



# Resilient Storage

Studiedag 'Samen inzetten op depotuitdagingen'  
1 april 2022

Estelle De Bruyn & Annelies Cosaert  
Geert Bauwens

01/04/2022 – Studiedag  
Samen inzetten op depotuitdagingen

**CHARP**<sup>®</sup>  
Art Care

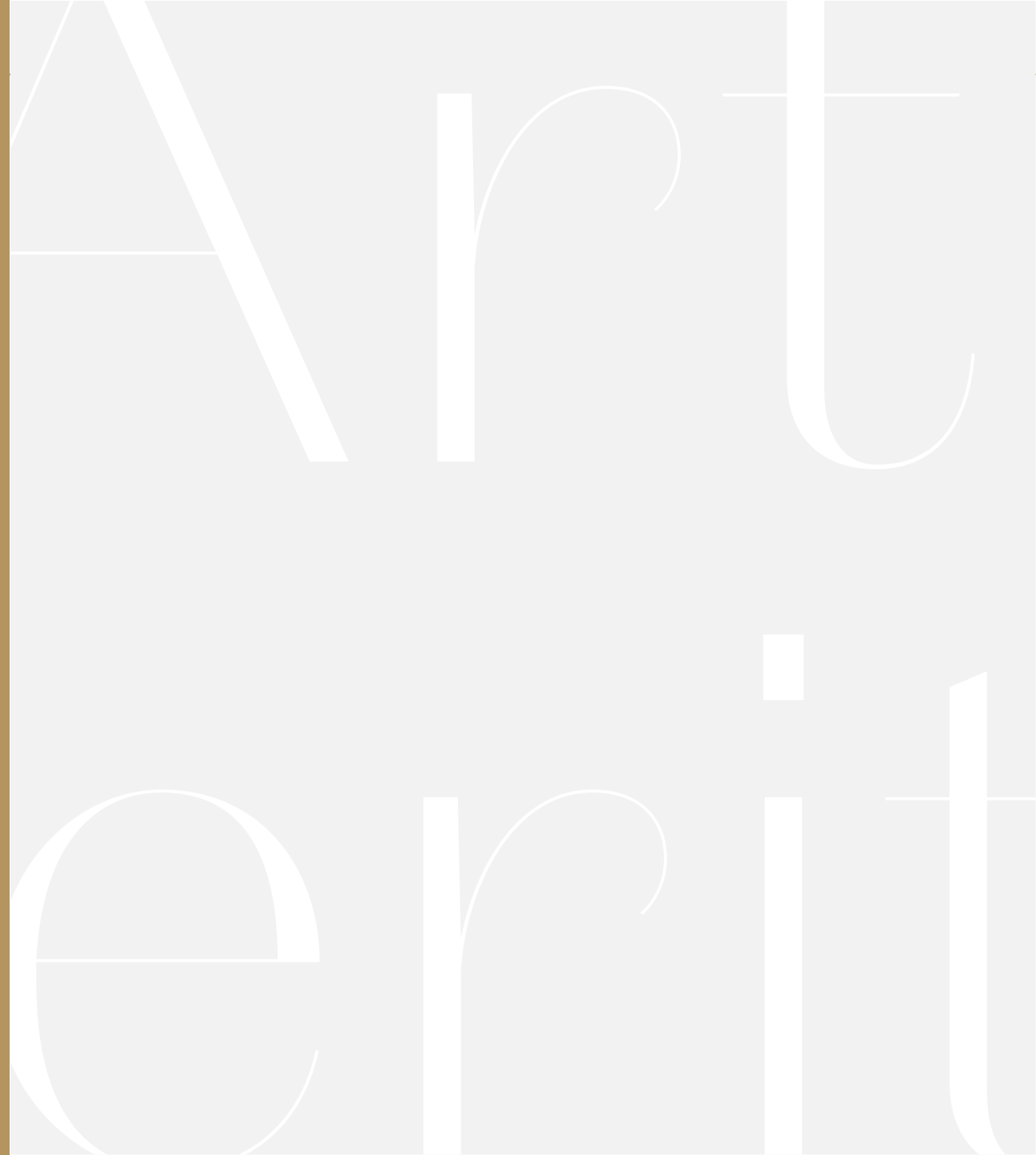


Royal Institute for  
Cultural Heritage

**KU LEUVEN**



Introductie



# Waarom depots verduurzamen?

- 55 000 musea ter wereld
- 95 % van de collecties in depots: miljarden kunstwerken op een relatief kleine ruimte
- Depot is het hart van het museum: rechtvaardigt energiegebruik en bijhorende financiële kosten
- Lage bezettingsgraad laat toe om af te wijken van een comforttemperatuur (bespaart verwarming en controle van RV)
- Verpakkingsmaterialen en organische objecten (in het bijzonder cellulose) functioneren als een buffer
- Toegevoegde enveloppes (meubilair, verpakkingsmaterialen) vormen een extra bescherming rond de objecten en functioneren als buffer.
- Zonering kan eenvoudiger zijn en compartimenteren van collecties met bijzondere noden is eenvoudiger.

# Kunnen depots duurzaam zijn?

**Preservation**

VS

**Huge energy and financial costs**



# Annual costs of an HVAC system for a 900m<sup>2</sup> storage area

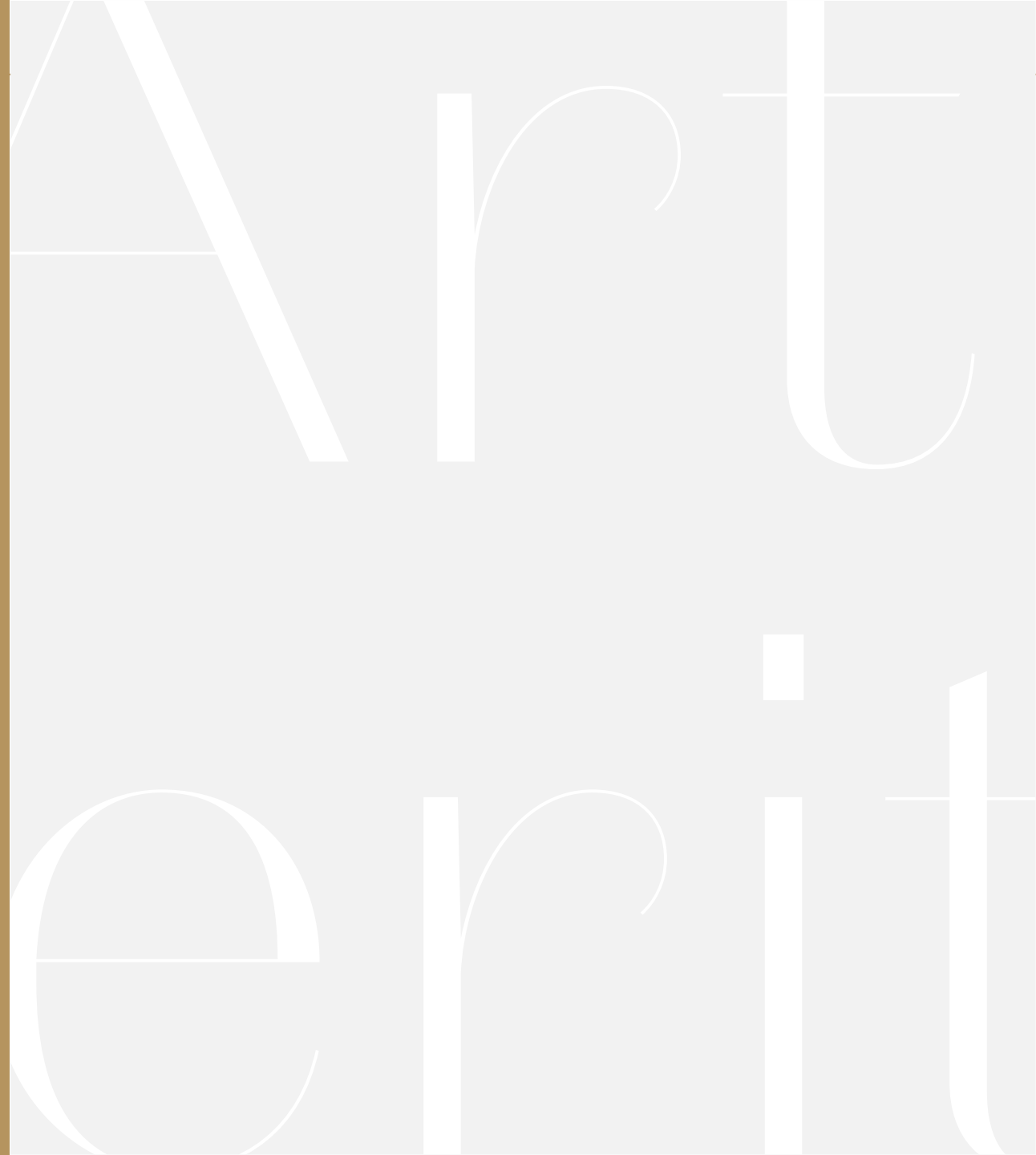
~ € 35,000 / jaar

- DENK AAN:  
Denk aan expositieruimtes Félicien Rops,  
Ondergrondse ruimte van het Mauritshuis,  
Speelgoedmuseum in Brussel
- Kostprijs voor aardgas 11 000 à 44 000 EUR / jaar  
(Bron: 3 musea FOCl-subsidielijnen)
- 10 à 30 % minder energiegebruik:  
besparingen > 10 000 EUR



Hoe energie besparen en een goed  
bewaaromgeving garanderen?

Resilient Storage





# resilient storage





# Resilient Storage: een stap naar een duurzaam museum

Een duurzaam depot is:

- **Suitable** for museum life and collections requirements

*What do my team / my collections really need?*

- **Not overkill** nor **wasting**

*What can I do with what I already have?*

- In accordance with **the museums' priorities**

*What are my priorities?*

# Resilient Storage: doel

## 2020-2: pilootproject



Ontwerp een METHODE voor Belgische kleine tot middelgrote musea



REDUCEER de energieconsumptie van de HVAC systemen in de case-study musea



VERBETER de bewaaromstandigheden

## > 2023: nationale strategie

REDUCEER de ecologische voetafdruk (CO2 uitstoot) van regionale musea



# Resilient Storage: een interdisciplinair team

Preservatie  
Duurzaamheid  
Ingenieurswetenschappen



Regionale  
partners



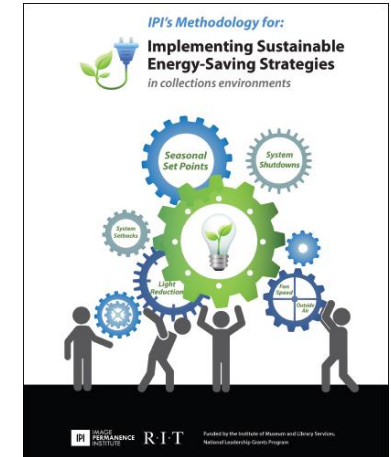
Museum-  
expertise



# Methodologie

Beroep doen op bestaande methodes:

- Guide (and methodology) to: Sustainable Preservation Practices for Managing Storage Environments (IPI)
- Practical Guide for Sustainable Climate Control and Lighting in Museums and Galleries (Museums & Galleries Queensland)
- ASHRAE Handbook, Chapter 24: Museums, Galleries, Archives, and Libraries (ASHRAE)
- Managing Indoor Climate Risks in Museums (Ankersmit & Stappers)
- DEMI MORE : une approche intégrée du processus de conservation (Kempens Landschap, provincie Noord-Brabant)
- Analyse van en Bouwstenen voor de Uitwerking van een Programma van Eisen voor Cultureel-Erfgoeddepots in Vlaanderen (Flemish Gouvernement)



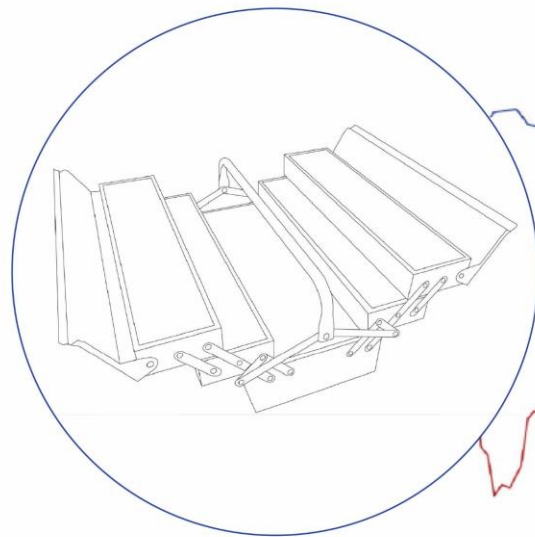
# Disseminatie

Disseminatie en bewustmaking van de nieuwe bewaarrichtlijnen:



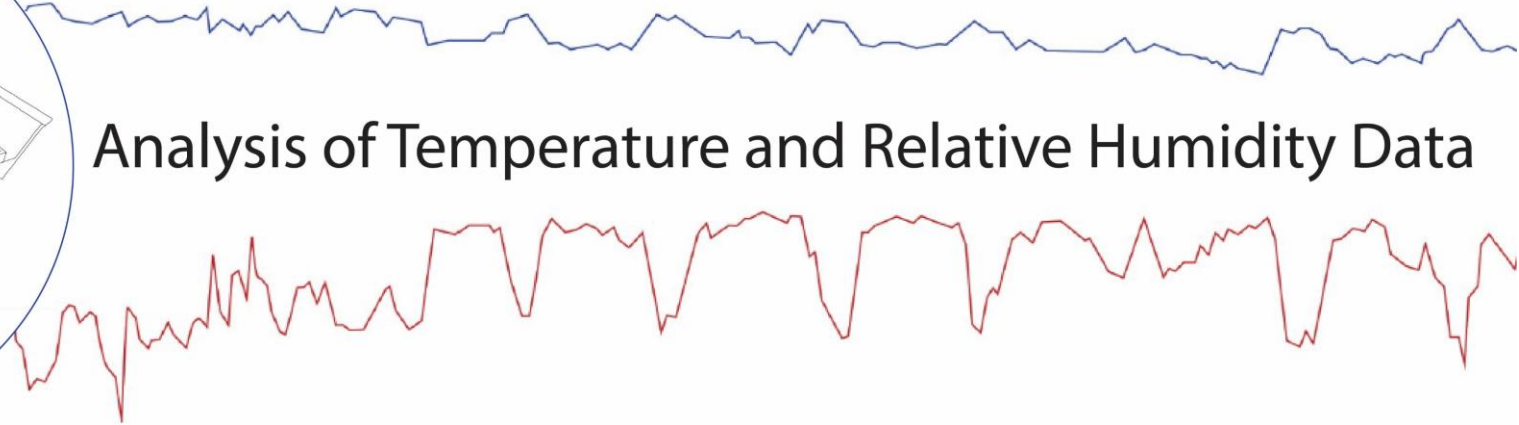
**The Getty  
Conservation Institute**

**ICOM** international  
council  
of museums  
**Belgium**

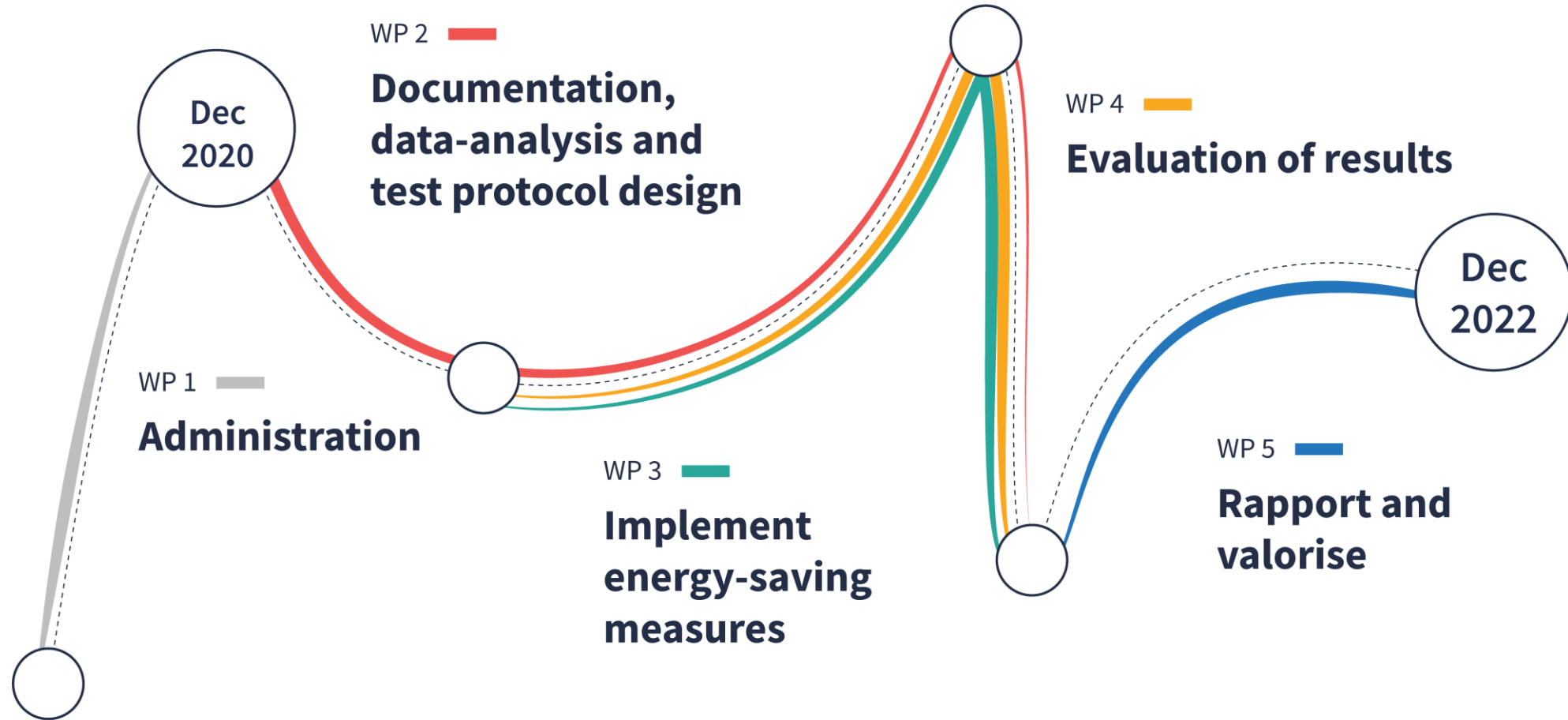


Facilitating Decision-Making Through:

**Analysis of Temperature and Relative Humidity Data**



# Pilootproject: Tijdlijn





# Protocol, documentation and case studies

Annelies Cosaert



Koninklijk Instituut voor  
het Kunstpatrimonium



# Aangepaste Richtlijnen

*“... by the **end of the nineteenth century**, the qualitative aspects of museum climate concerns were fully in place; that is,*

- ***chemical decay is slower with lower RH and lower temperature,***
- ***climate fluctuations can lead to cracks and delamination, and***
- ***decay (mold) requires high RH.***

*The only question remaining was **exactly how much damage at what conditions?**”*

*(Michalski 2014)*





# Veranderende richtlijnen

**SLEEP IN AN  
ICE CUBE  
ON HOT NIGHTS!**



- 1. Eind 19e begin 20e eeuw**  
Een groeiende bewustwording van de invloed van de omgeving op de bewaring van een kunstobject (invloed van vochtigheid, temperatuur en zuurstof op verkleuring, vervorming en oxidatie)  
→ Introductie van centrale verwarming en (later) Airco
- 2. 1960:** Phillipot and Pleinderleht bevelen tussen 50% en 65% RV aan maar leggen nadruk op het belang van de objectgeschiedenis en snelle fluctuaties.  
→ HVAC systemen (Heating Ventilation and Air Conditioning) evolueren en worden kleiner en meer betaalbaar
- 3. 1999:** Introductie van de 'Klimaatklassen' voor musea in het ASHRAE handboek. De adviseren bepaalde richtlijnen gebaseerd op het type gebouw en de kwaliteit van de bouwschil.  
→ Software ontwikkeling laat toe dat systemen een meer dynamische vorm van controle aankunnen.



