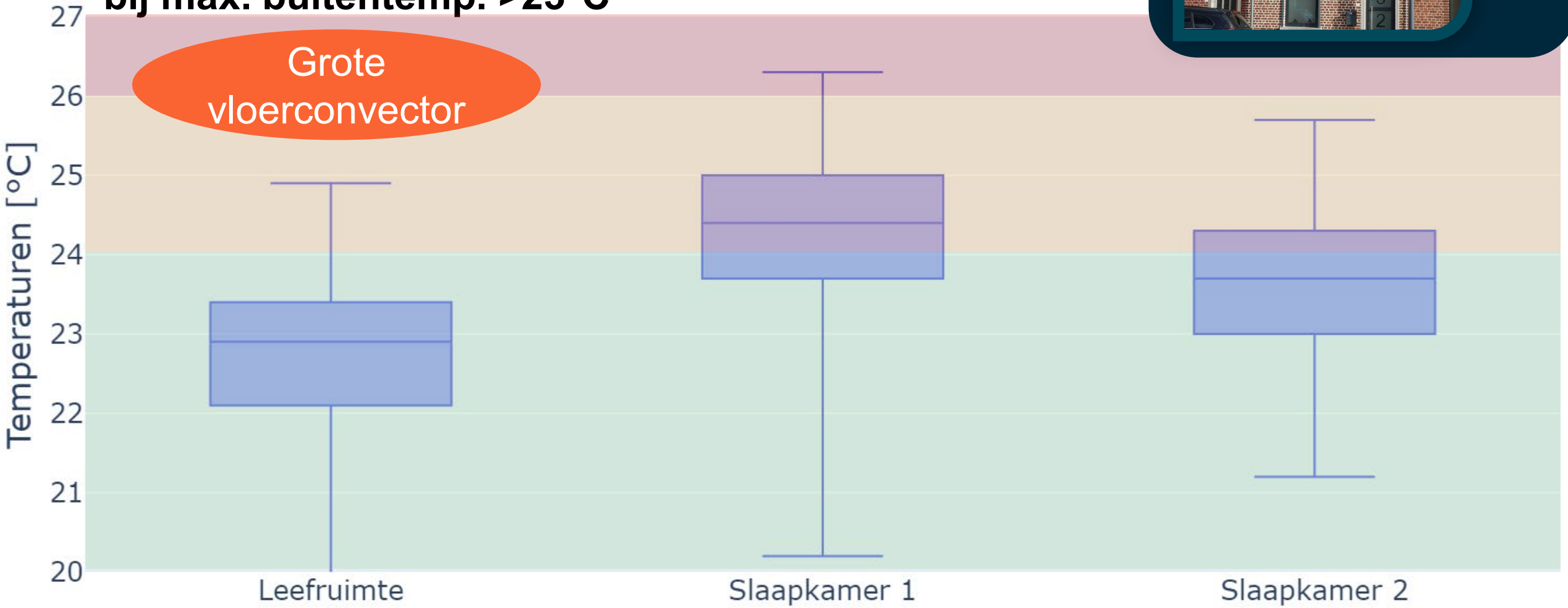




THOMAS MORE Buildwise University of Antwerp Faculty of Applied Engineering

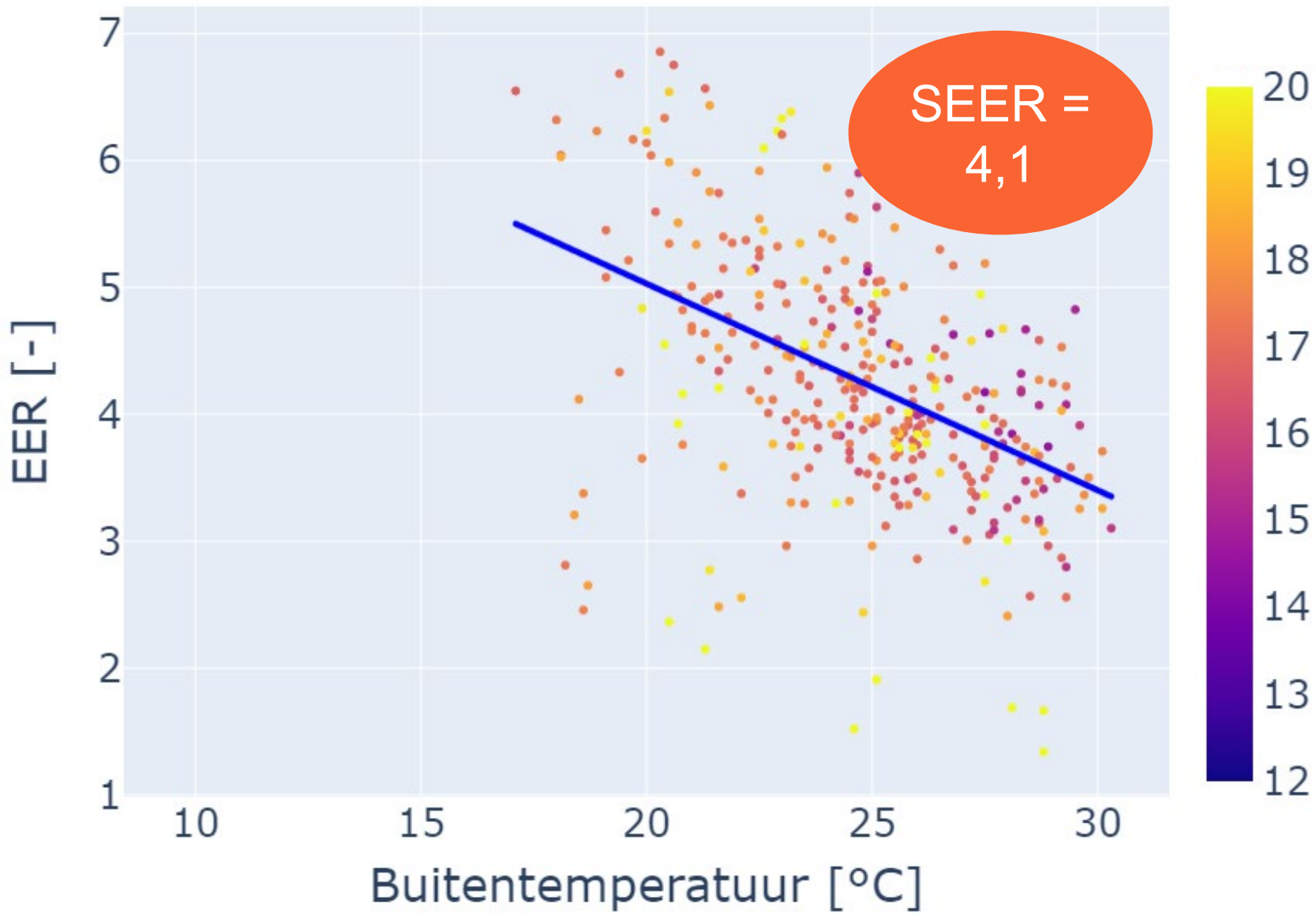
Lucht-water warmtepomp

Boxplot binnentemperaturen bij max. buitentemp. >23°C



Herent

Lucht-water warmtepomp



Herent

Overzicht cases

	Alken	Averbode	Geel	Herent
Draaiuren (start/stops)	1420	50 (30)	675 (335)	165 (293)
Elektrisch verbruik	143 kWh	55 kWh (~~Juni~~)	237 kWh	98 kWh
Verbruik grid	80 kWh	20 kWh (~~Juni~~)	76 kWh	42 kWh
Opgewekte koude	1910 kWh	Onvoldoende data	1540 Wh	400 kWh
SEER	**13.3**	Onvoldoende data	**6.5**	**4.1**

Regelgeving koeling in EPB/EPC

Thomas De Feyter, Expert in EPB/EPC

Inhoud

1. Oververhitting en koeling binnen EPB
2. Aandachtspunten bij de ingave
3. Conclusies

Inhoud

1. Oververhitting en koeling binnen EPB
2. Aandachtspunten bij de ingave
3. Conclusies

Oververhitting en koeling binnen EPB

- **EPB ?**
  - Wetgeving, van toepassing op gebouwen
    - die geklimatiseerd worden
    - waarvoor men stedenbouwkundige handelingen treft
- **Doel ?**
  - Energieverbruik beperken, binnenklimaat comfortabel houden
  - B in EPB staat voor binnenklimaat: minimale ventilatie <u>en beperken van oververhitting</u>
- **Hoe ?**
  - Beoordeling op basis van een rekenmethode

Naam	U/R	K	S	E	Etech	NE (kWh/m²)	Ventil.	Oververh. (K.h)	HE	Energieklasse
voorbeeldwoning...	✓	-	✓ 24 [28]	✓ 20 [30]	✓	-	✓	✓ 1.846,82 [6.500]	✓	A

