

A woman with long brown hair, wearing a red and white patterned top and a red skirt, is sitting on a dark grey tufted bench in a museum gallery. She is looking at three large classical paintings displayed on the wall. The paintings are framed in white and set against a light-colored wall. The floor is made of light-colored wood. The overall scene is dimly lit, with the focus on the woman and the art.

DYSECO.

# Een optimaal klimaat met minder energie

Whitepaper

Leestijd 8 minuten

# Uitdagingen

**Musea zijn geworden tot grootverbruikers op het gebied van energie, met name door de rigide wijze van klimaatbeheersing. Gedreven door resultaten van wetenschappelijk onderzoek, gestegen energieprijzen en de noodzaak tot verduurzaming, is een nieuwe kijk op klimaatbeheersing essentieel.**

Veel collectieobjecten zijn gevoelig voor temperatuur, maar het is algemeen bekend dat de relatieve luchtvochtigheid (RV) voor het behoud van de meeste museumstukken een belangrijkere rol speelt. In de literatuur zijn de globale bandbreedten voor temperatuur en RV vindbaar, waarbinnen een object veilig is. De afgelopen jaren is internationaal veel materiaaltechnisch onderzoek uitgevoerd, waarbij de robuustheid van verschillende collectieobjecten is onderzocht. Veel van deze onderzoeken tonen aan dat de meeste objecten robuuster zijn dan voorheen werd aangenomen. Bovendien verschaffen deze experimenten informatie over de toegestane grootte en snelheid van variaties in temperatuur en RV.

Waar komen die strikte klimaateisen in de praktijk dan vandaan? De oorzaak is een combinatie van verschillende factoren.





# D Techniekafhankelijkheid en gebouwschade

Naast het verminderde bezoekerscomfort en het enorme energiegebruik, neemt ook de techniekafhankelijkheid toe. Bepaalde componenten van het klimaatsysteem kunnen in werkelijkheid suboptimaal of niet zoals bedoeld presteren, maar dit blijft vaak te lang onopgemerkt. Bij storingen van de klimaatinstallatie ontstaan vaak klimaatschokken met grote risico's voor de collectie tot gevolg.

*Moet een heel museum strak op 50%RV/21°C gehouden worden als minder dan 1% van de objecten daar baat bij heeft?*

Een ander helaas veel voorkomend fenomeen is de bouwfysische schade als gevolg van overmatige condensatie in de winter. Dit fenomeen is een direct gevolg van het bevochtigen en verwarmen naar 21°C en 50%RV. In veel monumenten komt zichtbare condensatie voor aan vensters, waardoor houtrot en schimmelgroei kunnen ontstaan en waarbij de schimmelsporen zich vrij kunnen verspreiden in de tentoonstellingszaal. Wanneer voorzetwanden zijn toegepast voor een venster blijven dergelijke situaties lang onopgemerkt.



In extreme gevallen komen de bouwfysische gevolgen pas na jaren aan het licht, bijvoorbeeld op het moment dat een voorzetwand verwijderd wordt.

# D Museaal klimaat en energiegebruik

Het handhaven van een strikte temperatuur en RV betekent ook dat de klimaatinstallatie constant aan het corrigeren is. Hierbij wordt vaak afgewisseld tussen koelen en verwarmen en bevochtigen en ontvochtigen, met name in de overgangsseizoenen lente en herfst. Naast een hoog energiegebruik leidt dit tot een zware belasting van de installatiecomponenten, verhoogde onderhoudskosten en verkorte levensduur. Door dit permanent corrigeren kan ook geen gebruik gemaakt worden van de hygrothermische eigenschappen van het gebouw zelf: de gebouwmassa draagt in zo'n geval niet bij aan het stabiliseren van het binnenklimaat.