# Veranderende richtlijnen

**SLEEP IN AN  
ICE CUBE  
ON HOT NIGHTS!**



## **PODCAST TIP!**

99% invisible – Episode 291  
Thermal Delight

1. **Eind 19e begin 20e eeuw**  
Een groeiende bewustwording van de invloed van de omgeving op de bewaring van een kunstobject (invloed van vochtigheid, temperatuur en zuurstof op verkleuring, vervorming en oxidatie)  
→ Introductie van centrale verwarming en (later) Airco
2. **1960:** Phillipot and Pleinderleijt bevelen tussen 50% en 65% RV aan maar leggen nadruk op het belang van de objectgeschiedenis en snelle fluctuaties.  
→ HVAC systemen (Heating Ventilation and Air Conditioning) evolueren en worden kleiner en meer betaalbaar
3. **1999:** Introductie van de 'Klimaatklassen' voor musea in het ASHRAE handboek. De adviseurs bepaalde richtlijnen gebaseerd op het type gebouw en de kwaliteit van de bouwschil.  
→ Software ontwikkeling laat toe dat systemen een meer dynamische vorm van controle aankunnen.



# Veranderende richtlijnen

4. **2014:** IIC, ICOM-CC en Bizot publiceren richtlijnen die bredere maxima en minima voorstellen voor klimaatcontrole in alle types erfgoedinstellingen.  
→ Globalisatie, klimaatverandering en stijgende energieprijzen
5. **2019:** ASHRAE formuleert zijn meest recente klimaatklassen waarbij vertrokken wordt van een jaarlijks gemiddelde en koppelt bruikleen los van een vastliggende richtlijn.

Table that shows the evolution in international environmental climate guidelines for collections

Note that these guidelines only apply to certain structures (Check ASHRAE 2019 for detailed information)

- **Buildings:** Closed envelopes, passive buildings and historical buildings

- **Climate control:** Precision control (temperature and relative humidity) and partial control (temperature or relative humidity)

- **Outdoor climate:** mild climate (most of western Europe)

Guideline	Annual average	Seasonal fluctuations	Long term outer limits	24h fluctuations
1999 - ASHRAE Handbook, Chapter 20, table 2, Climate class <b>AA (and loans)</b>	T: closest to ann. avg. RH: 50%	T: $\pm 5^{\circ}\text{C}$ RH: None	T: $15^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$	T: $\pm 2^{\circ}\text{C}$ RH: $\pm 5\%$
1999 - ASHRAE Handbook, Chapter 20, table 2, Climate class <b>A(1)</b>	Permanent Collection: RH: annual average  Loans (typically): T: $21^{\circ}\text{C}$ RH: 50%	IF NO 24h fluctuations, then: T: $\pm 5^{\circ}\text{C}$ RH: $\pm 10\%$		IF NO Seasonal fluctuations, then: T: $\pm 2^{\circ}\text{C}$ RH: $\pm 10\%$
2014 - ICOM-CC and IIC Environmental Guidelines	Series of remarks endorsing the Bizot Green Protocol, AIC and AICCM guidelines			
2014 - Bizot Green Protocol	Not applicable	T: 'stable' RH: $\pm 10\%$	T: $16^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ RH: 45% - 55%	T: 'stable' RH: $\pm 10\%$ (RH 24h fluctuations <u>cannot</u> surpass the long term outer limits)
2019 - ASHRAE Handbook, Chapter 20, table 13, Climate Class <b>A1</b>	Permanent Collection: T: Annual average RH: Annual average	T: $+5^{\circ}\text{C}, -10^{\circ}\text{C}$ RH: $+10\%, -10\%$	T: $10^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$ RH: 35% - 65%	T: $\pm 2^{\circ}\text{C}$ RH: $\pm 5\%$ (RH 24h fluctuations <u>can</u> surpass the long term outer limits)
2019 - ASHRAE Handbook, Chapter 20, table 13, Climate Class <b>B</b>	Take into account human comfort	T: $+10^{\circ}\text{C}, -20^{\circ}\text{C}$ RH: $\pm 10\%$	T: $<30^{\circ}\text{C}$ RH: 30% - 70%	T: $\pm 5^{\circ}\text{C}$ RH: $\pm 10\%$ (RH 24h fluctuations <u>can</u> surpass the long term outer limits)
2019 - ASHRAE Handbook, Chapter 20, table 13, <b>Loans</b>	Loans are not tied to a climate class. They are the result from a negotiation between two parties taken into account both their respective climates,			



## ASHRAE 2019, Ch 24

- Geschreven voor en door ingenieurs speciale technieken en facility managers,
- Mee geschreven door conservatoren. Nadruk gelegd op een haalbaar collectiebeleid.
- Richt zich tot musea, galerijen, historische gebouwen, erfgoedbibliotheken en archieven
- Shift naar **duurzaam collectiebeheer**  
Minder energiegebruik en CO2-voetafdruk; minder focus op HVAC, ook passieve methoden, hernieuwbare energie  
**Vandaag belangrijker dan ooit!**
- Belangrijkste wijziging: bruikleen losgekoppeld van de strengste richtlijnen.
- Weetje: meest aangevraagde hoofdstuk van het handbook.

## ASHRAE 2019, Ch 24

- Voordien richtlijnen zeer streng, nu keuze voor meer gedifferentieerde aanpak
- Naast collectie, ook de **noden** van gebruikers en **mogelijkheden** van het gebouw
- **Historisch klimaat** in rekening brengen
- Multidisciplinaire aanpak



# ASHRAE 2019

## Bereken je set-points

### 1

Klimaatklasse / richtlijn  
Directive / classe climatique

### 2

Jaarlijks gemiddelde  
Moyenne annuelle

### 3

Seizoensfluctuaties  
Variations Saisonière

### 4

Grenswaarden  
Limites à longue terme

### 5

Korte termijnsfluctuaties  
Fluctuations à courte terme

Guideline	Annual average	Seasonal fluctuations	Long term outer limits	24h fluctuations
2019 - ASHRAE Handbook, Chapter 20, table 13, Climate Class <b>A1</b>	Permanent Collection: T: Annual average RH: Annual average  Exhibition rooms:	T: +5°C, -10°C RH: +10%, -10%	T: 10°C - 25°C RH: 35% - 65%	T: ±2°C RH: ±5% (RH 24h fluctuations <u>can</u> surpass the long term outer limits)
2019 - ASHRAE Handbook, Chapter 20, table 13, Climate Class <b>B</b>	Take into account human comfort	T: +10°C, -20°C RH: ±10%	T: <30°C RH: 30% - 70%	T: ±5°C RH: ±10% (RH 24h fluctuations <u>can</u> surpass the long term outer limits)
2019 - ASHRAE Handbook, Chapter 20, table 13, <b>Loans</b>	Loans are not tied to a climate class. They are the result from a negotiation between two parties taken into account both their respective climates,			

# Psychrometric Chart

SI (metric) units

Barometric Pressure 101.325 KPa (sea level)

Based on data from Carrier Corporation Cat. No. 794-001, Dated 1975

## Historical building, Belgium

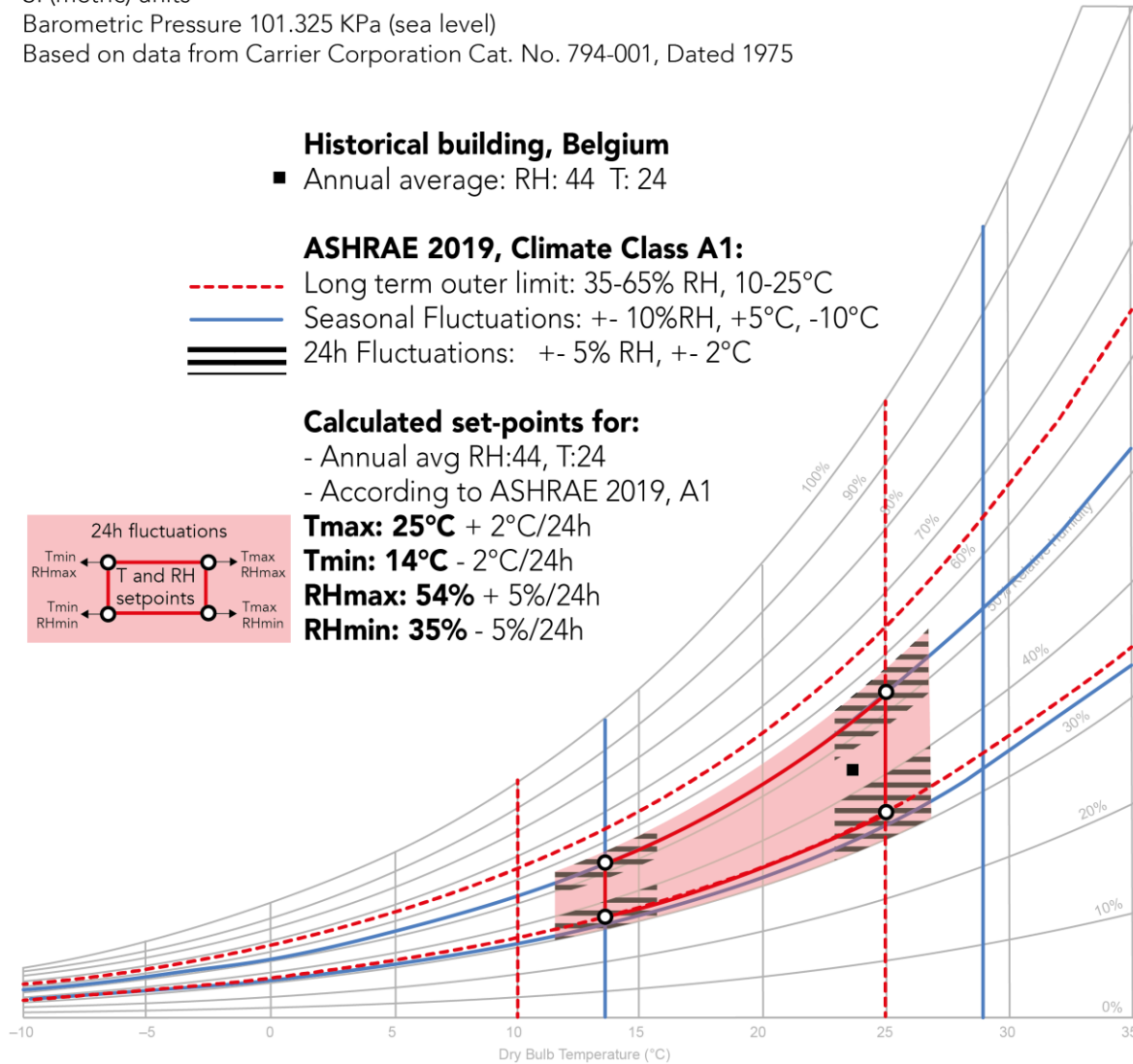
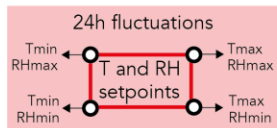
- Annual average: RH: 44 T: 24

## ASHRAE 2019, Climate Class A1:

- Long term outer limit: 35-65% RH, 10-25°C
- Seasonal Fluctuations: +/- 10%RH, +5°C, -10°C
- 24h Fluctuations: +/- 5% RH, +/- 2°C

## Calculated set-points for:

- Annual avg RH:44, T:24
- According to ASHRAE 2019, A1
- Tmax: 25°C + 2°C/24h**
- Tmin: 14°C - 2°C/24h**
- RHmax: 54% + 5%/24h**
- RHmin: 35% - 5%/24h**



## Timeline - ASHRAE 2019 - Climate Class A1 - Narrow interpretation

SI (metric) units

Typical interpretation for an (at least) T controlled building in a temperate climate with 4 seasons

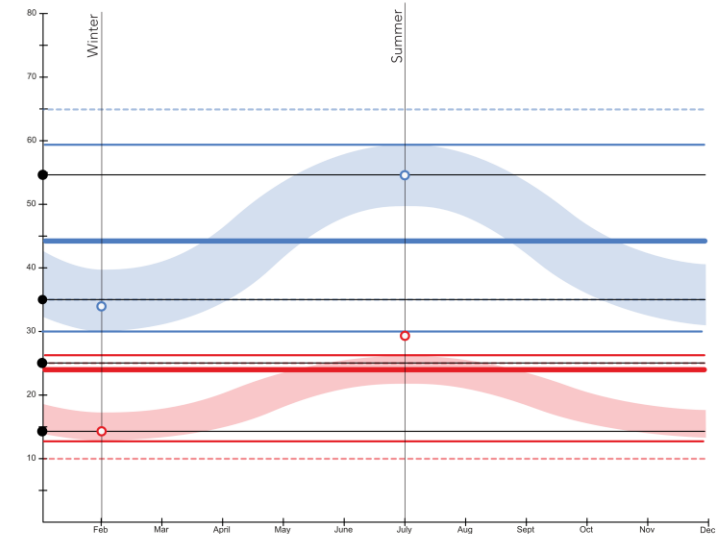
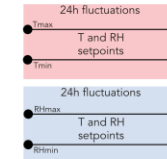
- Historical building, Belgium**
  - RH Annual average: 44%RH
  - T Annual average: 24°C
- ASHRAE 2019, Climate Class A1:**
  - RH Long term outer limit: 35-65% RH
  - T Long term outer limit: 10-25°C
  - RH Seasonal Fluctuations: +/- 10%RH
  - T Seasonal Fluctuations: +5°C, -10°C
  - RH 24h Fluctuations: +/- 5% RH
  - T 24h Fluctuations: +/- 2°C

### Calculated set-points for:

- Annual avg RH:44, T:24
- According to ASHRAE 2019, A1

- Tmax: 25°C + 2°C/24h**
- Tmin: 14°C - 2°C/24h**

- RHmax: 54% + 5%/24h**
- RHmin: 35% - 5%/24h**



## Timeline - ASHRAE 2019 - Climate Class A1 - Wide interpretation

SI (metric) units

Typical interpretation for an (at least) T controlled building in a temperate climate with 4 seasons

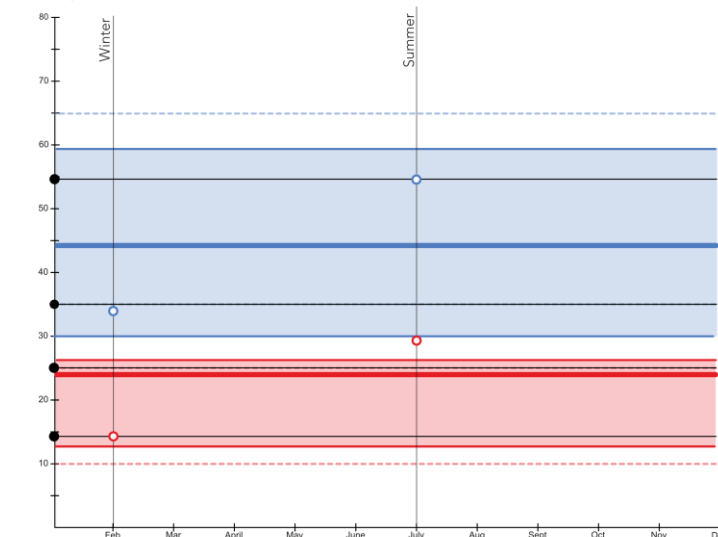
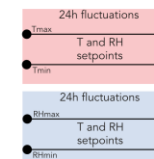
- Historical building, Belgium**
  - RH Annual average: 44%RH
  - T Annual average: 24°C
- ASHRAE 2019, Climate Class A1:**
  - RH Long term outer limit: 35-65% RH
  - T Long term outer limit: 10-25°C
  - RH Seasonal Fluctuations: +/- 10%RH
  - T Seasonal Fluctuations: +5°C, -10°C
  - RH 24h Fluctuations: +/- 5% RH
  - T 24h Fluctuations: +/- 2°C