Oververhitting en koeling binnen EPB

Berekening in 3 stappen in de EPW-rekenmethode

- 1e stap:
  – bepaling van de oververhittingsindicator I_{overh}
  – moet kleiner blijven dan de maximaal toegelaten waarde (zo niet boete)

- 2e stap:
  – bepaling van de conventionele waarschijnlijkheid op plaatsing van actieve koeling

- 3e stap:
  – desgevallend: bepaling van het (reëel of fictief) koelverbruik

De berekeningen gebeuren per energiesector

Oververhitting en koeling binnen EPB

- 1e stap:
  – bepaling van de oververhittingsindicator I_{overh}
  – moet kleiner blijven dan de maximaal toegelaten waarde (zo niet boete)

I_{overh} = de mate van overschrijding van de comfortgrens (23°C)
= de genormaliseerde niet-nuttige warmtewinsten
(eenheid: Kh: Kelvin uur)

Naam	U/R	K	S	E	Etech	NE (kWh/m²)	Ventil.	Oververh. (K.h)	HE	Energieklasse
voorbeeldwoning...	✓	-	✓ 24 [28]	✓ 20 [30]	✓	-	✓	✓ 1.846,82 [6.500]	✓	A

Oververhitting en koeling binnen EPB

- 1e stap:
  – bepaling van de oververhittingsindicator $I_{overh,\ sec\ i,\ m}$

$$I_{overh,sec\ i,m} = Q_{excess\ norm,sec\ i,m} = \sum_{m=}^{12} Q_{excess\ norm,sec\ i,m} \qquad \text{(Kh)}$$

met

$$Q_{excess\ norm,sec\ i,m} = \frac{(1-\eta_{util,overh,sec\ i,m}) \cdot (1-f_{cool,geo,sec\ i,m}) \cdot Q_{g,overh,sec\ i,m}}{H_{T,\ overh,sec\ i,m} + H_{V,overh,sec\ i,m}} \cdot \frac{1000}{3,6}$$