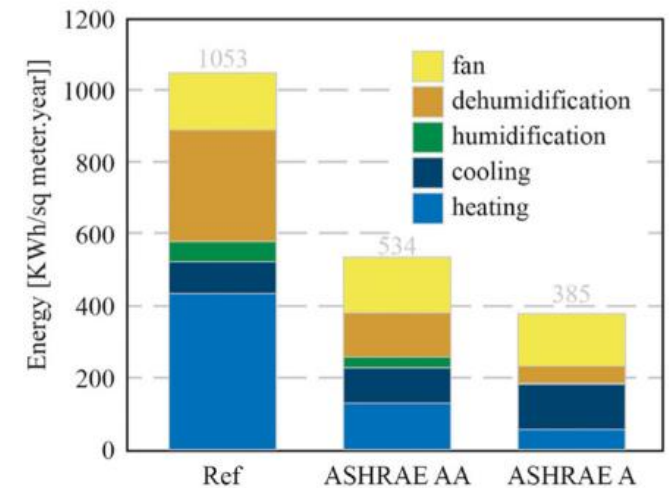
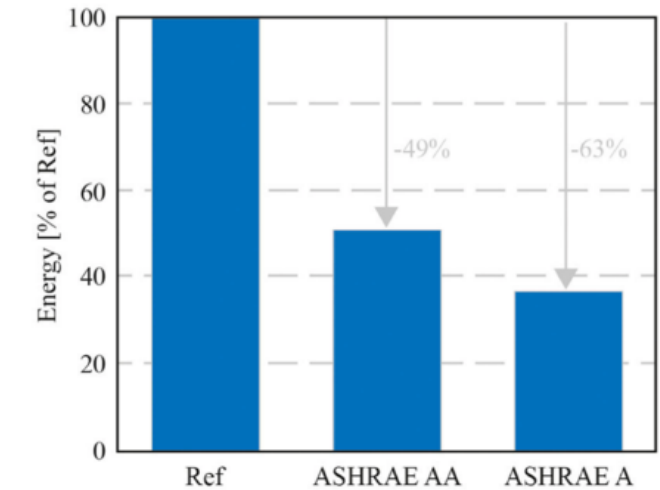
Langzaam maar zeker zet de paradigmaverschuiving zich door, van statisch naar een meer dynamische wijze van klimatiseren. Een trend die in feite al meer dan 25 jaar geleden is ingezet met het besef dat een strikt binnenklimaat in veel situaties onrealistisch is [ref. 2] en ook onrealistisch is om van anderen te verlangen als het in "eigen huis" ook niet beter is. In 2008 kreeg dit een nieuwe boost, toen de zg. International Group of Organizers of Large-scale Exhibitions, beter bekend als de Bizot- groep, publiekelijk hun zorgen uitten over de duurzaamheid van het bruikleenverkeer. Het gevolg daarvan was het tot stand komen van het Green Protocol, waarin o.a. de strikte klimaateisen versoepeld zijn naar waarden van 16-25°C en 40%-60% RV en een toelaatbare fluctuatie van  $\pm 10\%$  RV binnen die brandbreedte. Dit voorstel werd en is nog steeds gedragen door toonaangevende instanties, zoals het Getty Conservation Institute en ICOM. En toch houden veel instellingen nog vast aan een strikt binnenklimaat, omdat in de praktijk blijkt dat strikte bruikleeneisen nog steeds meer norm dan uitzondering zijn, maar ook omdat bestaande gebouwbeheersystemen een eenvoudige afstemming van de klimaatregeling op wisselende tentoonstellingen niet mogelijk maken.

# D Preventieve conservering 2.0

Door goed te kijken naar de aanwezige collectie, de eigenschappen van het gebouw en de gewenste mate van comfort, kan in veel gevallen het klimaat op een verantwoorde wijze minder strikt ingesteld worden. Bij dit minder strikt instellen worden idealiter seizoensvariaties toegepast, zoals ook beschreven is in de richtlijn van ASHRAE [ref. 4].