### Calculated set-points for:

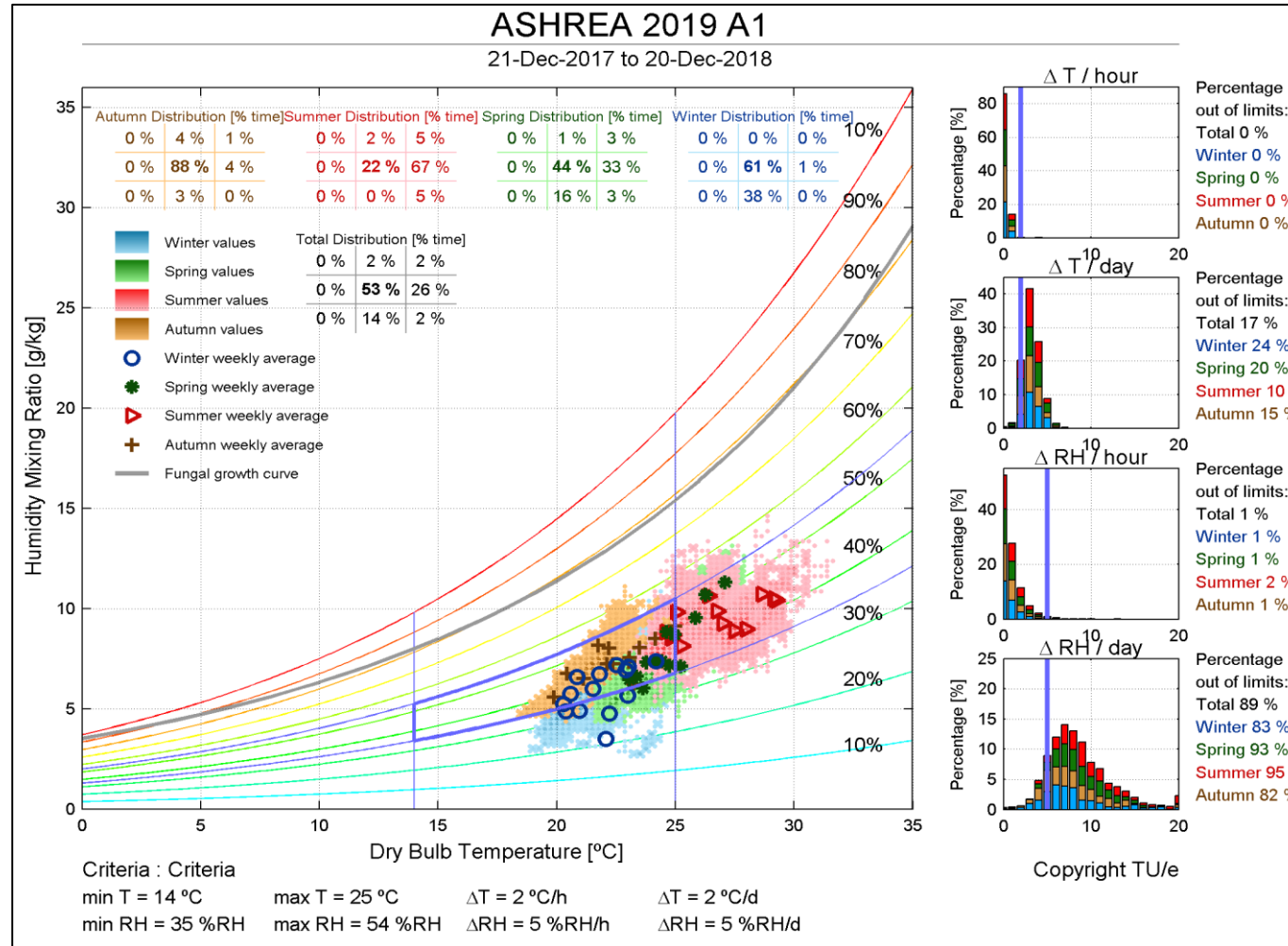
- Annual avg RH:44, T:24
- According to ASHRAE 2019, A1

- Tmax: 25°C + 2°C/24h**
- Tmin: 14°C - 2°C/24h**

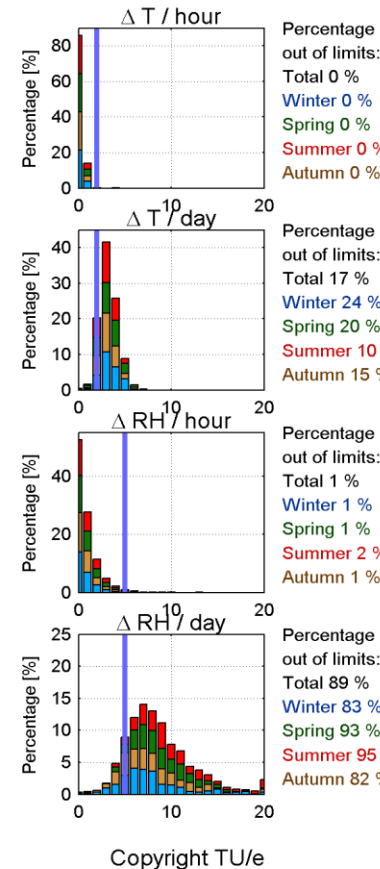
- RHmax: 54% + 5%/24h**
- RHmin: 35% - 5%/24h**



# ASHRAE 2019 – A1 met data



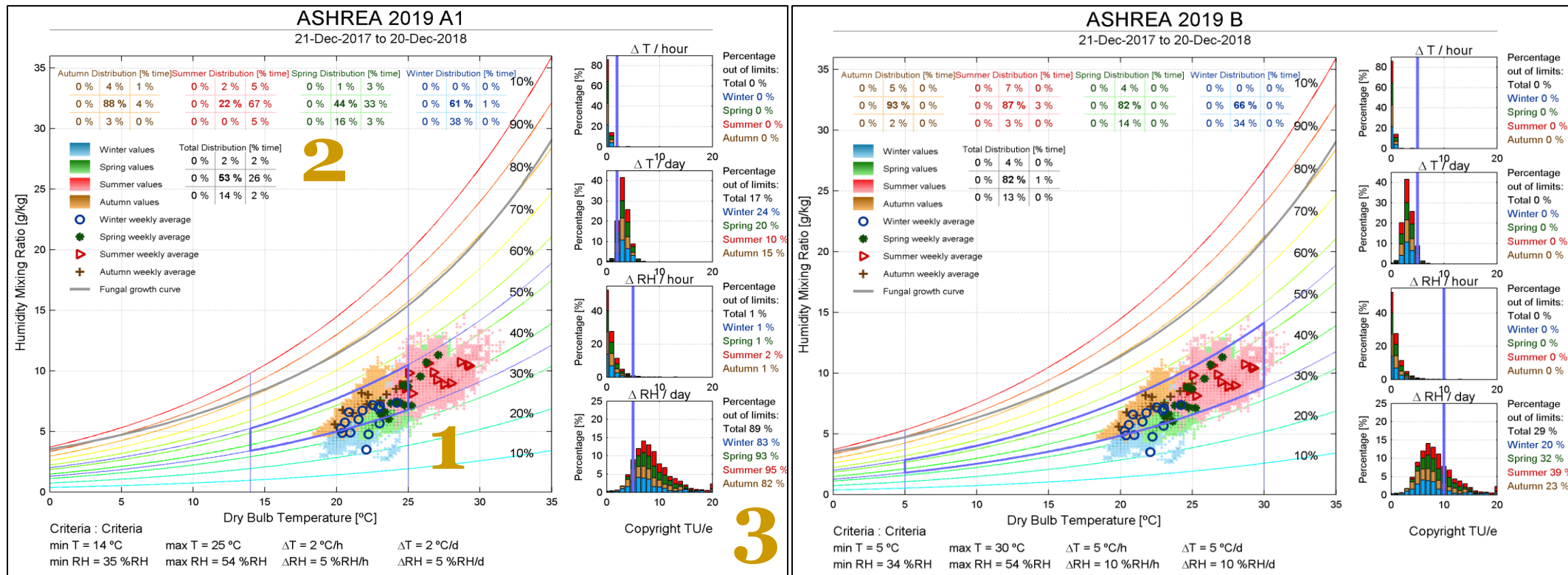
**TOOL TIP!**  
DIY: Buidling physics for Monuments  
Doe-het-zelf: Bouwfysica voor monumenten





# ASHRAE 2019 – A1 & B

© 2014, TU/e, Harrie Smulders & Marco Martens

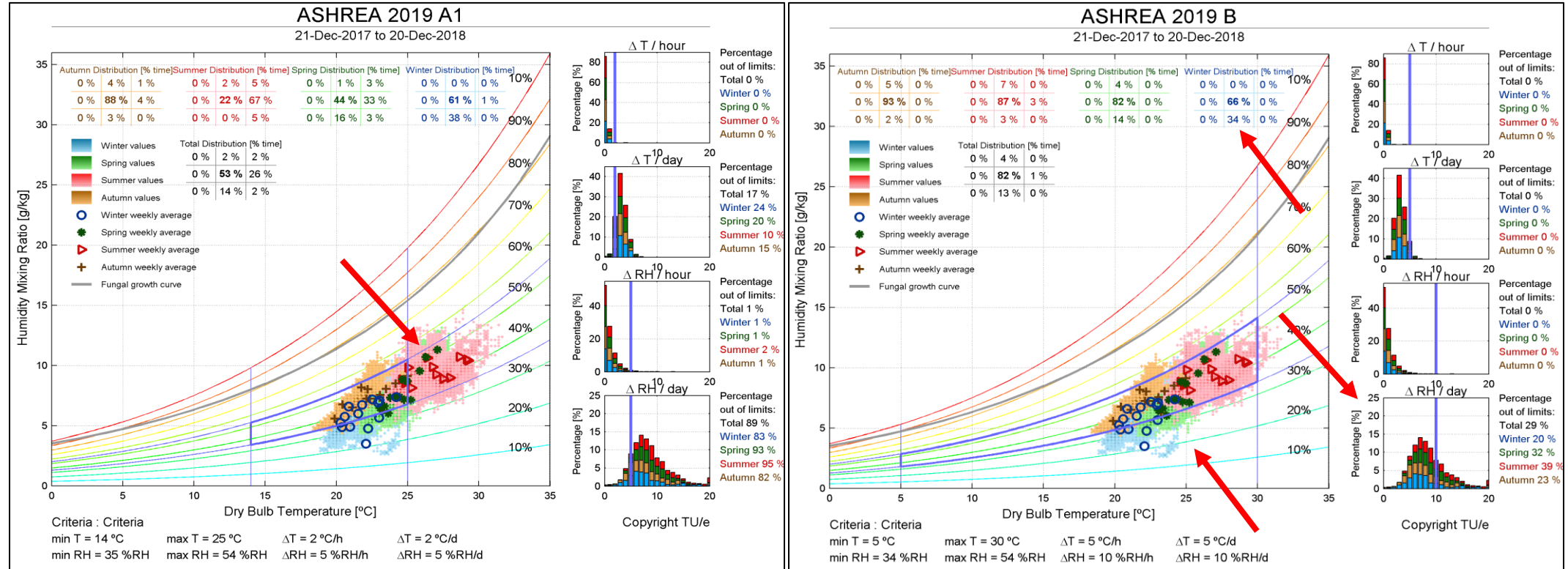


1. De criteria
2. Distributie(per seizoen)
3. Kortetermijns fluctuaties

2	Dehumid Heat	Dehumid	Dehumid Cool	RH ↑ T ↓	RH ↑ T OK	RH ↑ T ↑
	Heat	RH OK T OK	Cool	RH OK T ↓	RH OK T OK	RH OK T ↑
	Humidify Heat	RH ↓ T OK	Humidify Cool	RH ↓ T ↓	RH ↓ T OK	RH ↓ T ↑

# ASHRAE 2019 – A1 & B

© 2014, TU/e, Harrie Smulders & Marco Martens



Historisch gebouw met veel natuurlijk licht en beperkte klimaatcontrole

Dehumid Heat	Dehumid	Dehumid Cool	RH ↑ T ↓	RH ↑ T OK	RH ↑ T ↑
Heat	<b>RH OK T OK</b>	Cool	RH OK T ↓	<b>RH OK T OK</b>	RH OK T ↑
Humidify Heat	Humidify	Humidify Cool	RH ↓ T ↓	RH ↓ T OK	RH ↓ T ↑

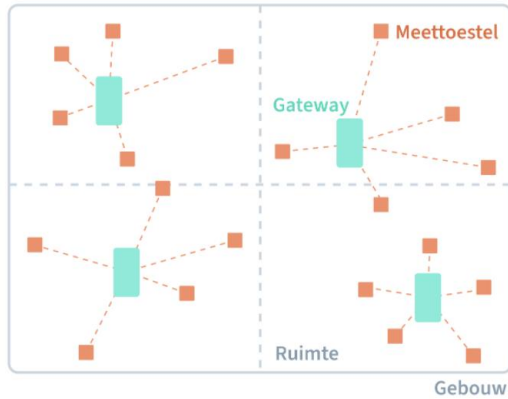
## ASHRAE 2019, Ch 24 > Monitoren



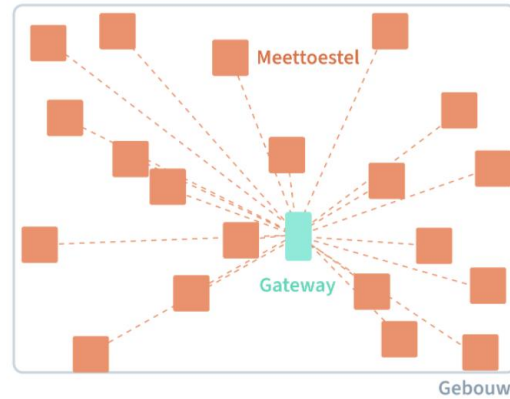
Lederen portefeuille waarin Andersen een brief van zijn eerste liefde bewaarde, en een boeketje dat hij voor haar plukte. © Xtel - Torben Lund Clement



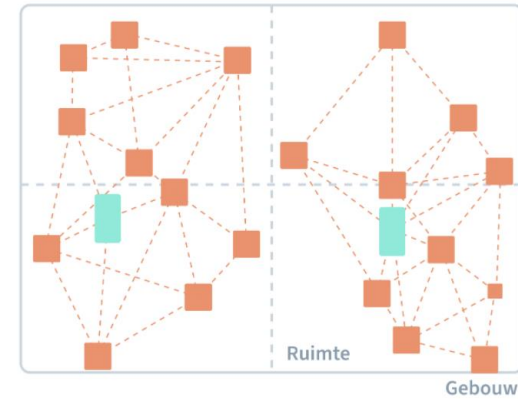
## Bluetooth LE Ethernet gateways



## LoRaWAN Ethernet gateway(s)



## Rf mesh Ethernet gateway(s)





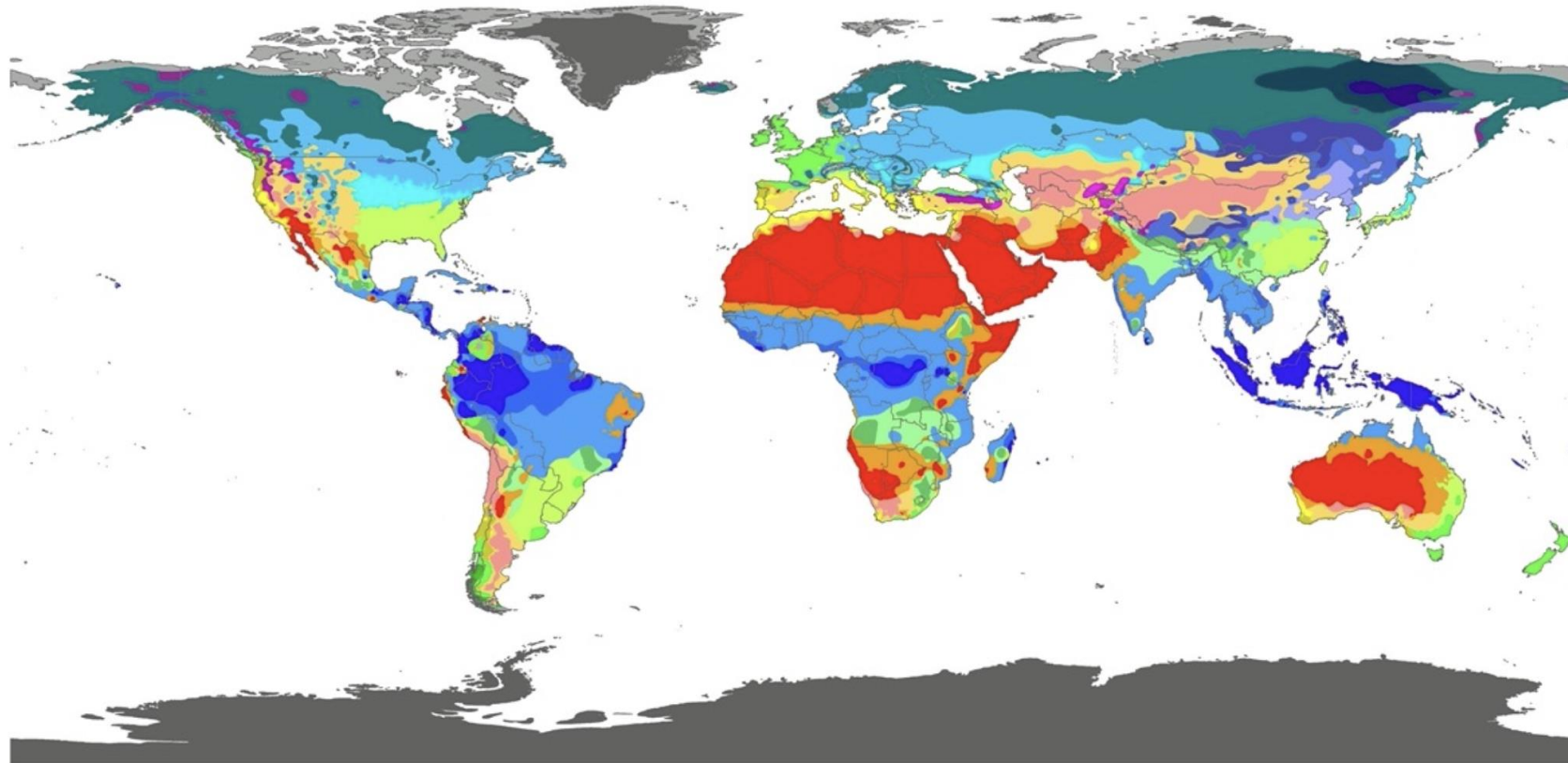
## ASHRAE 2019, Ch 24 > **Monitoren**

- Analyseren en begrijpen van klimaat (binnen en buiten) en de interactie tussen klimaat, gebouw, gebruikers en collective
- Klimaatmonitoring onafhankelijk van het controlesysteem, waar opportuun dicht bij objecten
- Kennis van respons van materialen op (veranderend) klimaat
- Vergelijken van het klimaat met wat nodig is geeft idee van nodige interventie
- Monitoren voor en na brengt **impact** interventie in kaart