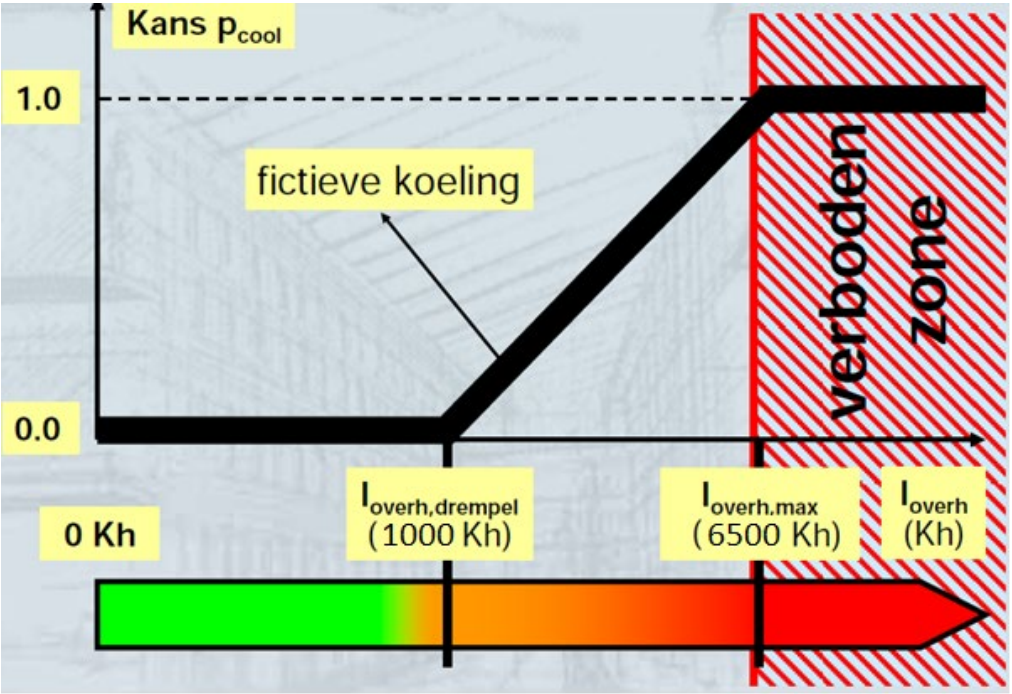
met

$I_{overh,seci}$	De oververhittingsindicator van de energiesector i.
$\eta_{util,over\ h,\ seci,m}$	De benuttingsfactor van de maandelijkse warmtewinsten van energiesector i, voor de evaluatie van het oververhittingsrisico.
$f_{cool,geo,seci,m}$	Een factor die de invloed van passieve koeling in rekening brengt.
$Q_{g,overh,seci,m}$	De maandelijkse warmtewinsten door bezonning en interne warmteproductie in energiesector i voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in MJ.
$H_{t,overh,seci}$	De warmteoverdrachtscoëfficiënt van energiesector i door transmissie voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in W/K.
$H_{V,overh,seci}$	De warmteoverdrachtscoëfficiënt van energiesector i door ventilatie voor de evaluatie van het oververhittingsrisico, in W/K.

Oververhitting en koeling binnen EPB

- 2e stap:
  – bepaling van de conventionele waarschijnlijkheid op plaatsing van actieve koeling

Oververhittingsindicator I_{overh}	Kans op actieve koeling
I_{overh} < 1000 Kh	0 %
1000 Kh < I_{overh} < 6500 Kh	Lineair tussen 0 en 100 %
I_{overh} > 6500 Kh	100 %

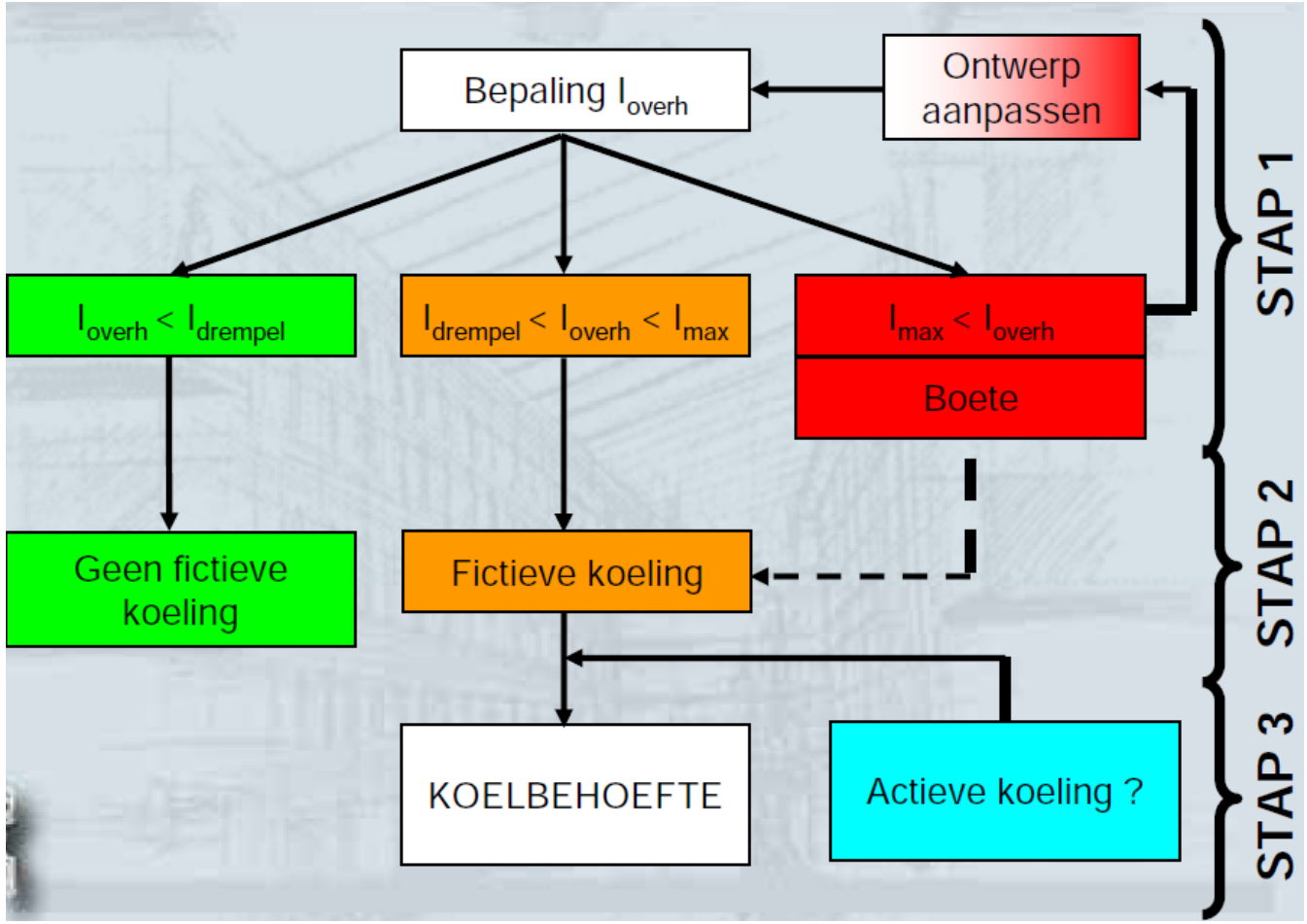


Oververhitting en koeling binnen EPB

- 3e stap:
  – desgevallend: bepaling van de netto energiebehoefte voor koeling

Dit gebeurt volledig automatisch door de software: er is geen extra invoer nodig.