Op basis van het promotieonderzoek van dr.ir. Rick Kramer aan de TU Eindhoven [ref. 5] is een baanbrekend algoritme ontwikkeld om temperatuur en RV real-time te optimaliseren binnen de gestelde klimaateisen. Hierbij worden gecontroleerde variaties toegepast om een optimaal collectiebehoud te realiseren bij een zo laag mogelijke energievraag.

Effecten van het buitenklimaat, de warmtelast van verlichting en apparaten, en de hoeveelheid bezoekers, verschillen per gebouw. Het ontwikkelde algoritme houdt daar rekening mee door per situatie de invloeden van het buitenklimaat en interne warmtebronnen te analyseren en op basis van modellen het ideale verloop van temperatuur en RV te bepalen. De boven- en ondergrenzen van temperatuur en RV worden hierbij dynamisch aangepast binnen de eisen voor collectiebehoud en thermisch comfort.

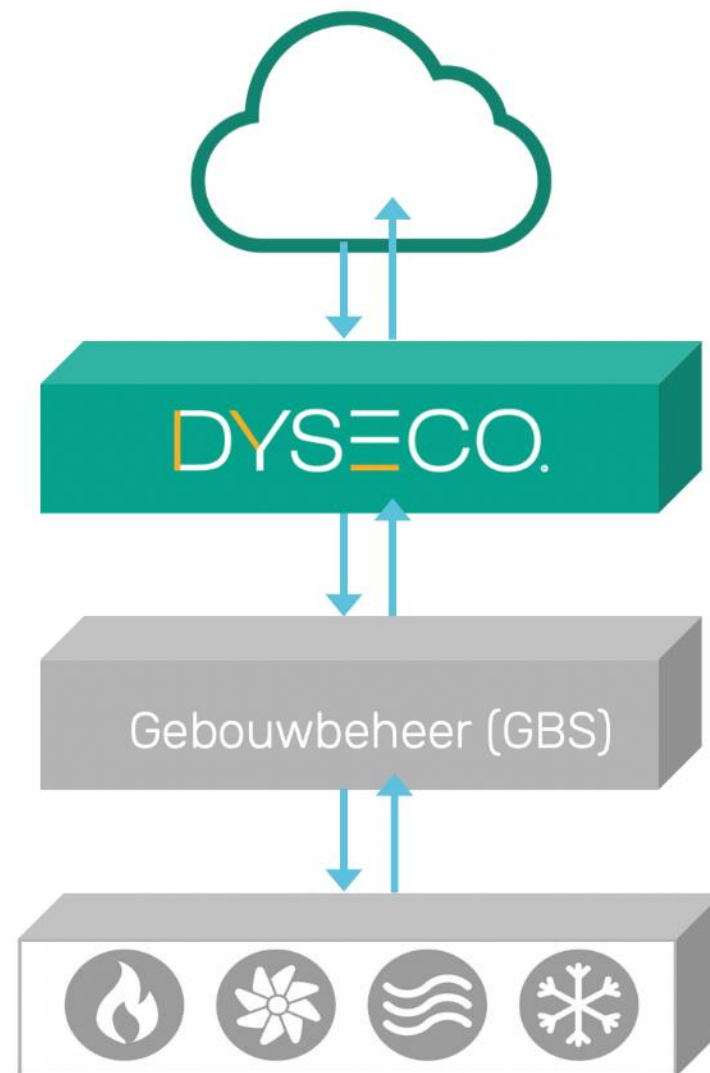


Gemeten energiebesparing bij toepassing van DYSECO® met ASHRAE klassen AA en A (boven) en de gespecificeerde energievraag per vierkante meter (onder) [ref. 3].

# D Innovatie in klimaatbeheersing

DYSECO® brengt klimaatbeheersing naar een nieuw niveau met automatische en dynamische regeling van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid. Op basis van gepatenteerde regelalgoritmes worden collectiebehoud, gebouwbehoud en thermisch comfort perfect gebalanceerd voor een optimaal binnenklimaat met een minimale energievraag.