# ASHRAE 2019, Ch 24 > **Prestatie-eisen**

België: Gematigd klimaat, zonder droog seizoen, gematigde zomer

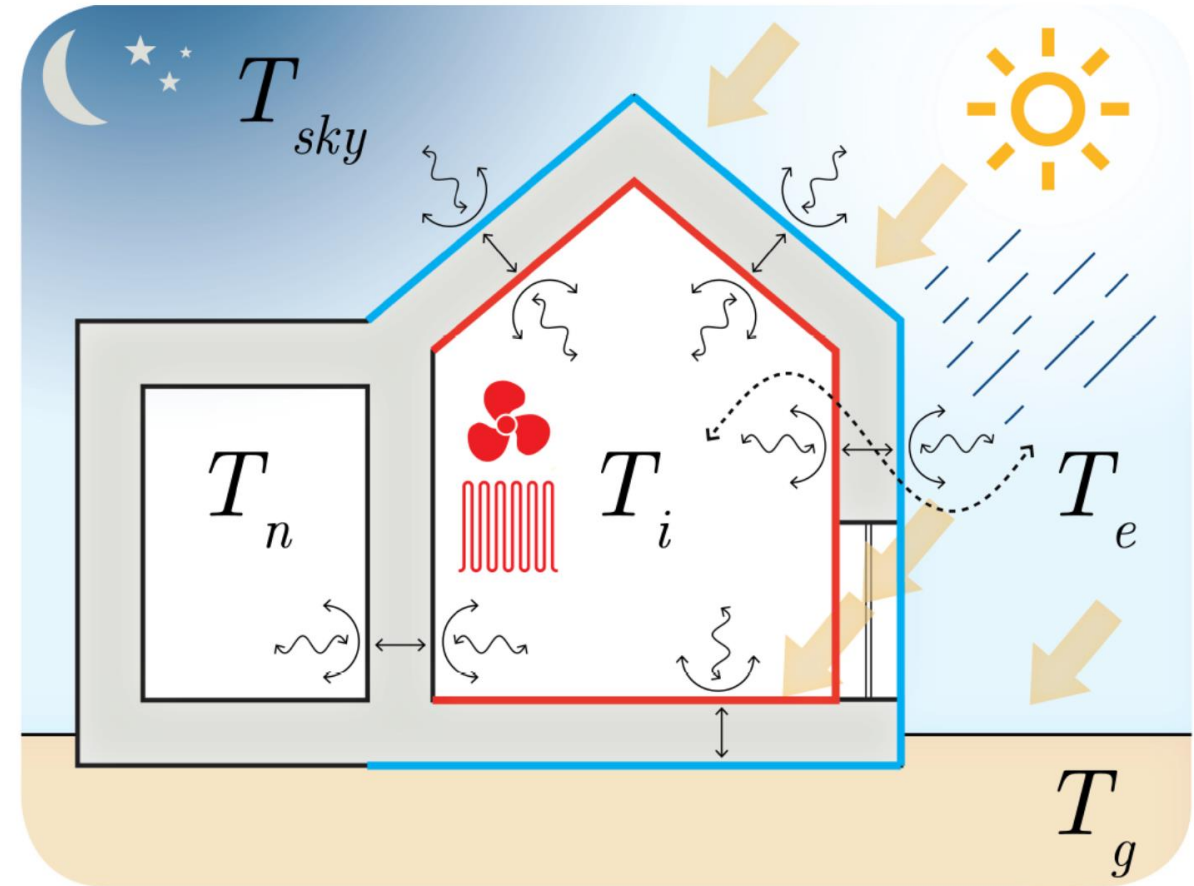


World map of Köppen-Geiger climate classification



# ASHRAE 2019, Ch 24 > Prestatie-eisen

Buiten- en binnenklimaat bepalen prestatie-eisen waaraan **gebouwschil** en **klimaatsysteem** moeten voldoen





## ASHRAE 2019, Ch 24 > **Prestatie-eisen**

- Hedendaagse gebouwschillen vangen thermische en hygrische belasting op met functioneel gelaagde opbouw







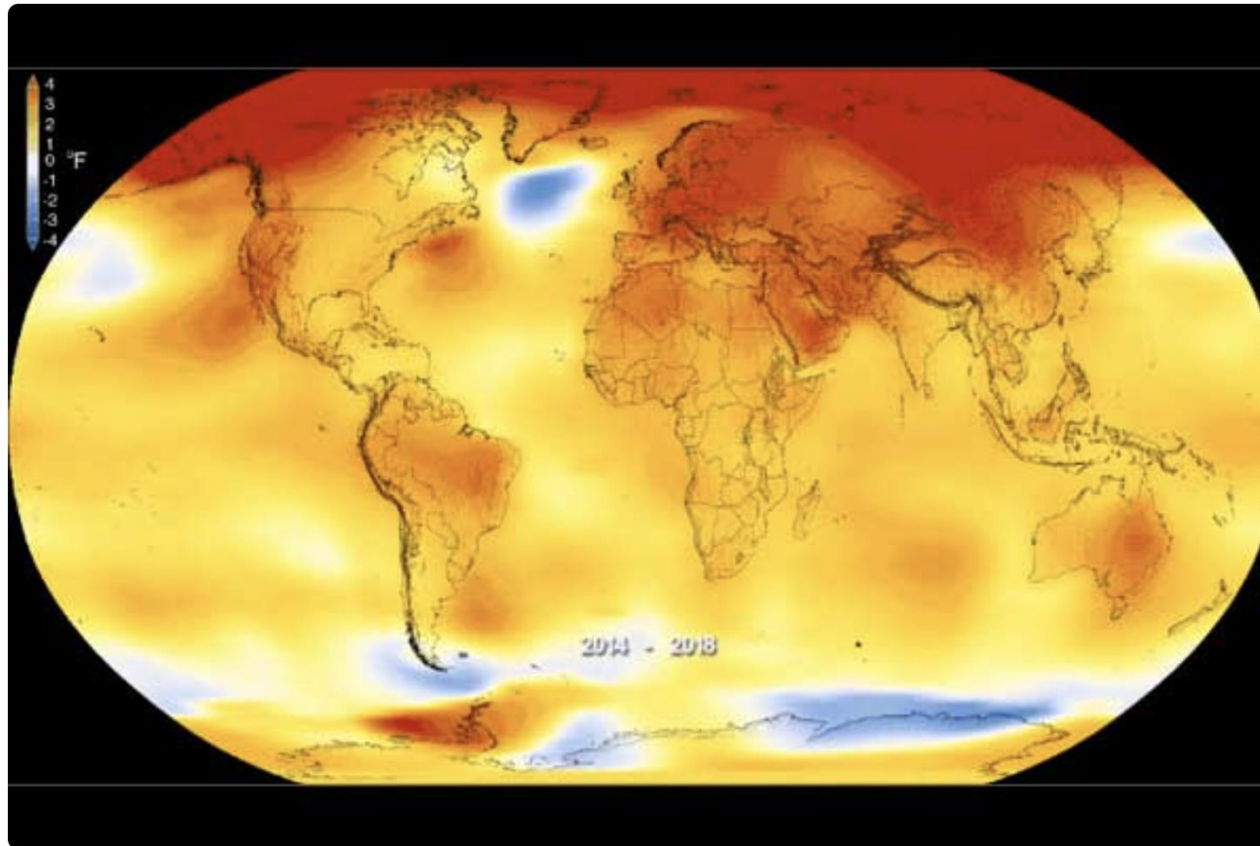
## ASHRAE 2019, Ch 24 > **Prestatie-eisen**

- Hedendaagse gebouwschillen vangen thermische en hygrische belasting op met functioneel gelaagde opbouw
- Oude/historische gebouwen hebben eenvoudige opbouw met minder materiaalsoorten; vaak beperkte luchtdichtheid
- Wat de gebouwschil niet of te weinig medieert moeten opgevangen worden door klimaatsysteem  
**Houdt vooral bij oude/historische gebouwen risico in, ook energiegebruik en operationele kost**
- Box-in-box als alternatief wanneer gebouwschil niet aan prestaties kan voldoen



## ASHRAE 2019, Ch 24 > **Prestatie-eisen**

- Een gebouw gaat lang mee, het ontwerp moet rekening houden met een veranderend klimaat!





# ASHRAE 2019, Ch 24 > Richtlijnen

- **Temperatuur en relatieve vochtigheid;** niet alleen minima en maxima belangrijk, maar ook fluctuaties

**Table 13 Temperature and Relative Humidity Specifications for Collections in Buildings or Special Rooms, Part 1.**

Type of Collection and Building	Type of Control	Long term outer limits (Note 1)	Annual Averages	Seasonal Adjustments from Annual Average (Note 2)	Short Term Fluctuations plus Space Gradients (Note 3)	Collection Benefits and Risks (See Table 3, Sensitivity of Unproofed Objects to RH Fluctuations, for examples of objects in each sensitivity category. See Table 5 Classes of Chemical Stability for lifetimes of objects at various temperatures.)
Museums, Galleries, Archives and Libraries in modern purpose-built buildings or purpose-built rooms.  Temperature at or near human comfort.	AA Precision control, no seasonal changes to rh	$\geq 35\% \text{ rh}$ $\leq 65\% \text{ rh}$  $\geq 10^\circ\text{C}$ $\leq 25^\circ\text{C}$	For permanent collections: historic annual average of rh and temperature.	No change to relative humidity Increase by 5 K; Decrease by 5 K	$\pm 5\% \text{ rh}, 2 \text{ K}$	Mold germination and growth, and rapid corrosion avoided. No risk of mechanical damage to most artifacts and paintings. Some metals, glasses, and minerals may degrade if rh exceeds a critical value. Chemically unstable objects deteriorate significantly within decades at $20^\circ\text{C}$ , twice as fast each 5 K higher.
	A1 Precision control, seasonal changes in temperature and rh	$\geq 35\% \text{ rh}$ $\leq 65\% \text{ rh}$  $\geq 10^\circ\text{C}$ $\leq 25^\circ\text{C}$	In public display areas, human comfort temperatures can apply.	Increase by 10% rh. Decrease by 10% rh. Increase by 5 K Decrease by 10 K	$\pm 5\% \text{ rh}, 2 \text{ K}$	Mold germination and growth, and rapid corrosion avoided. No mechanical risk to most artifacts, paintings, photographs, and books; small risk of mechanical damage to high-vulnerability artifact. (Current knowledge considers the specifications A1 and A2 as causing the same low risk of mechanical damage to vulnerable collections. Slow seasonal adjustment of 10% rh is estimated to cause the same mechanical risk as rapid fluctuations of 5% rh, due to significant stress relaxation occurring within three months of a slow transition.)
	A2 Precision control, seasonal changes in	$\geq 35\% \text{ rh}$ $\leq 65\% \text{ rh}$  $> 10^\circ\text{C}$		No change to rh. Increase by 5 K Decrease by	$\pm 10\% \text{ rh}, 2\text{K}$	Chemically unstable objects deteriorate significantly within



# ASHRAE 2019, Ch 24 > ingebouwd in software

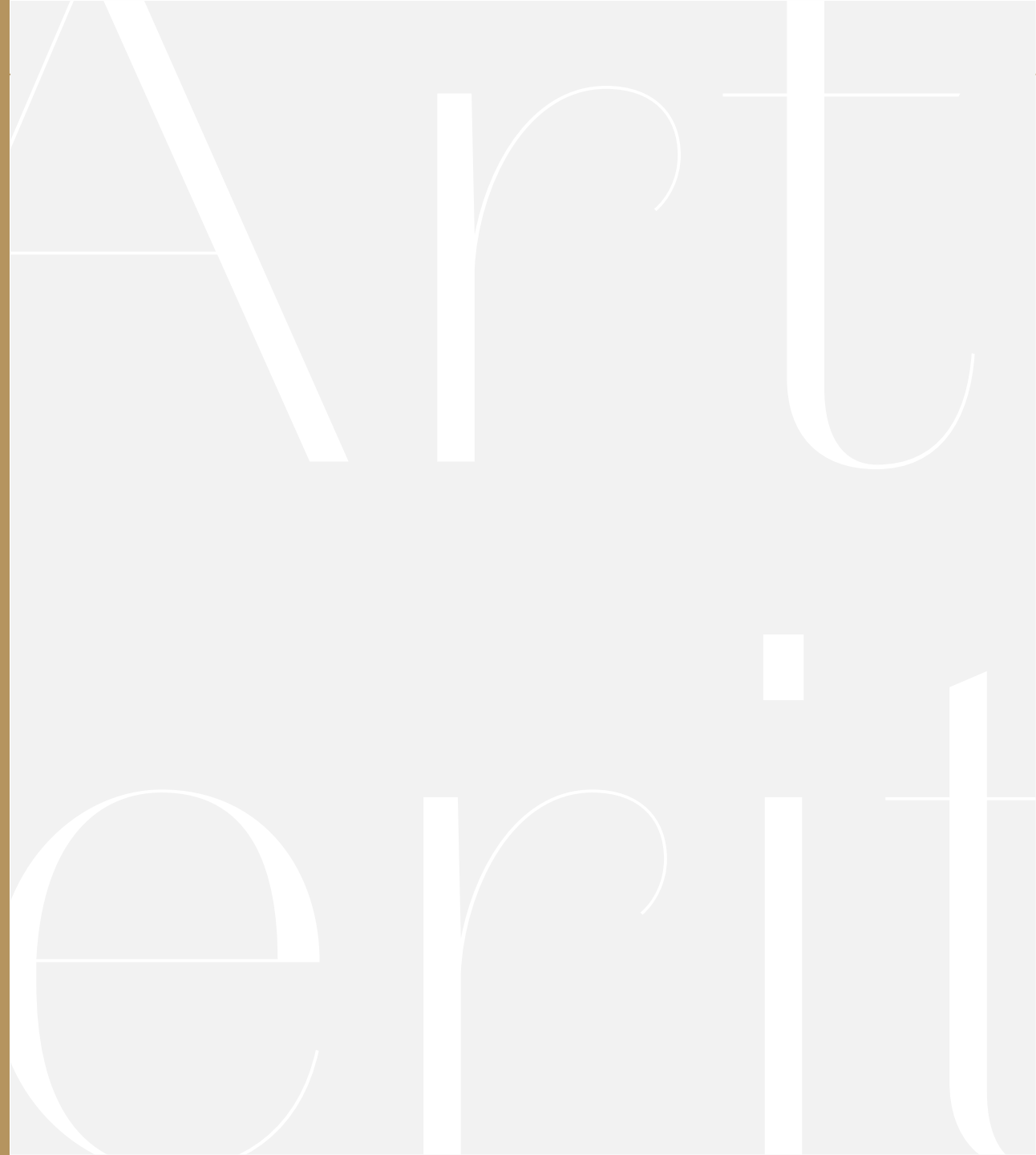
Projects / Depot -1

## Views

Name	Type	Last updated	More
ASHREA Depot -1 temperatuur	ASHRAE 2019	4 months ago	...
ASHRAE Depot -1 vochtigheid	ASHRAE 2019	4 months ago	...
Luchtvochtigheid	monitor	8 months ago	...
Temperatuur	monitor	8 months ago	...
Batterij vervangen	alert	8 months ago	...
Alarm > RV60%	alert	8 months ago	...

Feedback

IPI methodology





# IPI's guide: een duidelijke methodologie

- Documentatie
- Verzamelen van data rond energie en binnenklimaat
- Data-analyse
- Experimentatie & Implementatie
- Opvolging & Onderhoud

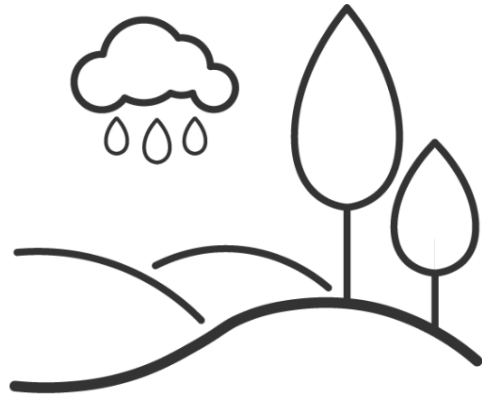


# IPI's guide: hoe depots verduurzamen

- Verminderen aanvoer buitenlucht
- Optimaliseren instellingen temperatuur en dauwpunt
- Vermijden van seizoensgebonden ontvochtiging
- Verminderen energievraag tgv mensen, licht, apparaten etc.
- Verminderen werkingstijd bv. door verlaging temperatuur of afschakelen
- Verlagen intensiteit, bv. door verlaging debiet



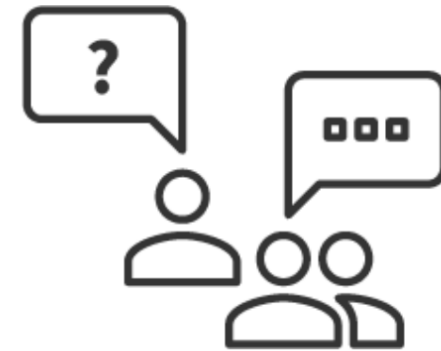
# IPI's guide: resultaten zoals in de VS mogelijk?