Oververhitting en koeling binnen EPB
samenvattend schema



Oververhitting en koeling binnen EPB

Indien $I_{overh} > I_{overh,max}$

Mogelijke ontwerpmaatregelen:

- zonnewinsten beperken:
  - adequate zonnewering voorzien
  - glasoppervlakte verminderen
  - selectieve beglazing kiezen
  - beschaduwing aanbrengen, ...
- meer toegankelijke thermische massa (massiever bouwen)
- intensieve ventilatie

Mogelijke keuzes in technieken

- passieve koeling
- voorkoeling ventilatielucht

Inhoud

1. Oververhitting en koeling binnen EPB
2. Aandachtspunten bij de ingave
3. Conclusies

Aandachtspunten bij de ingave

situering actieve ⇔ passieve koeling

Actieve koeling

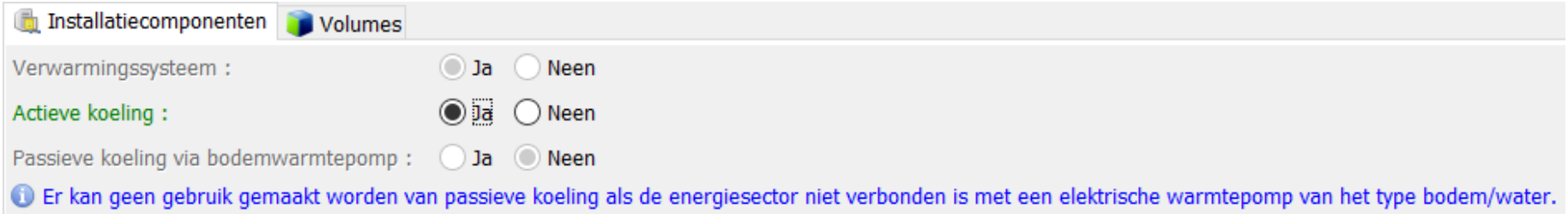
- Geen koelbeperking (ontvochtiging)
- Warmtepompcyclus (compressor werkt)

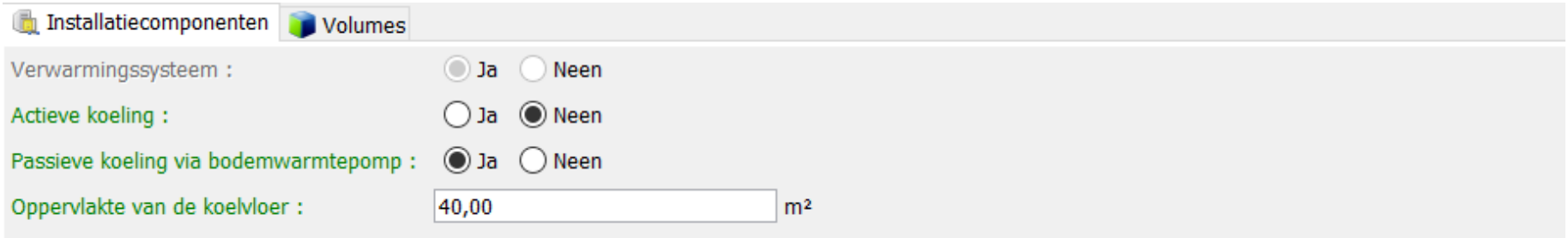
Passieve koeling

- Aandacht voor dauwpunt (geen ontvochtiging)
- Geen warmtepompcyclus (compressor werkt niet)

Aandachtspunten bij de ingave

passieve koeling





Het maandgemiddeld vermogen dat wordt afgegeven door de koelvloer in energiesector i wordt bepaald als:

Eq. 401 $\dot{Q}_{cool,slab,sec\ i,m} = A_{cool,slab,sec\ i} \cdot U_{cool,slab} \cdot f_{cool,slab,usable} \cdot (23-\theta_{w,ave,slab,m})^{n_{slab,cool}}$ (W)

met:

$A_{cool,slab,sec\ i}$ de oppervlakte van de koelvloer in energiesector i, in m²;

Aandachtspunten bij de ingave

passieve koeling

Het maandgemiddeld vermogen dat wordt afgegeven door de koelvloer in energiesector i wordt bepaald als:

Eq. 401 $\dot{Q}_{cool,slab,sec\ i,m} = A_{cool,slab,sec\ i} \cdot U_{cool,slab} \cdot f_{cool,slab,usable} \cdot (23-\theta_{w,ave,slab,m})^{n_{slab,cool}}$ (W)

met:

$A_{cool,slab,sec\ i}$ de oppervlakte van de koelvloer in energiesector i, in m²;

- netto vloeroppervlakte waar vloerkoeling geplaatst werd
- na aftrek van binnen- en buitenmuren
- ≠ bruto oppervlakte cfr. bruikbare vloeroppervlakte

Aandachtspunten bij de ingave

passieve koeling - resultaten

Daling koelbehoefte, stijging hulpenergie

Resultaten

EPB-eenheid

Naam	U	K	S	E	Et	NE	V	O	HE
voorb...	✓	-	29	13	✓	-	✓	2.392,8	✓

EPB-eenheid

Berekening	
Ep,verwarming (MJ)	22.164,78
Ep,koeling (MJ)	6.598,82
Ep, tapwater (MJ)	7.972,70
Ep,PV (MJ)	27.751,48
Ep,hulpenergie (MJ)	9.621,28
Ep,WKK (MJ)	0,00
Karakt. verbr. (MJ)	18.606,11
Ref. waarde (MJ)	145.357,65

zonder

Resultaten

EPB-eenheid

Naam	U	K	S	E	Et	NE	V	O	HE
voorb...	✓	-	29	10	✓	-	✓	246,68	✓

EPB-eenheid

Berekening	
Ep,verwarming (MJ)	22.164,78
Ep,koeling (MJ)	659,88
Ep, tapwater (MJ)	7.972,70
Ep,PV (MJ)	27.751,48
Ep,hulpenergie (MJ)	10.734,83
Ep,WKK (MJ)	0,00
Karakt. verbr. (MJ)	13.780,72
Ref. waarde (MJ)	145.357,65

met

vraag: waar komt de hulpenergie vandaan?

