

Clever Climate Control for Culture

*Energy efficient indoor climate strategies for museums respecting
collection preservation and thermal comfort of visitors*

Rick Kramer

Samenvatting

In de vroege 19^{de} eeuw werden museums alleen verwarmd in de winter om de vochtigheid te beperken en om enige mate van thermisch comfort te verschaffen. In de late 19^{de} eeuw en begin 20^{ste} eeuw ontstond een prematuur begrip van de invloed van het binnenklimaat op de artefacten en kunst wat leidde tot de introductie van bevochtiging en ontvochtiging. Met de ontwikkeling van verwarmings-, ventilatie-, en airconditioningstechniek werd de benadering van klimaatbeheersing in musea steeds strikter gedurende de 20^{ste} eeuw: doordat het ideale conserveringsklimaat werd nagestreefd, werd prioriteit gegeven aan collectiebehoud en werd thermisch comfort gecompromitteerd. Dit heeft geleid tot drie problemen: een hoog energieverbruik en –kosten, thermisch discomfort en vochtschade aan historische gebouwen door condensatie in de winter.

In de late 20^{ste} eeuw en vroege 21^{ste} eeuw, heeft onderzoek aangetoond dat veel objecten beter bestand zijn tegen variaties van temperatuur en relatieve vochtigheid dan voorheen aangenomen, hetgeen een mondiale discussie aanwakkerde over het vervangen van het concept van een ideaal museumklimaat door een adequaat museumklimaat dat recht doet aan zowel collectiebehoud, behoud van monumentale gebouwen, thermisch comfort en energie-efficiëntie.

Dit onderzoek verkent dynamische klimaatbeheersing voor musea gebaseerd op gecontroleerde fluctuaties en seizoensaanpassingen van temperatuur en relatieve vochtigheid. Een combinatie van experimenteel onderzoek bij de Hermitage Amsterdam en uitgebreid numeriek onderzoek adresseert thermisch comfort van museum bezoekers, collectiebehoud en energie-efficiëntie.

De hoofdresultaten van dit onderzoek: Het strikt klimatiseren van het binnenklimaat zonder seizoensaanpassingen, tegenwoordig veelvoorkomend, compromitteert thermisch comfort van bezoekers substantieel, veelal onder vrouwen en vooral in de zomer; Adaptieve temperatuurlimieten zijn ontwikkeld, gevalideerd in de Hermitage Amsterdam, die het thermisch comfort van bezoekers aanzienlijk verbeteren; Een algoritme is ontwikkeld om uurlijkse setpoints te berekenen voor temperatuur en relatieve vochtigheid met als doel het integreren van thermisch comfort eisen, gebaseerd op de adaptieve temperatuur limieten, en collectie-eisen; De invloed van dit algoritme op het energieverbruik is inzichtelijk gemaakt voor vijf klimaatklassen, voor vier gebouwkwaliteiten en voor twintig locaties in Europa.

De resultaten dragen bij aan de mondiale discussie omtrent het heroverwegen van de huidige manier van klimaatbeheersing, op weg naar verbeterde energie-efficiëntie en het balanceren van de behoeften met betrekking tot collectiebehoud, behoud van monumentale gebouwen en thermisch comfort.

Clever Climate Control for Culture

Energy efficient indoor climate strategies for museums respecting collection preservation and thermal comfort of visitors

Rick Kramer

Summary

In the early 19th century, museums were only heated in winter to prevent dampness and to provide some thermal comfort. In the late 19th century and early 20th century, some understanding of the interaction between the artifacts and the indoor climate developed, which led to the introduction of humidification and dehumidification. During the 20th century, the museum environment was conditioned ever more strictly as heating, ventilation and air-conditioning technologies evolved: Striving for the ideal conservation environment, collection preservation was prioritized and thermal comfort of visitors was compromised. This has resulted in three problems: high energy consumption and costs, thermal discomfort, and moisture damage to historic buildings due to condensation in Winter.

In the late 20th century and early 21st century, research revealed that many objects tolerate variations in temperature and relative humidity better than expected fueling a global discussion on replacing the concept of an ideal environment by an appropriate environment balancing collection conservation, historic building conservation, thermal comfort, and energy efficiency.

This research explores dynamic control of the museum environment based on controlled fluctuations and seasonal adjustments of temperature and relative humidity. A combination of experimental research at Hermitage Amsterdam and extensive computational research addresses thermal comfort of museum visitors, collection needs, and energy efficiency.

The main results of this research: Stringent indoor climate conditioning without seasonal adjustments, as found in many museums nowadays, substantially compromises thermal comfort of visitors, particularly of women and mostly in Summer; Adaptive temperature limits have been developed, which have been validated at Hermitage Amsterdam, improving thermal comfort of visitors; An algorithm has been developed to calculate hourly setpoints for indoor temperature and relative humidity which integrates the thermal comfort requirements according to the adaptive temperature limits and collection requirements according to ASHRAE; The energy impact of this setpoint algorithm has been demonstrated for five levels of indoor climate control, for four building qualities, and for twenty locations in Europe.

The results may contribute to the global discussion on reconsidering the current way of museum indoor climate control, paving the way for improved energy efficiency and balancing the needs with respect to collection conservation, historic building conservation, and thermal comfort.