Buitenklimaat



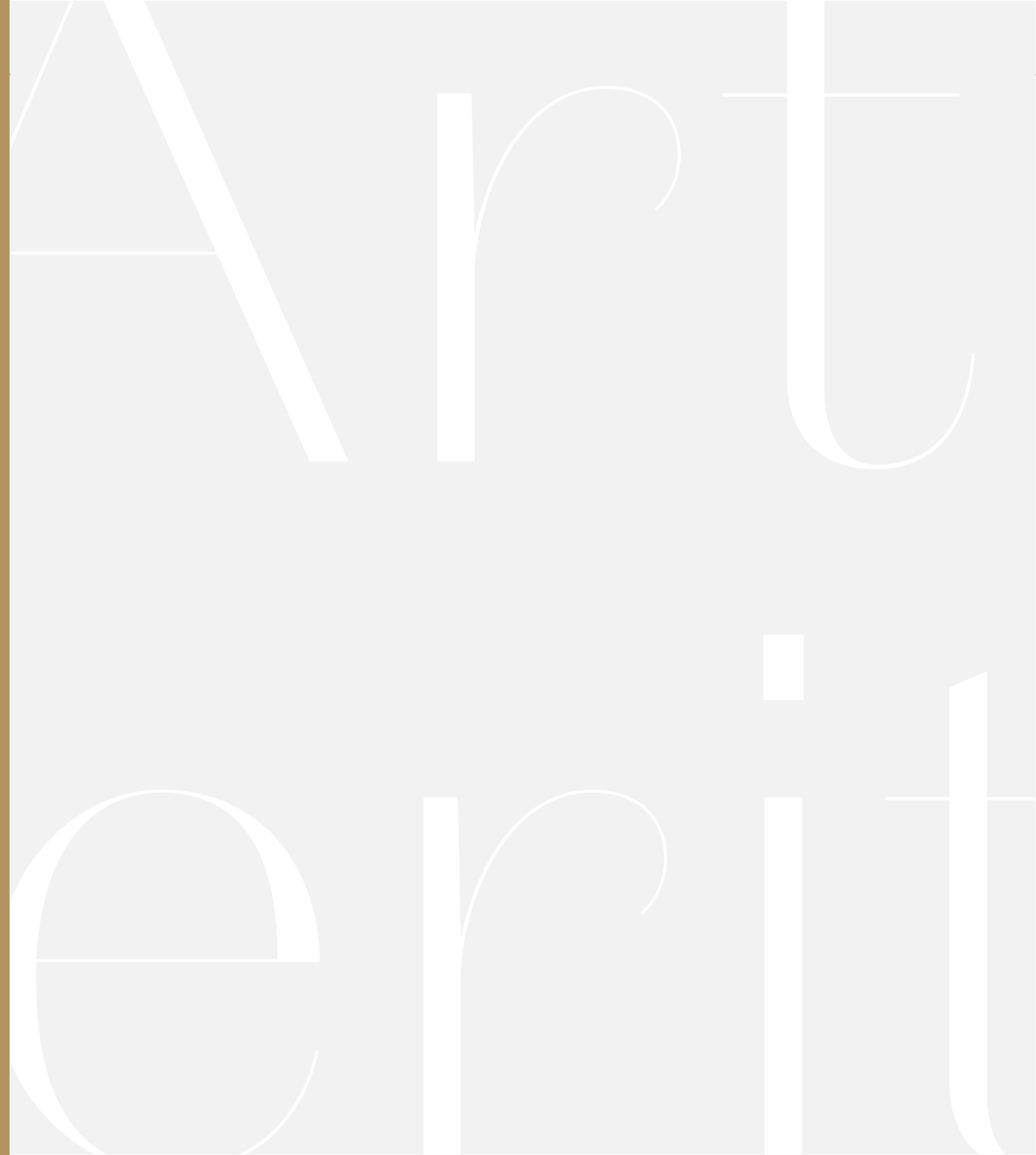
Cultuurmanagement



Technisch jargon



# Case studies



# Belgisch Stripmuseum

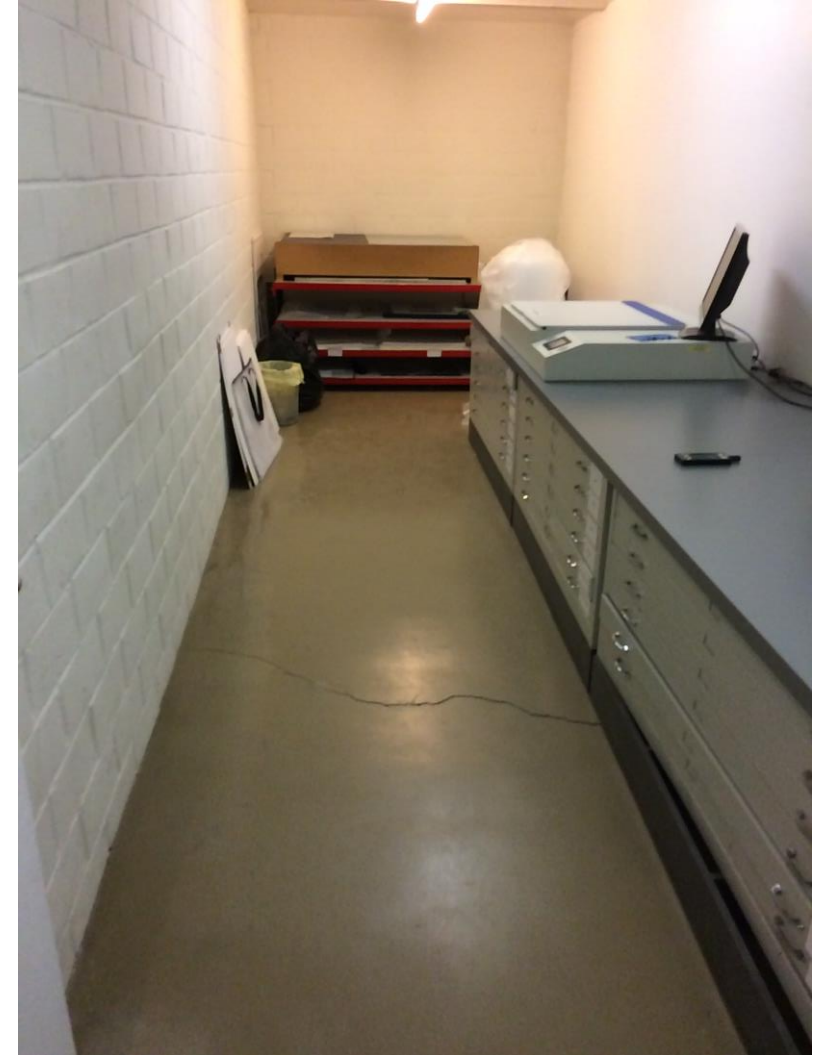


# Belgian Comic Strip Center: a historical building with a glass roof

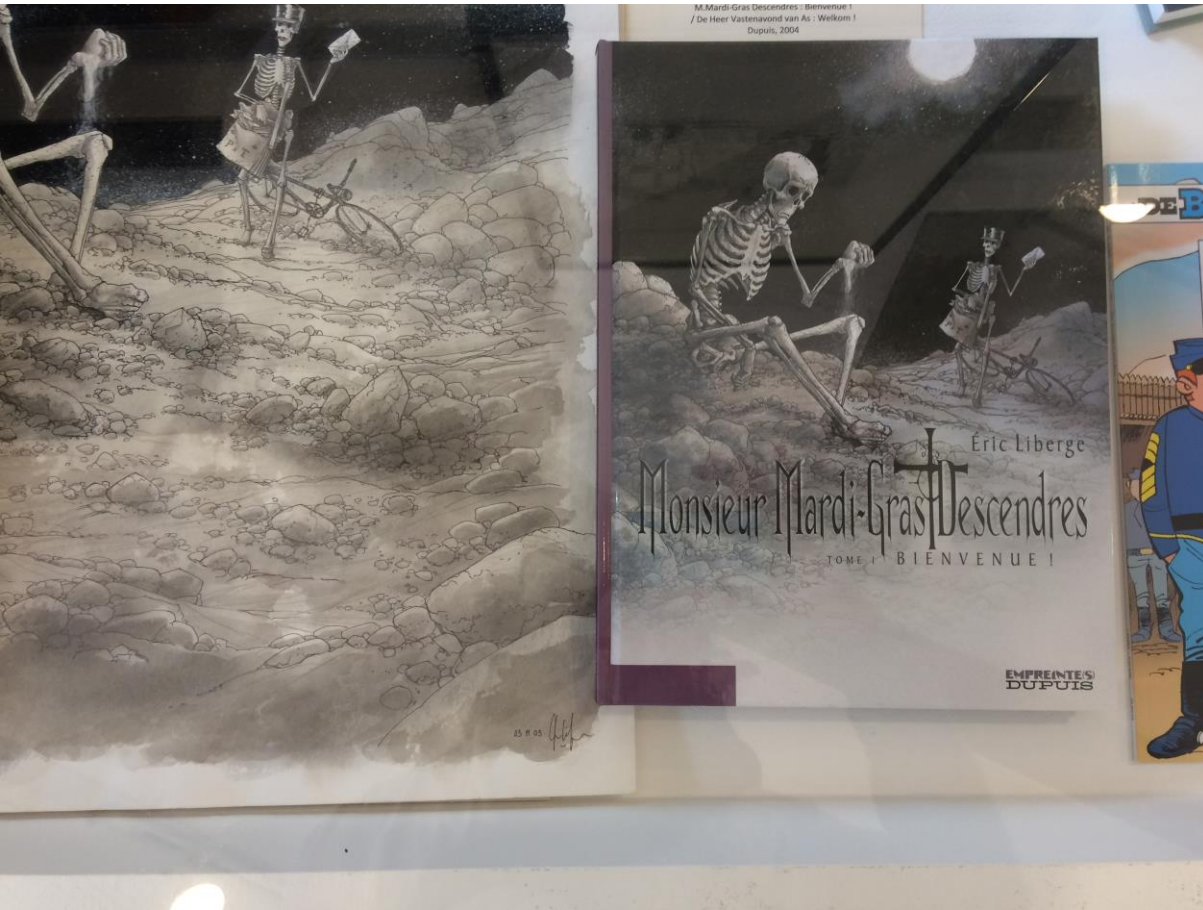




## CBBD: storage areas



# CBBD: types of collections



# FeliXart Museum





CC BY-SA 3.0 – Michiel Hendryckx – 'Felix De Boeck in His Atelier' – depicting Felix De Boeck, Flemish Painter and Farmer'



# FeliXart Museum: a purpose-built museum





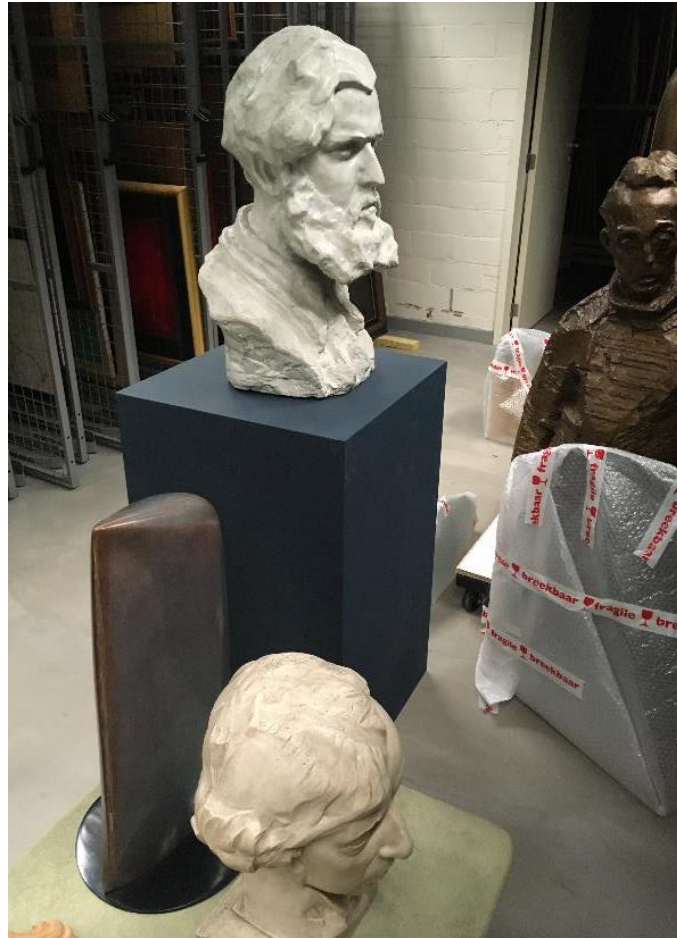


# FeliXart Museum: storage areas & archives





# FeliXart Museum: types of collections

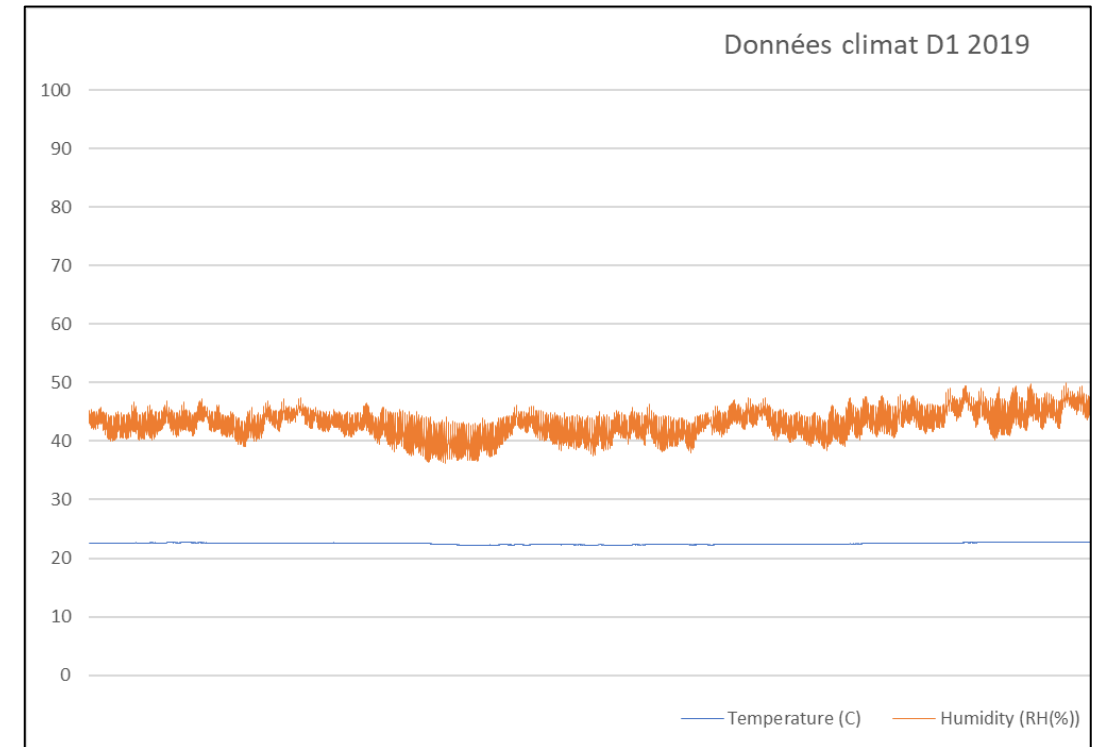


# FeliXart Museum: HVAC system and strict set points

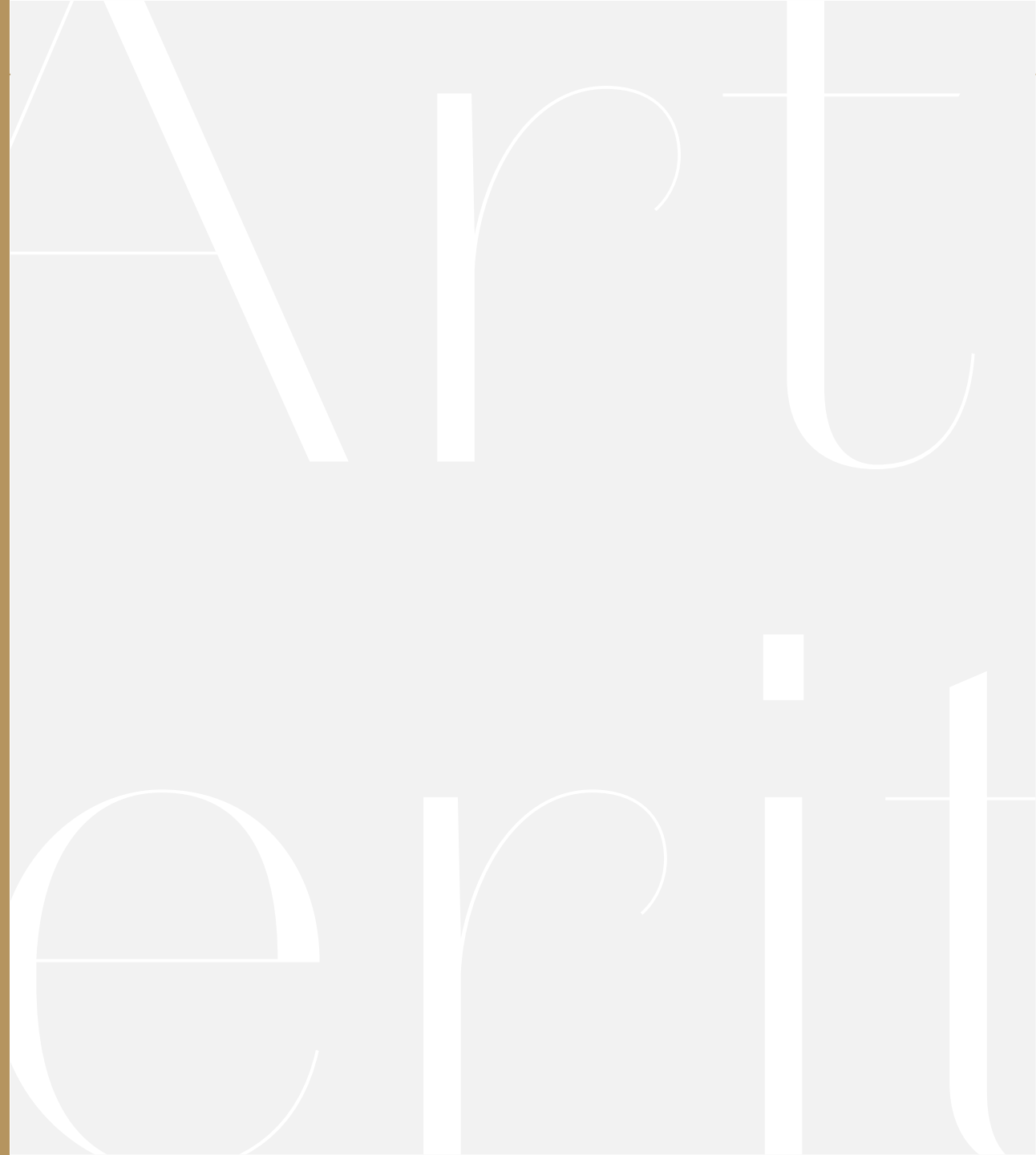
**Energy costs: 12% of museum annual budget**



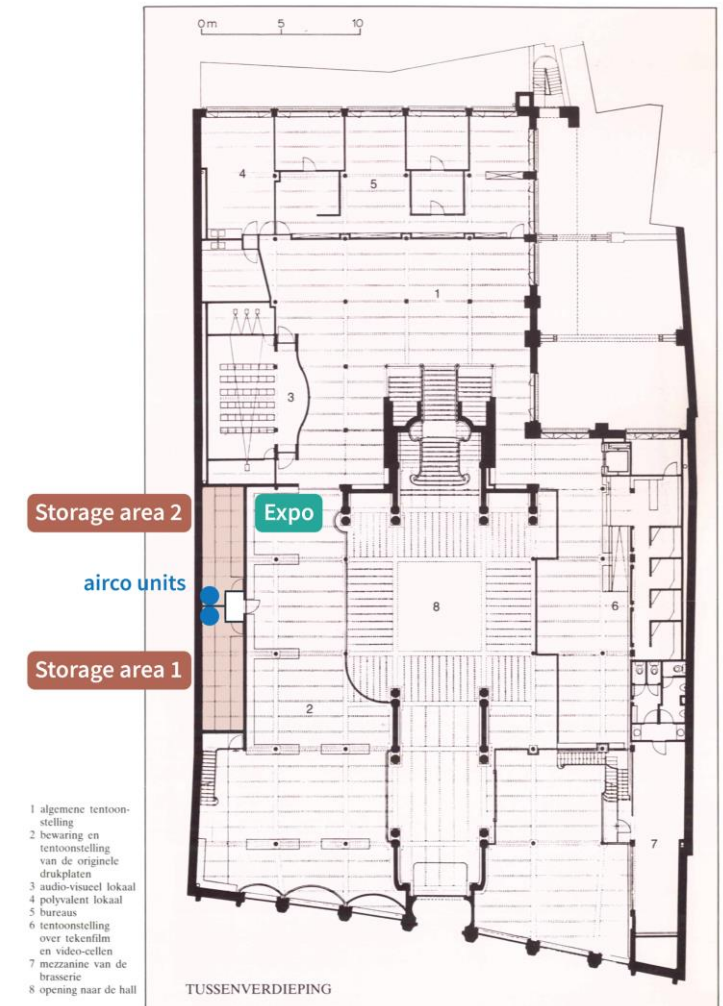
**20°C & 50% RH (+/- 2% / 24h) ALL YEAR**