=> van de circulatiepomp

Aandachtspunten bij de ingave

passieve koeling – methode bijlage V

8.6.2 Passieve koelsystemen andere dan geo cooling

= volledig nieuwe paragraaf vanaf 2022

Voor residentiële eenheden zijn er ook andere passieve koelsystemen mogelijk dan bodemwarmtewisselaars en grondwater, zoals bijvoorbeeld passieve koeling via oppervlaktewater. Deze passieve koelsystemen worden in rekening gebracht met de factor $f_{cool,ngeo,sec\ i,m}$. Deze factor is de verhouding, op maandbasis, van de koelenergie die door een passief koelsysteem, niet op basis van geo-cooling met verticale bodemwarmtewisselaar en niet op basis van geo-cooling met grondwater, rechtstreeks of via een systeem van externe koudelevering, aan energiesector i wordt geleverd en de fundamentele netto energiebehoeften voor koeling van energiesector i.

De factor $f_{cool,ngeo,sec\ i,m}$ kan variëren tussen 0 en 1. De waarde bij ontstentenis is 0. Gunstigere waarden zijn te bepalen volgens vooraf door de minister bepaalde regels. Bij gebrek daaraan moet worden gerekend met de waarde bij ontstentenis.

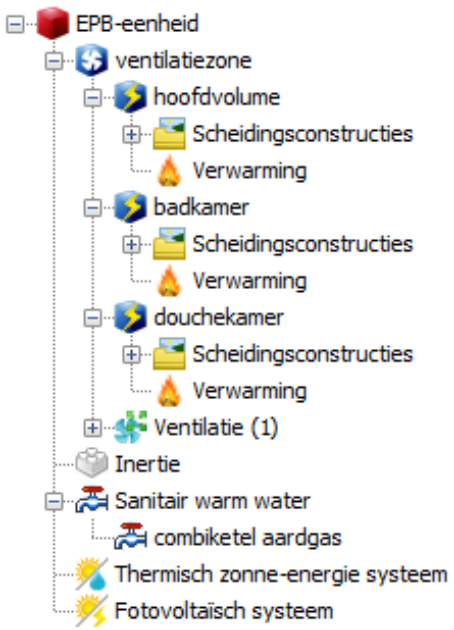
- 2020 enkel passieve koeling via verticale B/W
- 2021 ook passieve koeling via W/W
- 2022 ook passieve koeling via oppervlaktewater

Aandachtspunten bij de ingave

situering energiesectoren

Een energiesector
deel van het beschermd volume met homogene technische installaties: eenzelfde opwekkingstoestel voor verwarming en koeling.

Afspraken
ruimten in de energiesector moeten van hetzelfde warmteafgiftesysteem voorzien zijn tenzij, in het geval van centrale verwarming, met het afgiftesysteem met het slechtste rendement gerekend wordt.

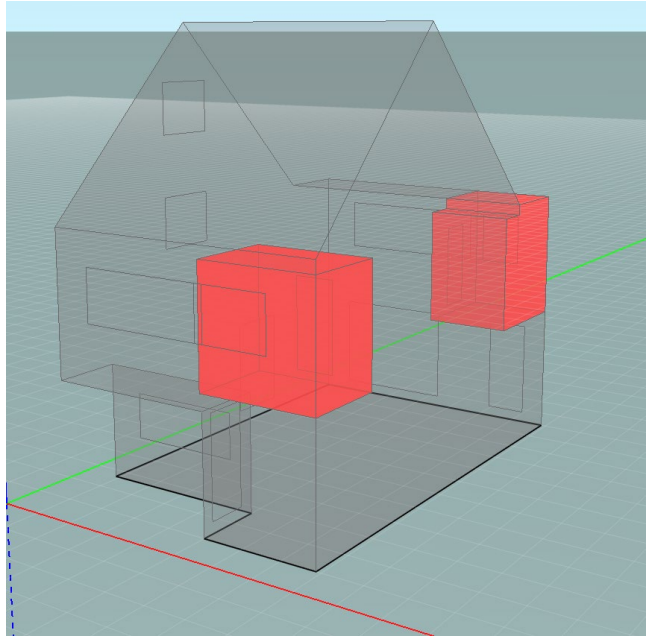


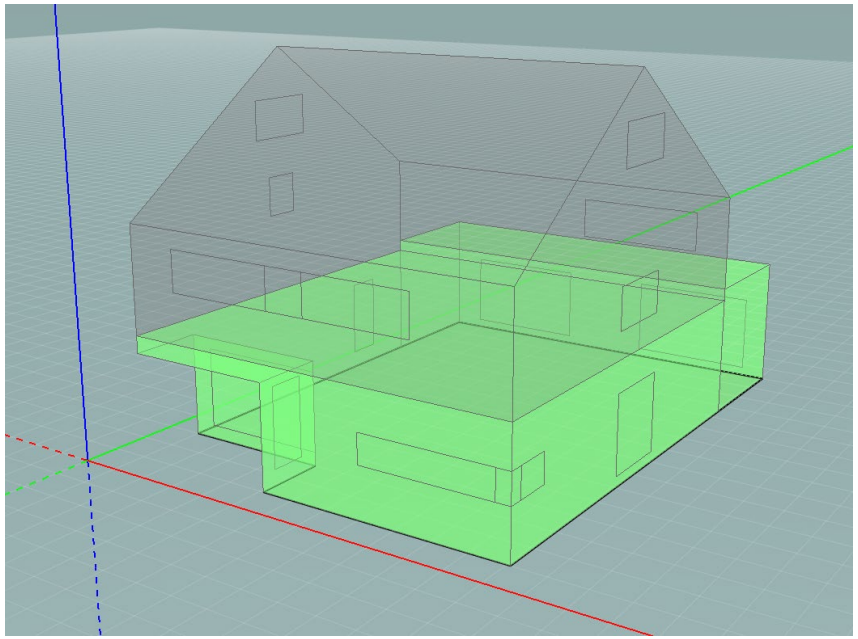
https://www.vlaanderen.be/epb-pedia/epb-plichtig-toepassing-en-eisen/indeling-gebouw/energiesectoren-huidig#q-02c2153f-d52d-4b36-8349-f7d0df68369c