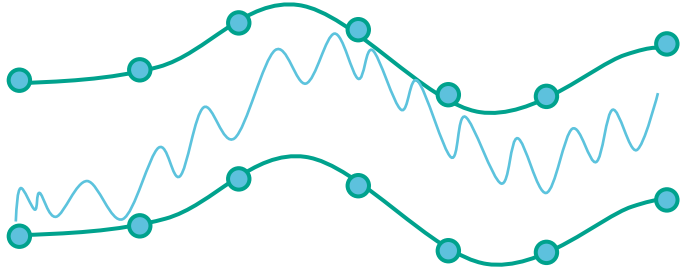
DYSECO® is een krachtige plug-in voor gebouwbeheersystemen om nieuwe én bestaande klimaatinstallaties in musea, depots en archieven effectiever én energie-efficiënter te opereren. De algoritmes onttrekken data van het gebouwbeheersysteem, om vervolgens deze data te analyseren en het verloop van temperatuur en RV te optimaliseren over de tijd. Zo wordt er optimaal én verantwoord gebruik gemaakt van de ruimte die bijvoorbeeld geboden wordt in de klimaatklassen van de ASHRAE of BIZOT voor dagelijkse variaties en seizoensvariaties. Risico's op biologische, chemische en mechanische schade worden geminimaliseerd door het algoritme, waarbij de potentie voor energiebesparing volledig benut wordt.



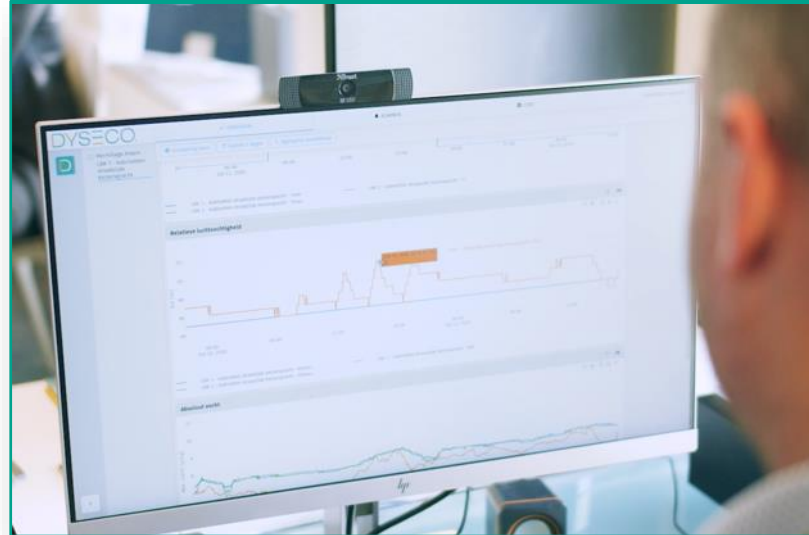
# D Inzicht en grip op klimaatprestaties

De user-interface biedt eenvoudig instelbare voorgeprogrammeerde klimaatklassen of een zelf te definiëren klimaat, bijvoorbeeld voor bruiklenen. Op deze manier is het eenvoudig om de klimaateisen af te stemmen op wisselende tentoonstellingen. Het DYMATRIX® platform biedt real-time inzicht in de klimaatprestaties en analysetools voor data-analyse van historische datasets. Zo kan middels responsmodellen inzichtelijk gemaakt worden hoe een object de binnentemperatuur en RV ervaart. Daarnaast bieden overzichtelijke rapportages de mogelijkheid om deze analyses te communiceren met derden, zoals bruikleengevers.