Documentation and tests

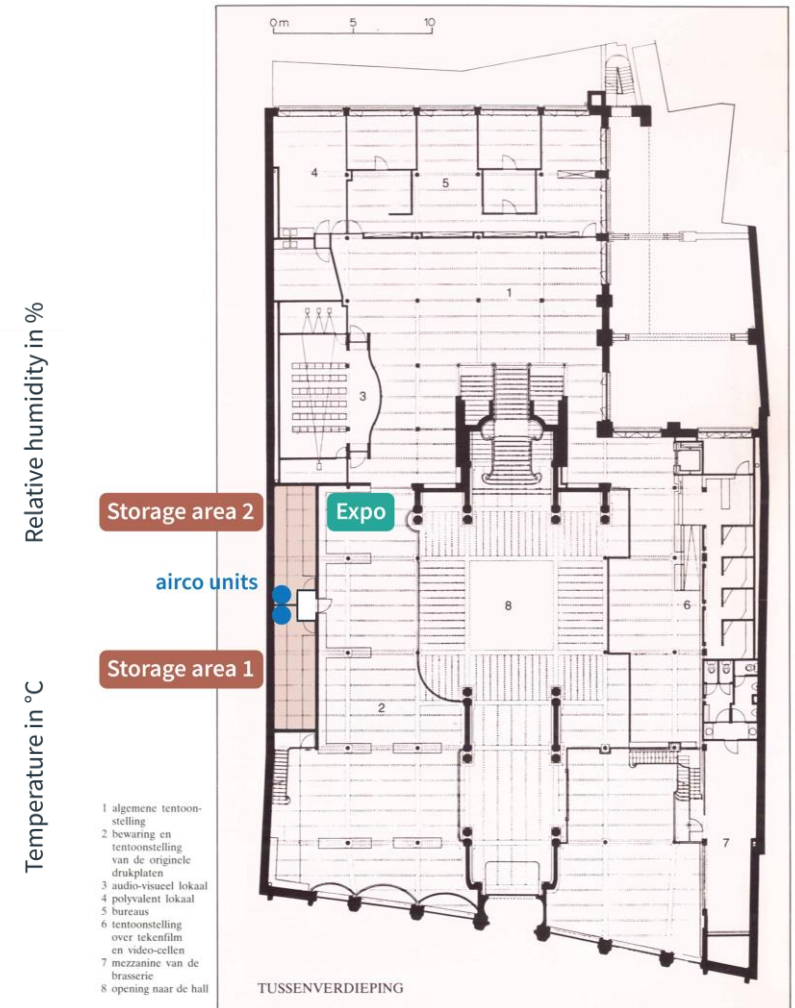
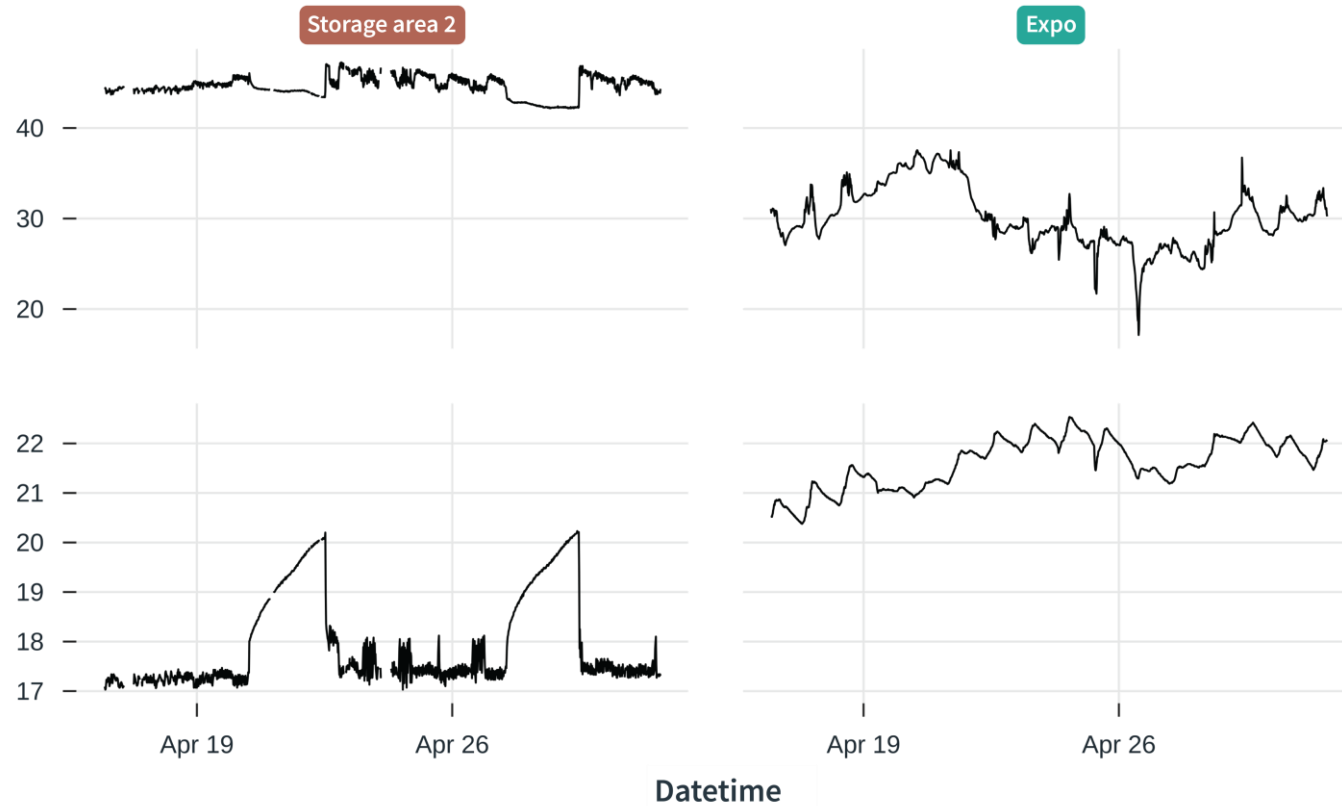


# CBBD: tests



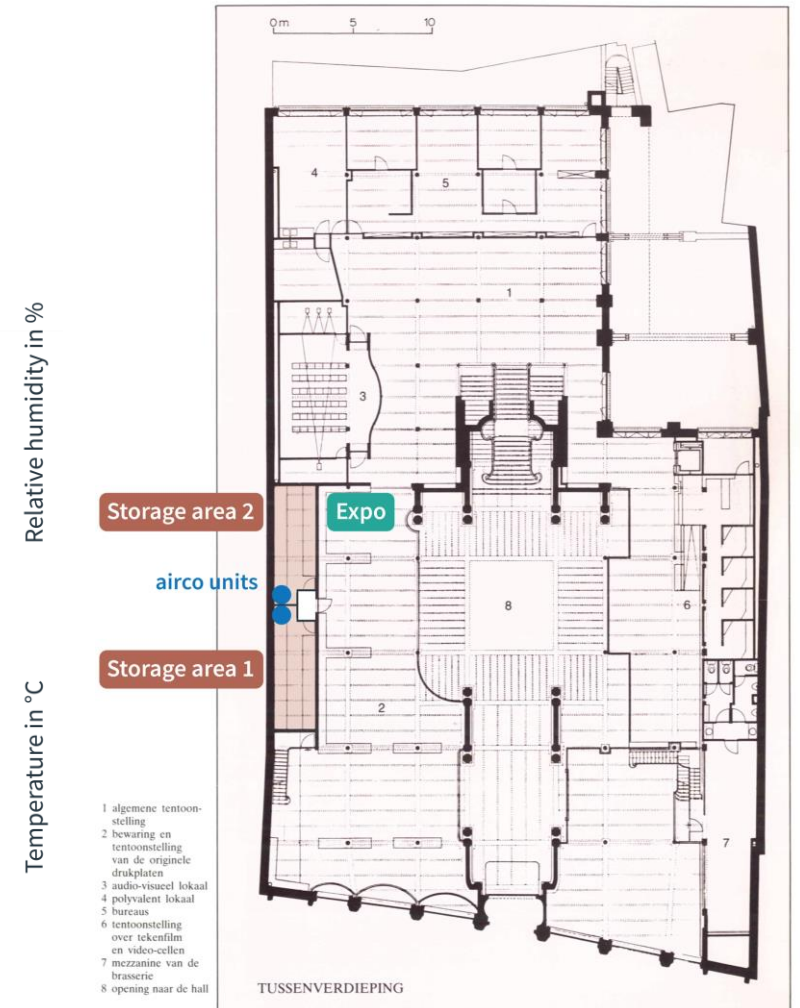
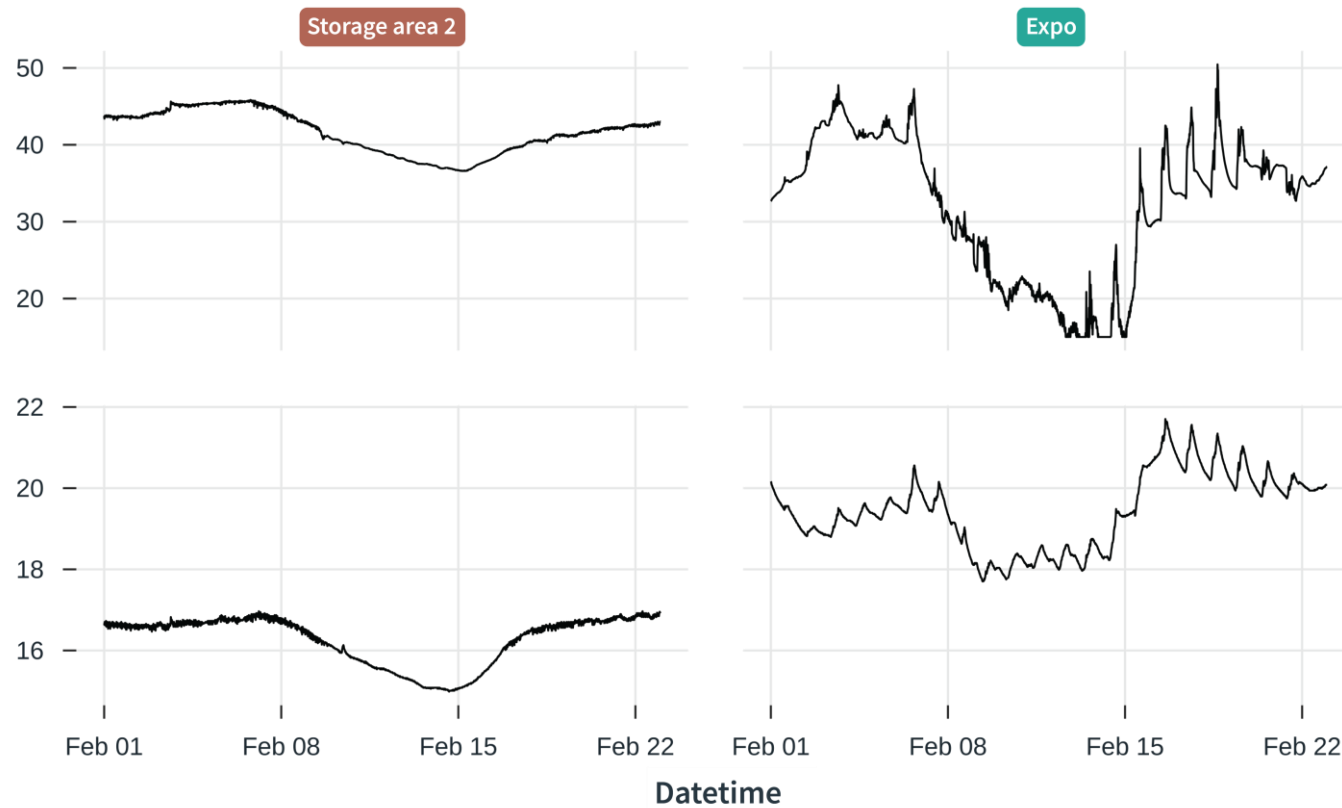
# CBBD: tests

## 1. Switch off air conditioning



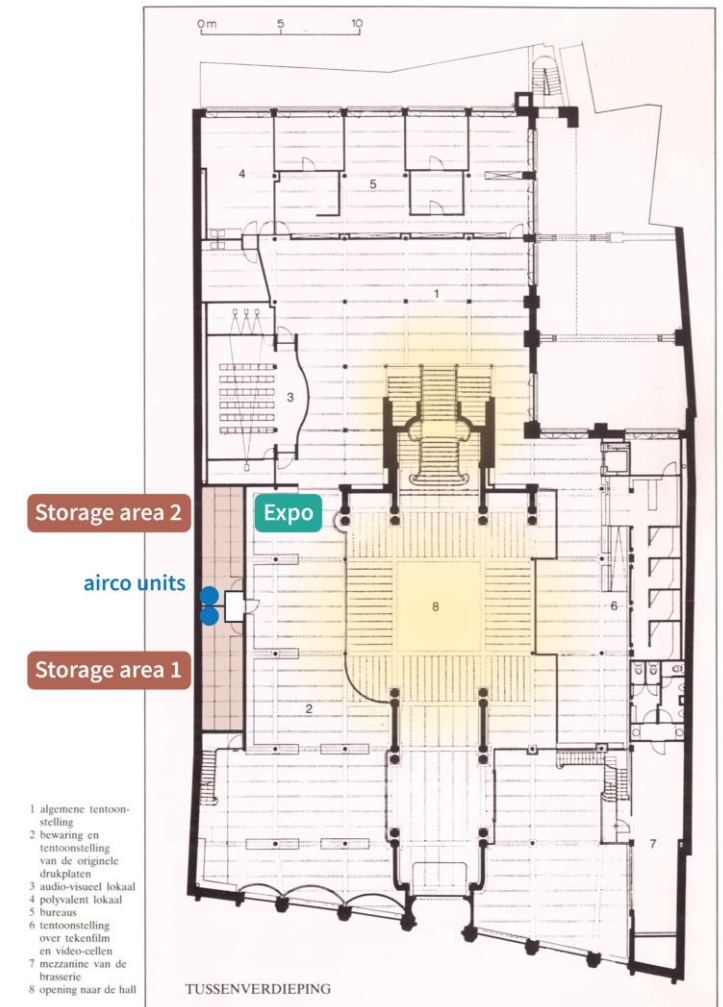
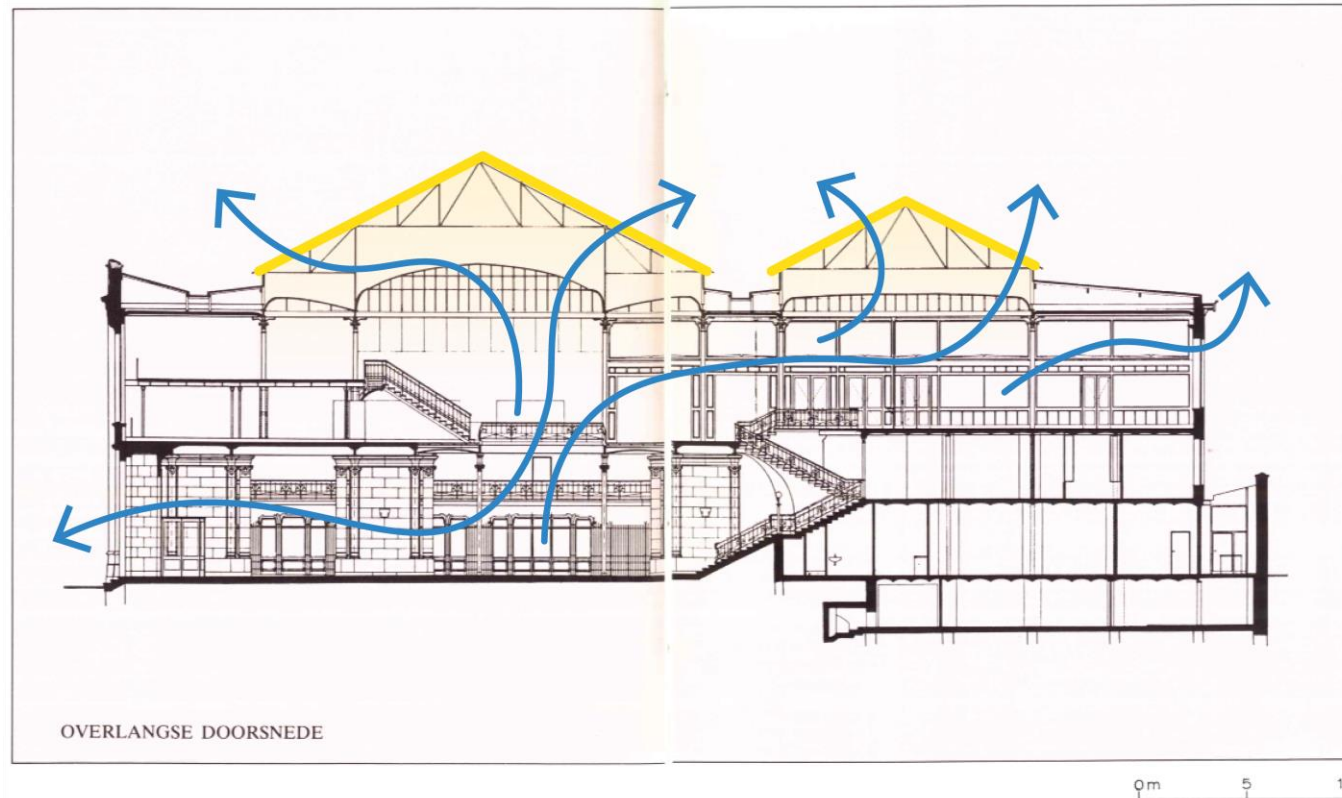
# CBBD: tests