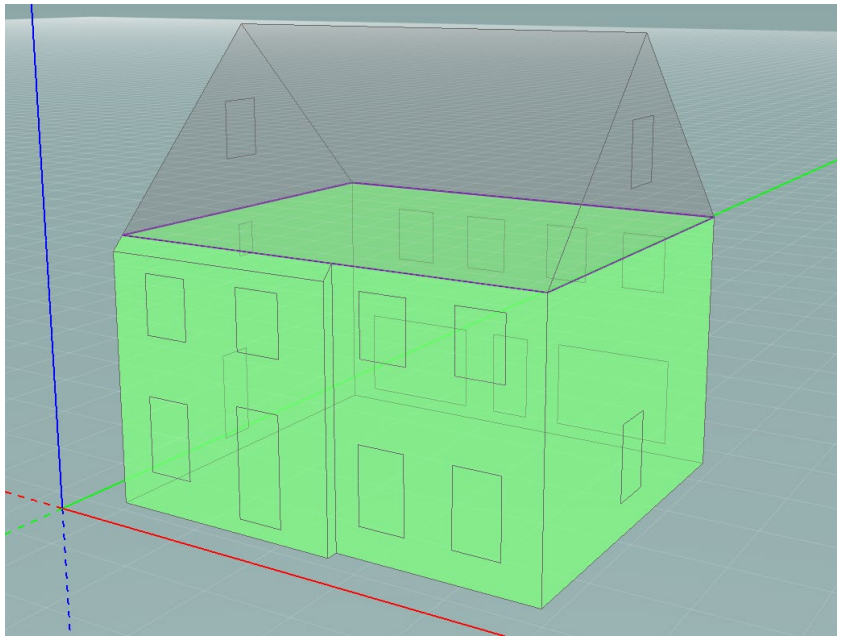
Bijlage V – paragraaf 5.3.2 Verdeling in ventilatiezones en energiesectoren

Aandachtspunten bij de ingave

situering energiesectoren





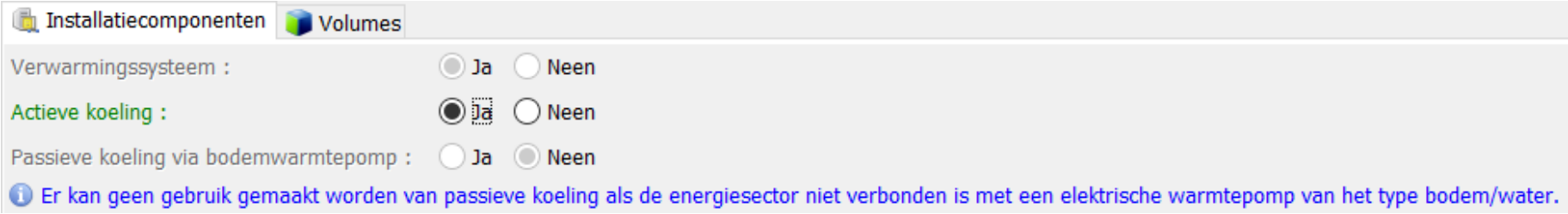


Aandachtspunten bij de ingave

actieve koeling

Wanneer een actieve koelmachine of reversibele warmtepomp wordt toegepast in een EPW-eenheid, moet u dat aanduiden in de software onder de knoop van de energiesector.

U hoeft geen verdere gegevens over de opwekker in te geven: er wordt gerekend met een vast opwekkingsrendement van 2,5 en een systeemrendement van 0,9.



Wat met 2 opwekkers – verschillend afgiftesysteem ?

Aandachtspunten bij de ingave

actieve koeling

2 opwekkers + eenzelfde afgiftesysteem

- 2 opwekkers preferent / niet-preferent

2 opwekkers + verschillend afgiftesysteem

- centrale verwarmingssysteem met het beste opwekkingsrendement buiten beschouwing gelaten
- enkel naar de kenmerken van het opwekkingssysteem met het minste rendement, andere systeem niet invoeren

https://www.vlaanderen.be/epb-pedia/technieken/verwarming-koeling-en-sanitair-warm-water/opwekking/types-van-warmtepompen/elektrische-warmtepomp/invoer-van-specifieke-combinaties-of-toepassingen-met-warmtepompen-huidig/voorbeeld-invoer-meerdere-split-units-lucht-lucht-voor-koeling-en-verwarming#geval-5-combinatie-luchtlucht-en-luchtwater-warmtepomp

Aandachtspunten bij de ingave

actieve koeling

Actieve koeling + warmtepomp of ketel

- ruimte met radiatoren (ketel op aardgas) + lucht/lucht :
  - Voor ruimteverwarming geeft u de radiatoren en ketel op aardgas in
    - geen vast rendement
    - detailmethode of waarde bij ontstentenis
  - U geeft aan dat er actieve koeling is (het lucht/lucht airco toestel)
    - vast rendement

- ruimte met vloerverwarming (lucht/water warmtepomp) + lucht/lucht :
  - Voor ruimteverwarming geeft u het lucht/lucht airco toestel in
    - geen vast rendement
    - detailmethode of waarde bij ontstentenis.
  - U geeft aan dat er actieve koeling is (het lucht/lucht airco toestel)
    - vast rendement

Bepaal de prestatiecoëfficiënt in actieve modus, rekening houdend met de invloed van de installatie, $SCOP_{inst}$, als:

Eq. 334 $$SCOP_{inst} = f_{\theta,em} \cdot f_{\theta,source} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{pumps} \cdot f_{AHU} \cdot f_{dim,gen,heat} \cdot SCOP_{on} \quad (-)$$

Aandachtspunten bij de ingave

rekening houden met dimensionering ?

Bepaal de prestatiecoëfficiënt in actieve modus, rekening houdend met de invloed van de installatie, $SCOP_{inst}$, als:

Eq. 334 $$SCOP_{inst} = f_{\theta,em} \cdot f_{\theta,source} \cdot f_{\Delta\theta} \cdot f_{pumps} \cdot f_{AHU} \cdot f_{dim,gen,heat} \cdot SCOP_{on} \quad (-)$$

$f_{dim,gen,heat}$ een correctiefactor om rekening te houden met de dimensionering van het warmteopwekkingssysteem voor ruimteverwarming; voor het ogenblik wordt deze factor conventioneel gelijkgesteld aan 1,00, (-);