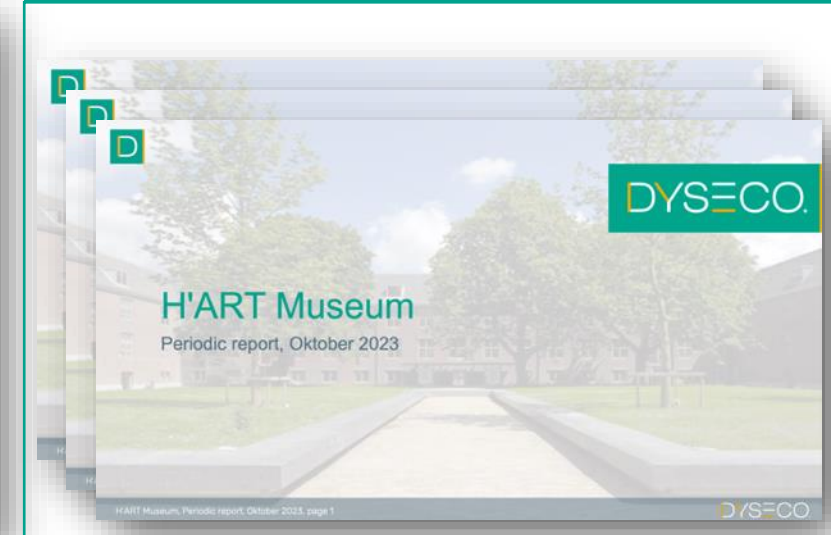
## CONTROL



## DASHBOARD



## RAPPORTAGES





# D Verduurzaming met DYSECO

Met de hiervoor beschreven technologieën en gereedschappen biedt DYSECO de volgende voordelen:

- ✓ Energiereductie van 20% (gegarandeerd) tot 70%.
- ✓ Verbeterd lange-termijn behoud van collecties.
- ✓ Verbeterd thermisch comfort.
- ✓ 24/7 real-time inzicht in klimaatprestaties.
- ✓ Maximale flexibiliteit van klimaatinstellingen voor wisselende collecties.
- ✓ Eenvoudig voldoen aan rapportageverplichtingen.
- ✓ Substantiële bijdrage aan CO<sub>2</sub>-reductie en het halen van klimaatdoelstellingen.

DYSECO biedt haar technologie aan als een SaaS-abonnement (Software as a Service) zodat u van bovenstaande voordelen geniet tegen vaste kosten. Zo houden we de terugverdientijd korter dan 3 jaar.



## *Gemeten besparingen op verwarming, koeling, bevochtiging en ontvochtiging.*

H'ART Museum	36%
Mauritshuis	42%
Van Gogh Museum	61%
Fries Museum	36%
Zeeuws Archief	51%

# Referenties

- [1] Kramer, R. P., Schellen, L., & Schellen, H. L. (2017). Adaptive temperature limits for air-conditioned museums in temperate climate regions. *Building Research & Information*, 46(6), 686-697.
- [2] J. Ashley-Smith, N. Umney, and D. Ford, "Let's Be Honest—Realistic Environmental Parameters for Loaned Objects," in *Preventive Conservation: Practice, eory and Research—Preprints of the Contributions to the Ottawa Conference, 12–16 September 1994* (London: IIC, 1994), 28–31.
- [3] Kramer, R. P., Schellen, H. L., & van Schijndel, A. W. M. (2016). Impact of ASHRAE's museum climate classes on energy consumption and indoor climate fluctuations: Full-scale measurements in museum Hermitage Amsterdam. *Energy and Buildings*, 130, 286-294.
- [4] ASHRAE (2019) Museums, galleries, archives and libraries, ASHRAE handbook Heating, ventilating, and air-conditioning applications, SI edition, Chapter 24, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, pag. 24.1-24.43.
- [5] Kramer, R.P., 2017. Clever Climate Control for Culture. Proefschrift, Technische Universiteit Eindhoven
- [6] Ankersmit, B., Stappers, M. H. L. & Kramer, R. P. (2018). Guideline in jeopardy: observations on the application of the ASHRAE chapter on climate control in museums. *Studies in Conservation*, 63(S1), 1-7



DYSECO.

[info@dyseco.nl](mailto:info@dyseco.nl)

[www.dyseco.nl](http://www.dyseco.nl)

Tel. +31 (0)10 282 1252