2. Add moisture buffering material?



# CBBD: tests

## 3. Limit summer overheating with night ventilation



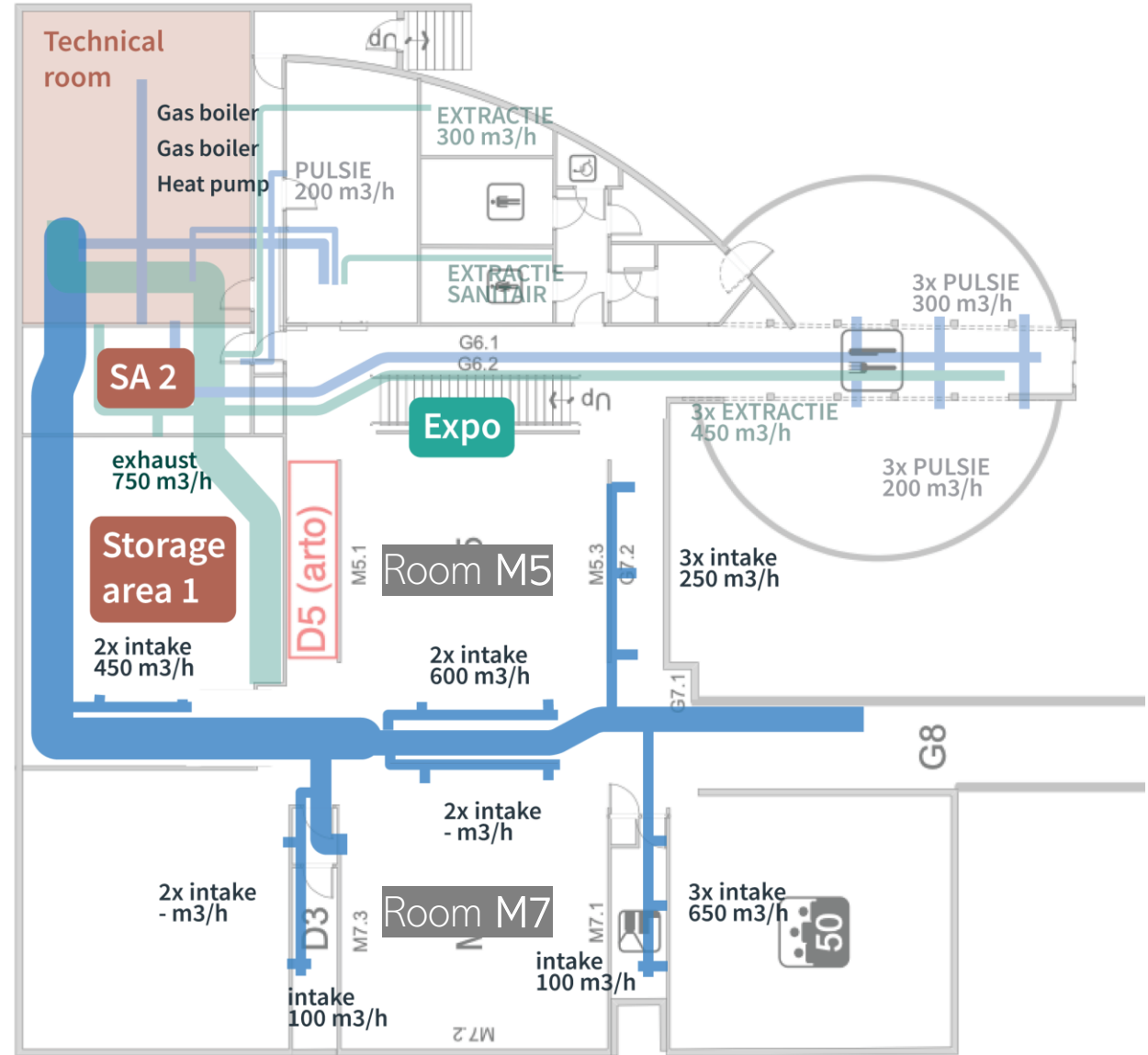


# FeliXart: tests

**Air group** heats, cools, humidifies/dehumidifies storage areas 1 and 2, and expo rooms around and above.

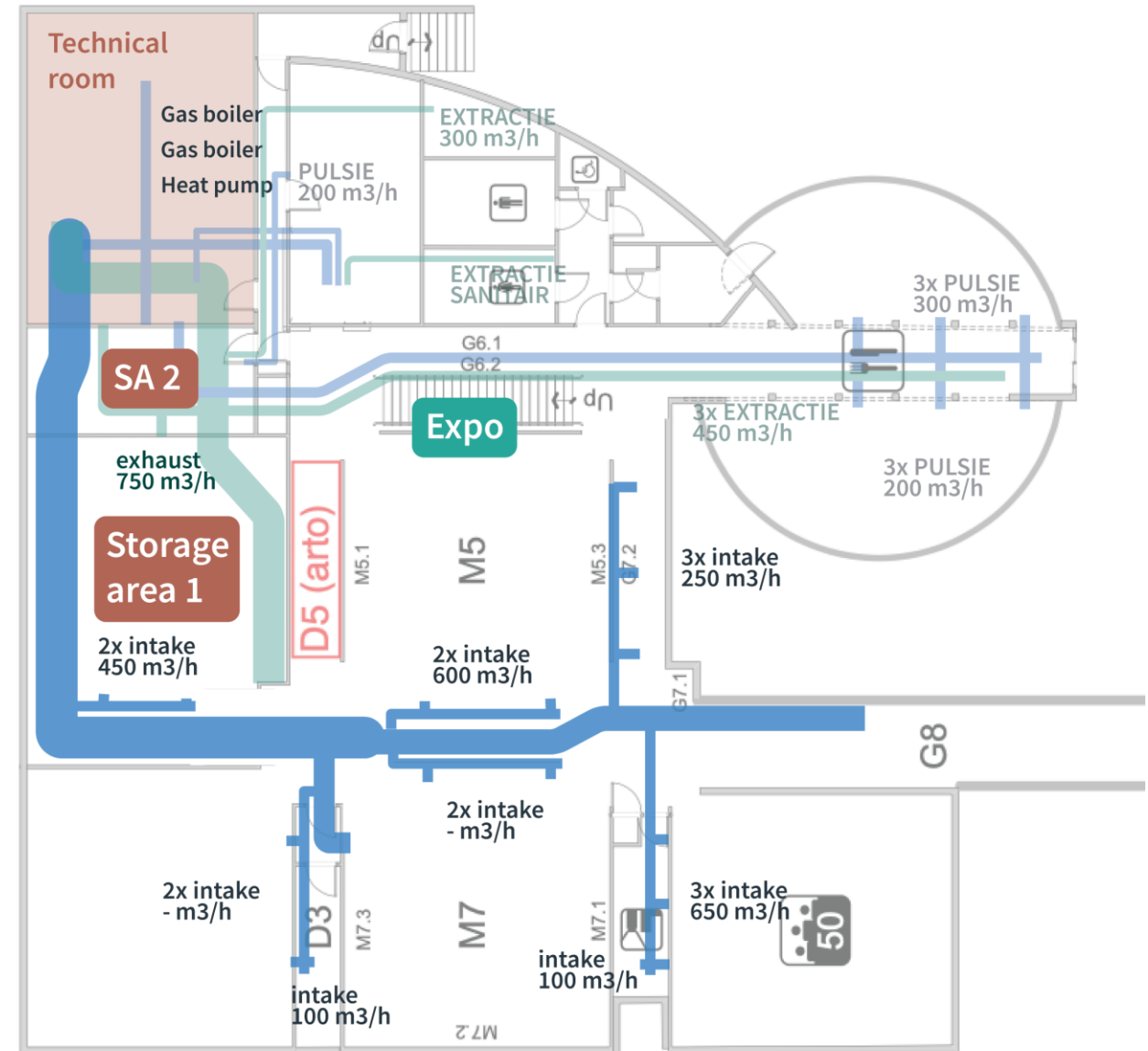
Floor heating to heat exposition rooms

View from **Room M5** to **Room M7**



# FeliXart: tests

1. Relax temperature and relative humidity
2. Verminder volume te conditioneren verse lucht
  - a. Verminderen ventilatiedebiet
  - b. Verlagen ratio verse lucht / recuperatielucht
  - c. Nachtverlaging



# FeliXart: tests

1. Relax temperature and relative humidity

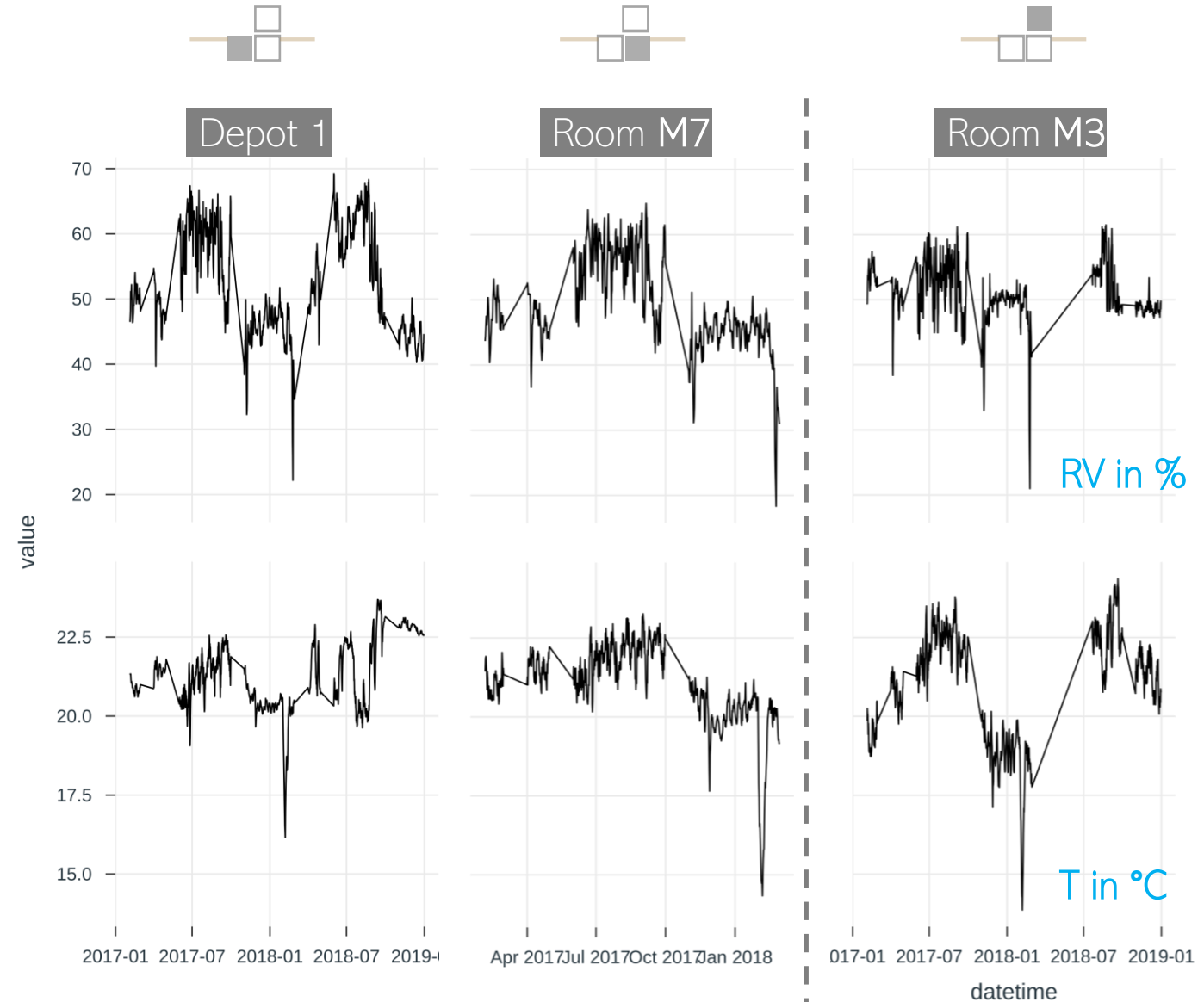
Floor heating in exposition rooms

Set point temperature and relative humidity in exposition room M3

Exposition rooms ground floor (M3) colder than below ground (M7)

Set point supply air temperature air group 1

Temperature in storage area strongly linked with temperature in exposition rooms.



# FeliXart: tests

2. Verminder volume te conditioneren verse lucht
  - a. Verminderen ventilatiedebiet
  - b. Verlagen ratio verse lucht / recuperatielucht
  - c. Nachtverlaging

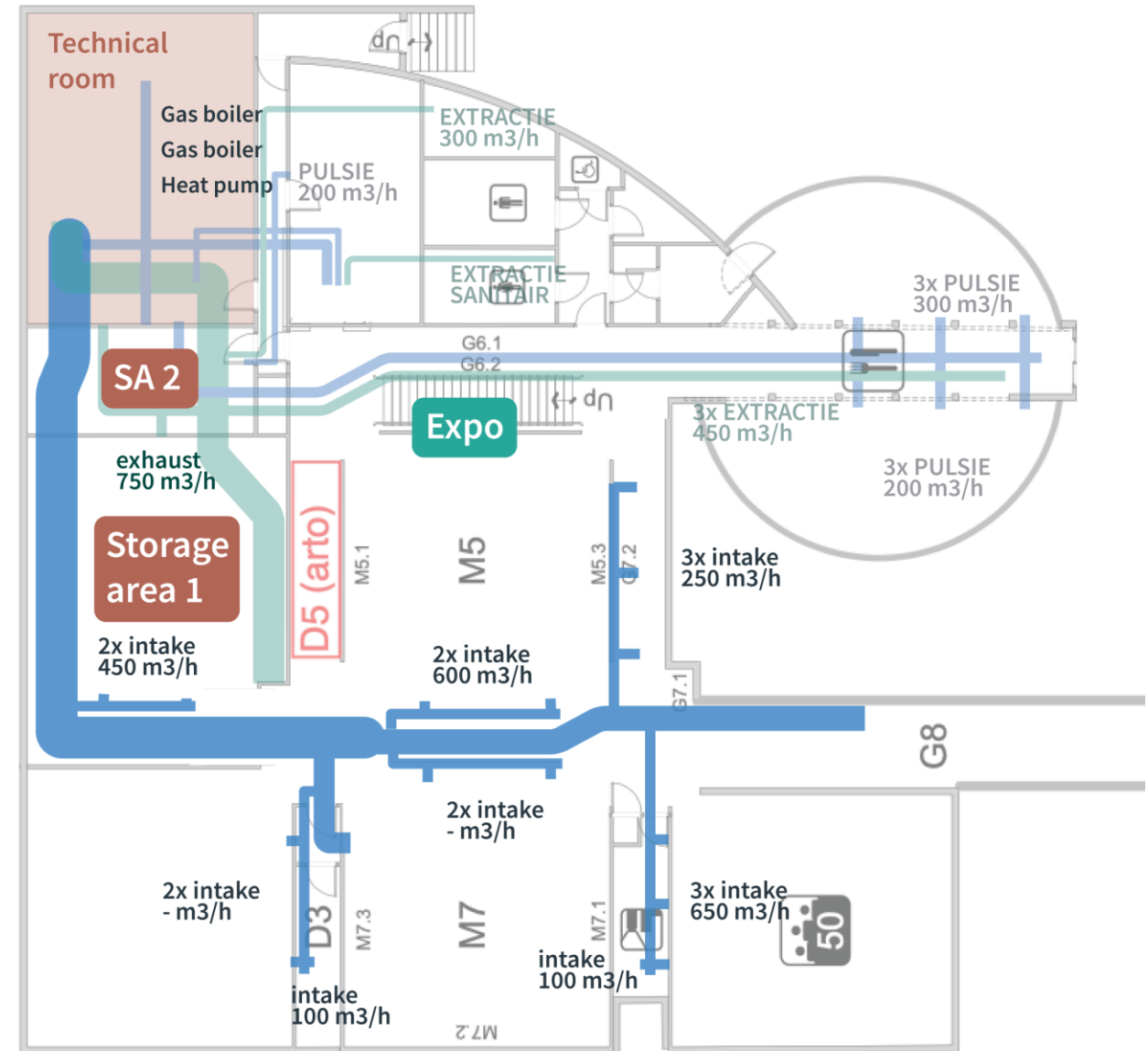
## Verminderen ventilatiedebiet

Minimaal geëiste ontwerpdebiet (residentieel):

3.6 m<sup>3</sup>/h per m<sup>2</sup> vloeroppervlakte

<https://www.energiesparen.be/epb-pedia/hygi%C3%ABnische-ventilatie/nieuwbouw-residentieel/ontwerpdebiet>

Momenteel toevoer van 900 m<sup>3</sup>/h (5x eis!)



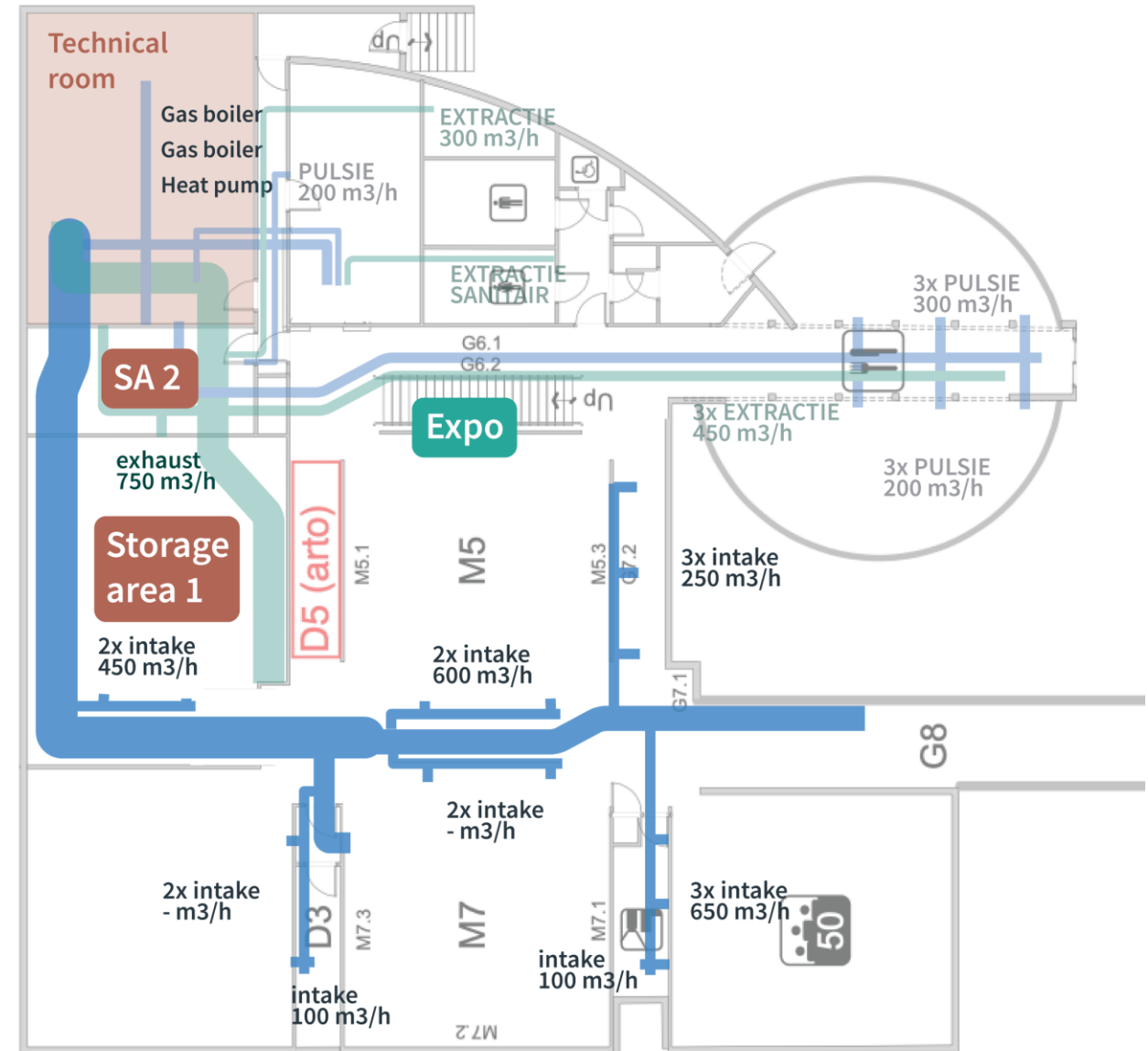
# FeliXart: tests

2. Verminder volume te conditioneren verse lucht
  - a. Verminderen ventilatiedebiet
  - b. Verlagen ratio verse lucht / recuperatielucht
  - c. Nachtverlaging

## Verminderen ventilatiedebiet

Sinds kort een toerentalregeling op luchtgroep!