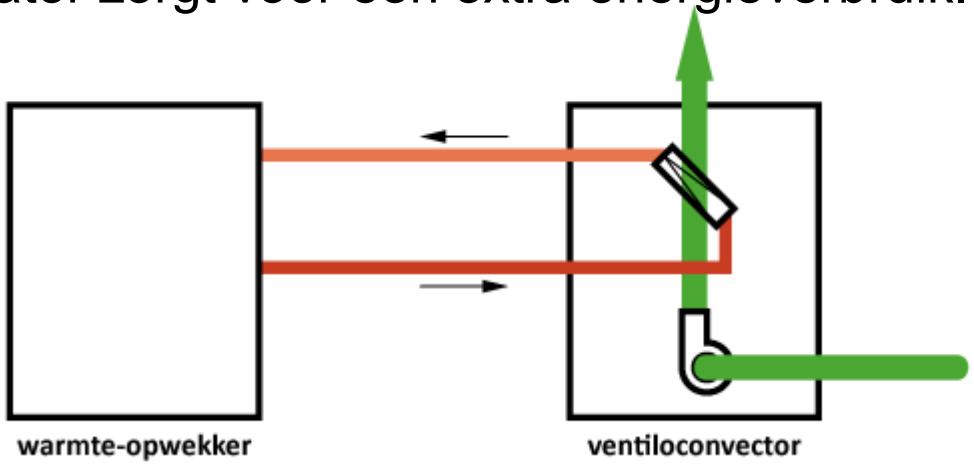
Aandachtspunten bij de ingave

hulpenergie ventilatoren verwarmingsmodus

Een hydraulische ventiloconvector = afgifte-element uitgerust met een ventilator en een warmtewisselaar

- doorheen de warmtewisselaar stroomt warm water
- door de ventilator wordt lucht uit de ruimte over de warmtewisselaar gestuurd en terug in de ruimte geblazen en wordt de warmte beter afgegeven aan de lucht van de ruimte

Ventilator zorgt voor een extra energieverbruik.



https://www.vlaanderen.be/epb-pedia/technieken/verwarming-koeling-en-sanitair-warm-water/systeem/afgifte-huidig/ventiloconvectoren

https://www.jaga.com/benl/Producten/Horizontaal/Strada/hybrid-ACO.html

Aandachtspunten bij de ingave

hulpenergie ventilatoren verwarmingsmodus

Ventiloconvector

= afgiftesysteem ‘andere’

= hulpenergie afzonderlijk inrekenen

11.2 Maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren

11.2.1 Principe

Voor de berekening van het ventilatorverbruik wordt de keuze gelaten tussen een vereenvoudigde berekening (methode 1 - zie § 11.2.2) en een gedetailleerde berekening (methode 2 en methode 3 - zie § 11.2.3). De keuze voor methode 1, 2 of 3 wordt gemaakt voor de volledige EPW-eenheid.

Met "ventilatiemodus" wordt in de volgende hoofdstukken bedoeld dat de ventilator enkel functioneert voor hygiënische ventilatie en dus voor het toevoeren van buitenlucht (desgevallend gerecirculeerde lucht naar de woonkamer) of voor het afvoeren van lucht naar buiten. Met "verwarmingsmodus" wordt bedoeld dat de ventilator functioneert met als doel opgewarmde ((deels) gerecirculeerde) lucht naar de bediende ruimten te transporteren, al dan niet in combinatie met hygiënische ventilatie.

Bijlage V – paragraaf 11.2 Maandelijks elektriciteitsverbruik van ventilatoren

Aandachtspunten bij de ingave

hulpenergie ventilatoren verwarmingsmodus

11.2.3.2 Rekenwaarde voor het elektrisch vermogen in verwarmingsmodus - gedetailleerde berekening

Bepaal het elektrisch vermogen van elke ventilator(groep) j in verwarmingsmodus als volgt:

Eq. 279 $\Phi_{fans,heat,j} = P_{fans,max,j}$ (W)

met:

$P_{fans,max,j}$ het maximale elektrisch vermogen van de elektromotor of van de elektro-motor-ventilator combinatie van ventilator(groep) j, in W.

Voor de definitie van het maximale elektrisch vermogen wordt verwezen naar § 2.

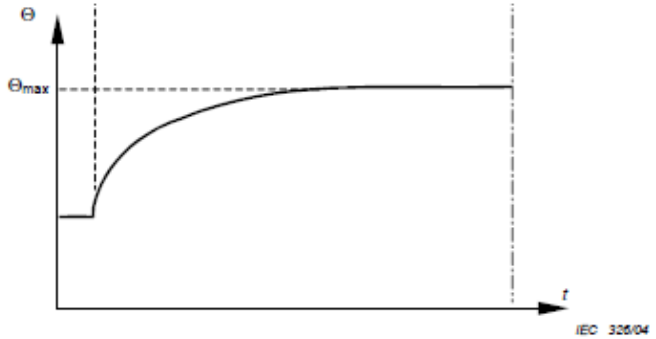
Aandachtspunten bij de ingave

hulpenergie ventilatoren verwarmingsmodus

§ 2 ? **Maximaal elektrisch vermogen van een elektromotor (of van een elektromotor-ventilator combinatie):** dit is het maximaal elektrisch vermogen dat de elektromotor (of de elektromotor-ventilator combinatie) bij continu bedrijf kan opnemen, desgevallend met inbegrip van alle voorschakelapparatuur. Het elektrisch vermogen wordt dus gemeten ter hoogte van de netvoeding. Continu bedrijf is gedefinieerd in NBN EN 60034-1 (Duty type S1).

NBN EN 60034-1
(Duty type S1) ?

Duty type S1 houdt volgens de norm in "Operation at a constant load maintained for sufficient time to allow the machine to reach thermal equilibrium, see Figure 1. The appropriate abbreviation is S1."