1.



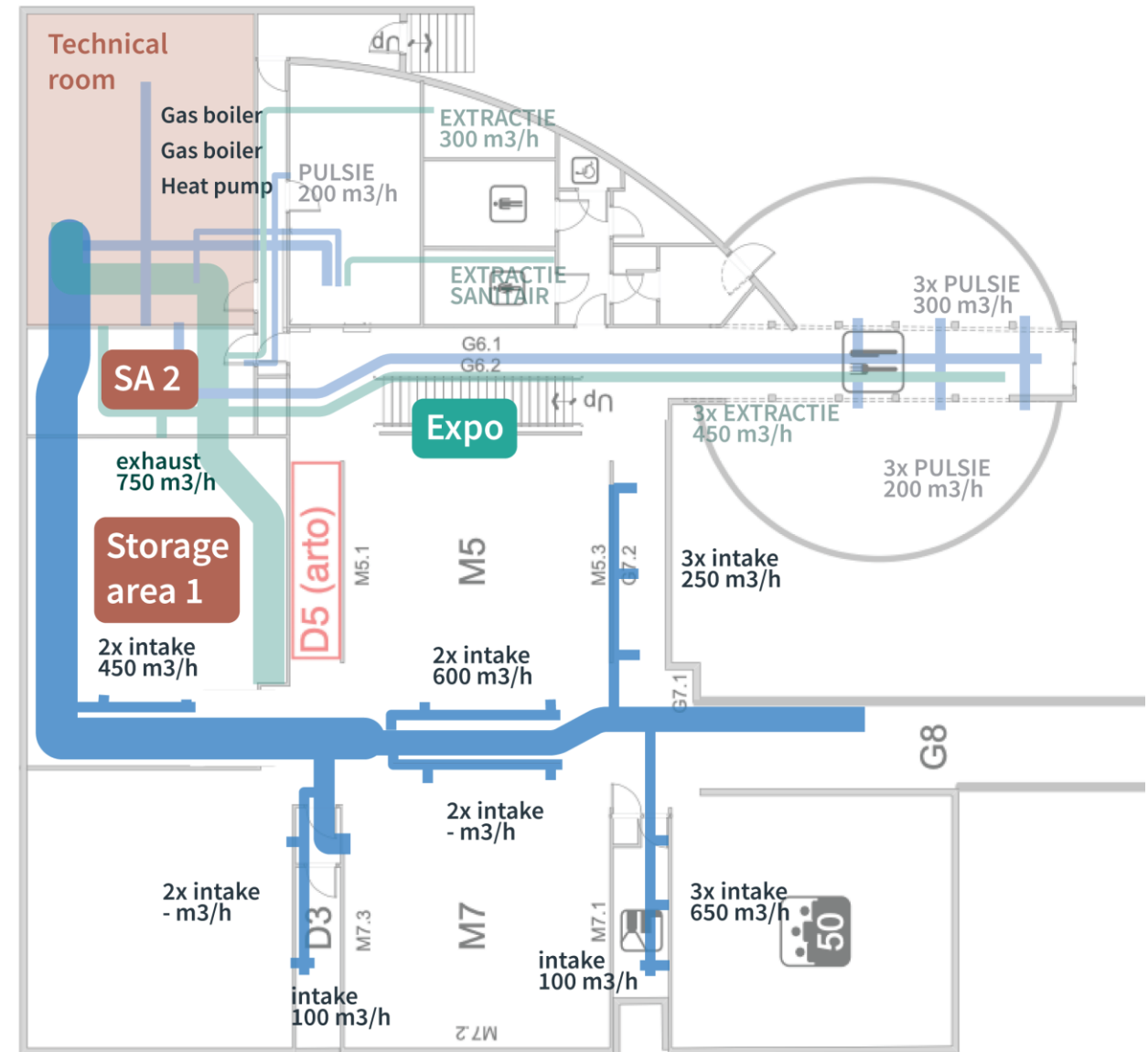
# FeliXart: tests

2. Verminder volume te conditioneren verse lucht
  - a. Verminderen ventilatiedebiet
  - b. Verlagen ratio verse lucht / recuperatielucht
  - c. Nachtverlaging

## Nachtverlaging

Bv. tijdens zomerdag minder conditionering op meer buitenlucht?

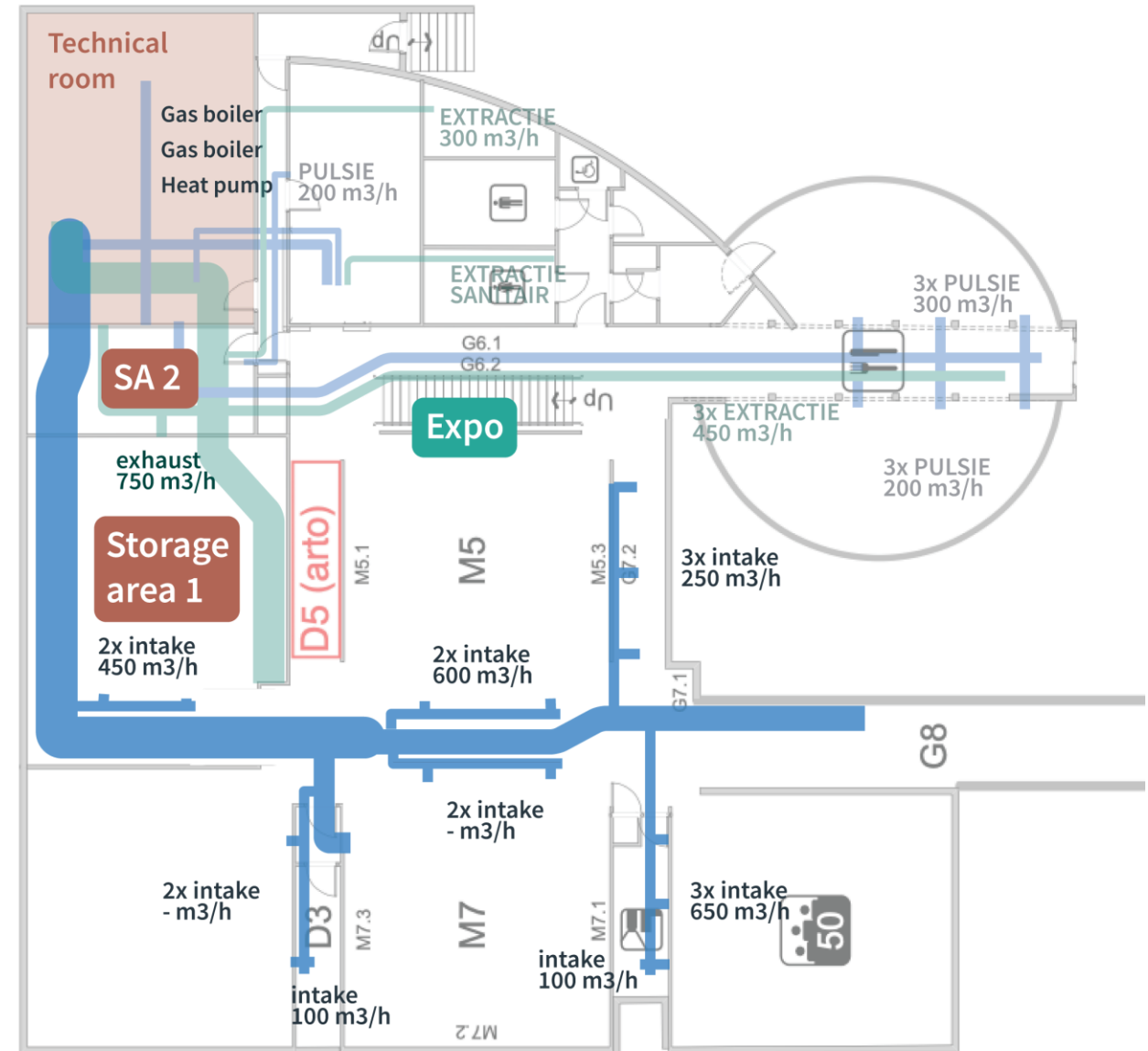
(cfr. IPI: vermijden van seizoensgebonden ontvochtiging)



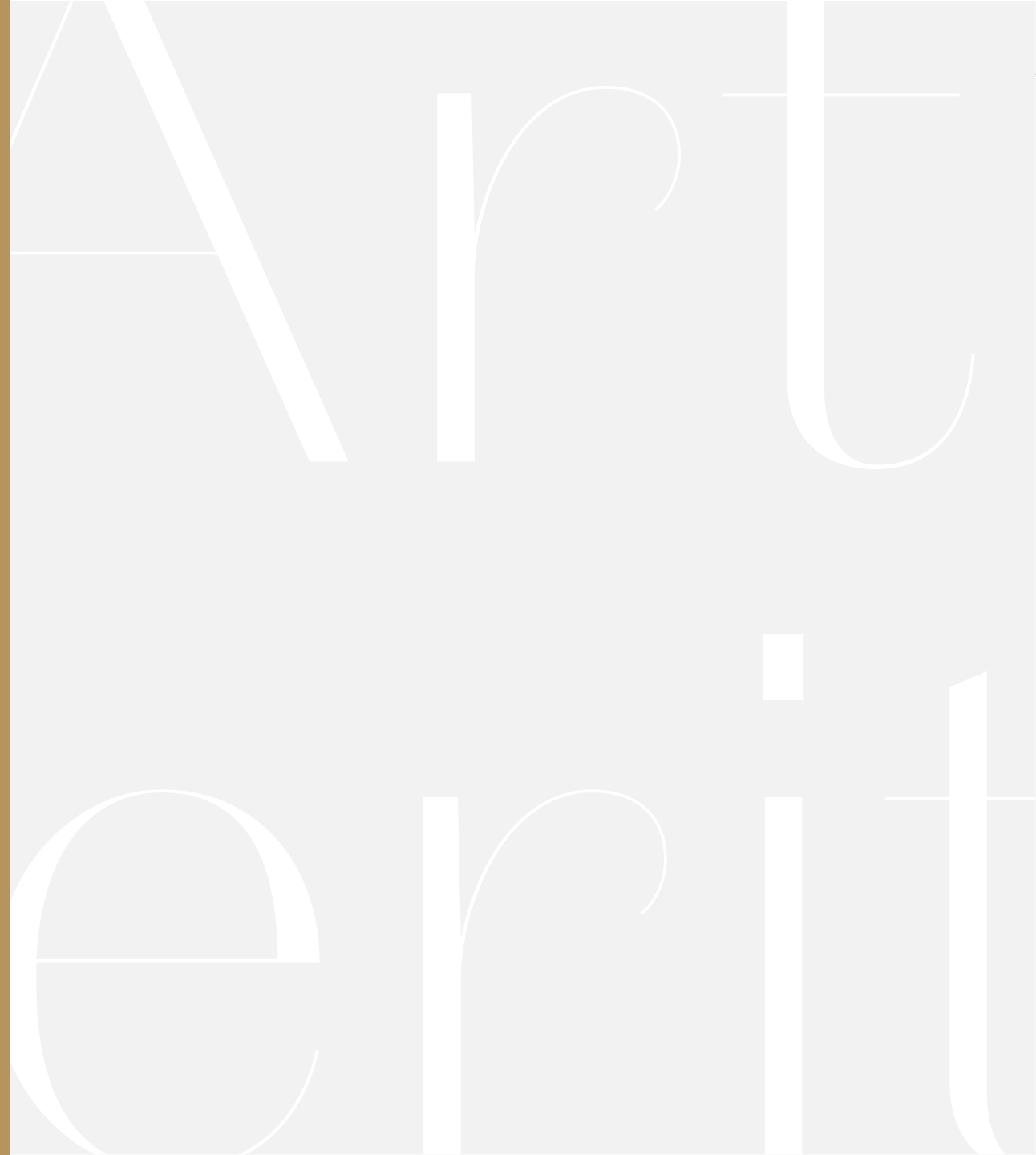
# FeliXart: renovatie

Dak wordt geïsoleerd (plaatsing PV)

Ingrep zal klimaat beneden en boven dicht bij elkaar brengen; meer ruimte voor relaxatie T & RV



Vervolg: C2P





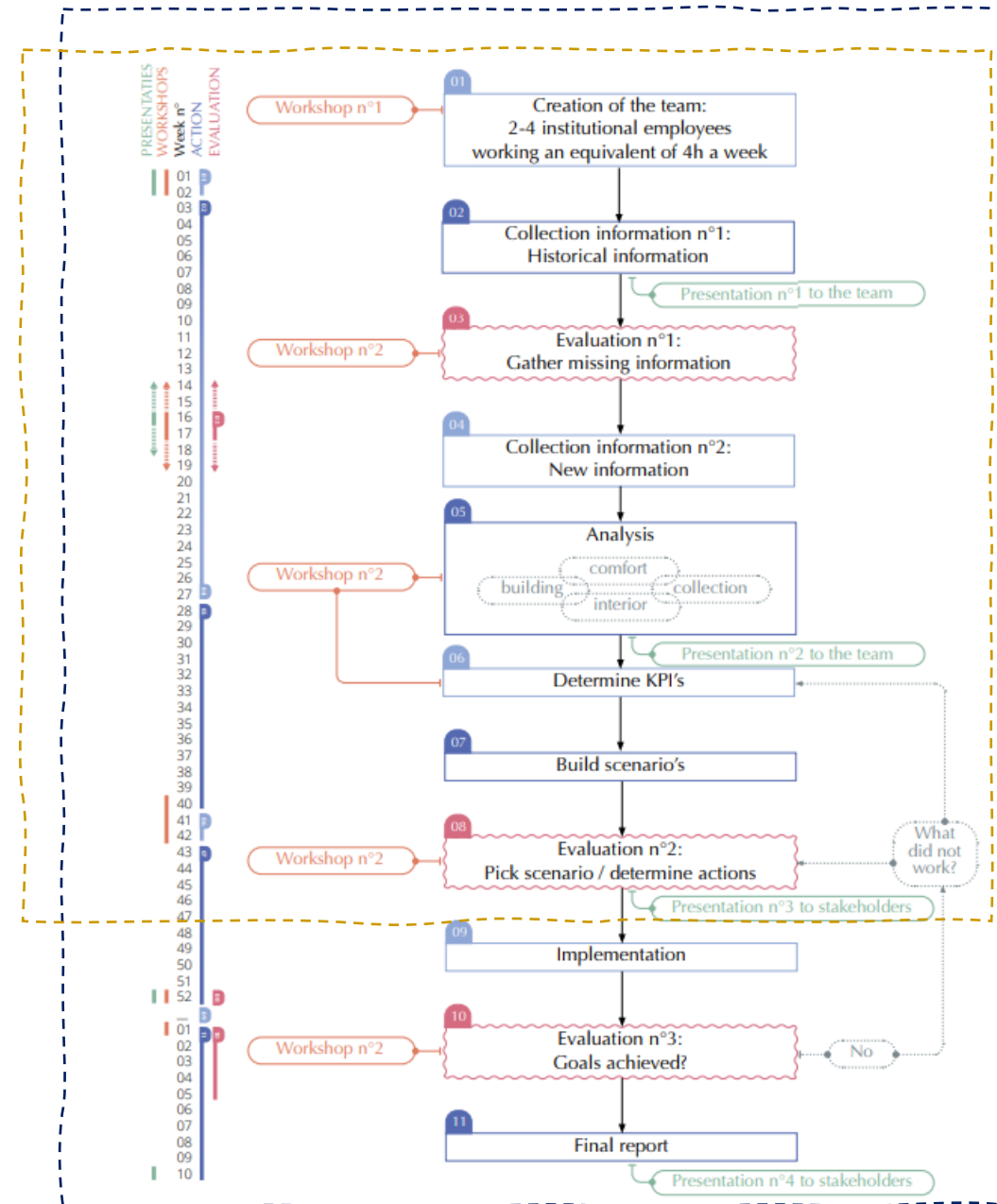
# Korte termijn en/of lange termijn

## Korte termijnsoplossingen

- Geen of beperkte veranderingen aan de bouwschil
- Geen of beperkte veranderingen van de verwarming -en koelsystemen
- Implementatie en opvolging van de veranderingen

## Lange termijnsoplossingen:

- Kan veranderingen aan bouwschil en systemen inhouden
- Samenwerking met een grotere groep van belanghebbenden nodig
- Eindresultaat: schrijven van een plan van eisen



# New Case Studies

Royal Museums of Fine Arts of Belgium



© Brussels Museums

Wiertz Museum



© Alfred De Ville De Goyet (MRBC DMS)

Royal Film Archive of Belgium  
CINEMATEK (acetate)



© Bea Borgers

# Discussie



## Welke lessen kunnen we trekken?

- Energiebesparing is belangrijker dan ooit!
- Hoe een energiebesparingstraject verloopt hangt sterk af van de agenda en de focus van het museum
- "Meten is weten" – Lord Kelvin
- Mogelijkheden sterk afhankelijk van beschikbare infrastructuur
- Van bij de ontwerpfase moet de specifieke museum- en bewaarfunctie in acht genomen worden
- Gap between facilities and collection care – When communication is right from the start (building/system requirements/settings), energy saving measures will become evident.
- Need for training and creating understanding cannot be underestimated
- After project other museum needs can be prioritized as well (info and data available – networking -...)



# resilient storage

Warm thanks to the project partners  
and funding bodies



Bedankt. Merci. Thank you.

## Contact

Estelle De Bruyn  
Head of Sustainability Unit  
Royal Institute for Cultural Heritage (KIK-IRPA)  
02/739.68.31  
[estelle.debruyne@kikirpa.be](mailto:estelle.debruyne@kikirpa.be)

Geert Bauwens  
Building Physics and Sustainable Design  
KU Leuven & CHARP Art Care  
016/32.22.54  
[geert.bauwens@kuleuven.be](mailto:geert.bauwens@kuleuven.be)  
[geert@charp.be](mailto:geert@charp.be)

**CHARP**<sup>®</sup>  
Art Care