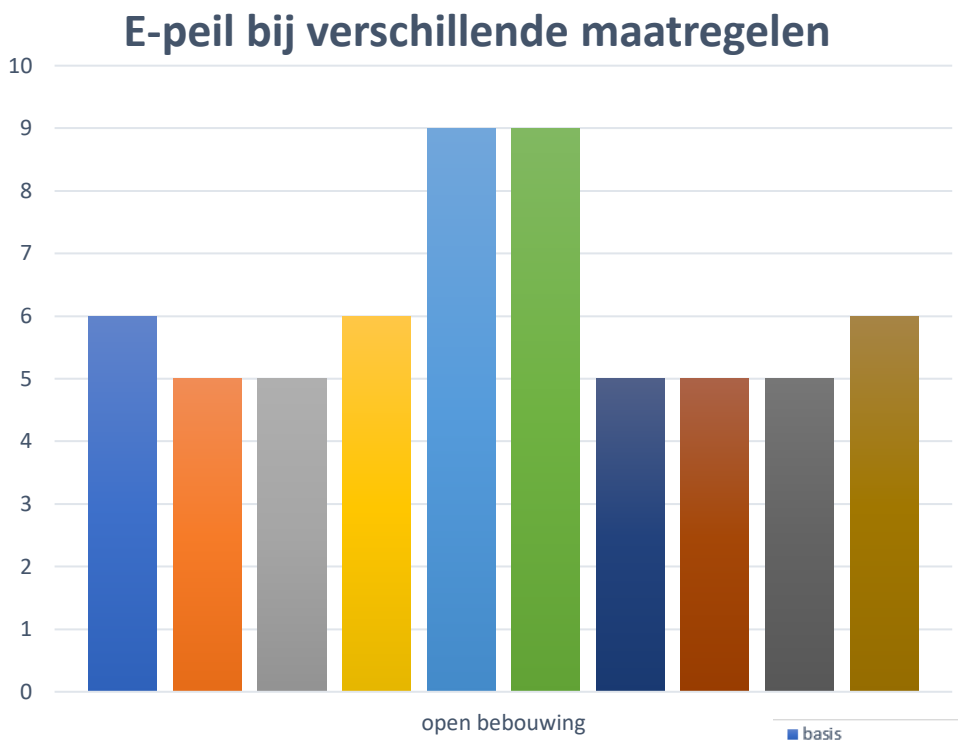
Key

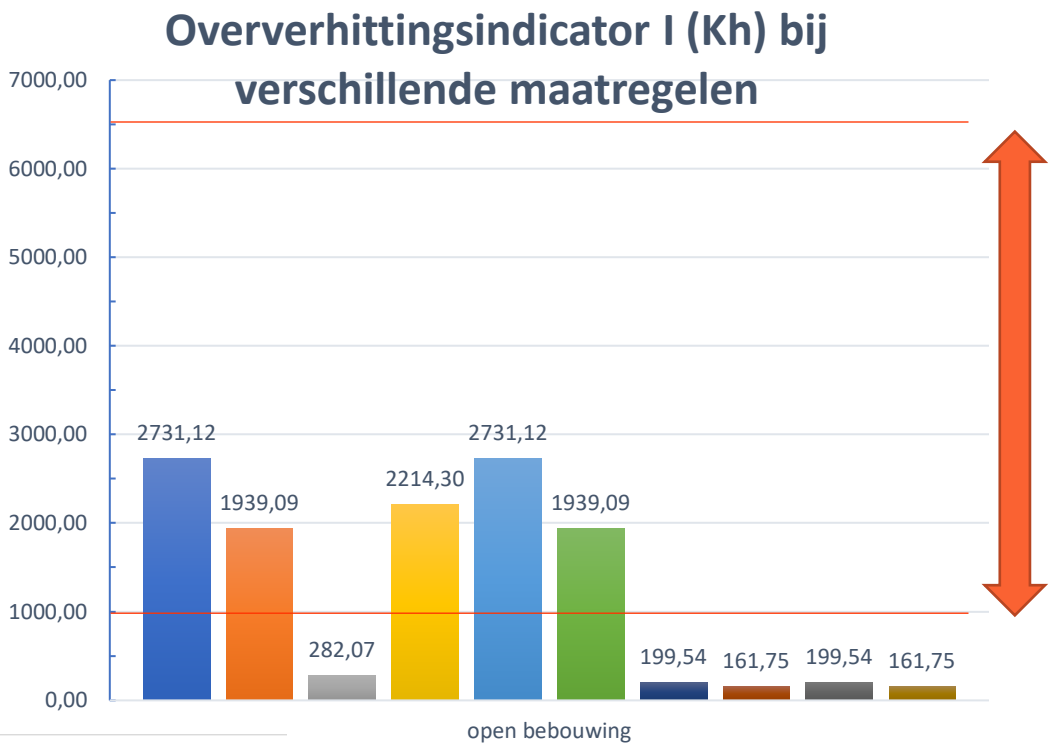
P	load
P_V	electrical losses
Θ	temperature
Θ_{max}	maximum temperature attained
t	time

Figure 1 – Continuous running duty – Duty type S1

Aandachtspunten bij de ingave

resultaten op oververhittingsindicator





- basis
- basis + screens op alle ramen tussen oost en west
- basis + passieve koeling
- basis + voorkoeling van ventilatielucht (bodem-water warmtewisselaar)
- basis + actieve koeling
- basis + screens + actieve koeling
- basis + screens + passieve koeling
- basis + screens + passieve koeling + voorkoeling ventilatie
- basis + screens + passieve koeling + actieve koeling
- basis + screens + passieve koeling + voorkoeling ventilatie + actieve koeling

Inhoud

1. Oververhitting en koeling binnen EPB
2. Aandachtspunten bij de ingave
3. Conclusies

Conclusie

- Voor niet elk type koelsysteem bestaat een ingavemethode
- Eén afgiftesysteem per energiesector
- Extra energiesectoren voor beter resultaat
- Ingave kan complex worden

3 vragen

1. Alle afgiftesystemen mogelijk maken
2. Rekening houden met dimensionering (of gelijktijdigheid)
3. Daaruit volgt: vereenvoudiging in de energiesectoren

Panelgesprek: Koeling in de toekomst

Tom Vercammen, Thomas More

Panelgesprek

Marijke De Meulenaer

Vlaanderen
is energie en klimaat

VEKA geeft uitvoering aan een duurzaam energie- en klimaatbeleid

Patrick Van Beeck

DAIKIN

Verwarmen en koelen zonder zorgen

Jan Hoogmartens

VIESSMANN

Wij creëren leefruimten voor toekomstige generaties

Jonas Cleiren

NOVEN+

Noven ontwikkelt, financiert en beheert energieoplossingen

Besluit

- Duurzame hydronische koeling:
  - Voordelen naar milieu impact en comfort
  - Doordacht ontwerp voor performante installatie met voldoende comfort
- www.duurzamekoeling.be
- Tools
- Fiches

Bedankt!