

Hygrostatisch geregeld verwarmen

Voor het conserveren van een museale collectie in een monumentaal gebouw is het beheersen van de relatieve luchtvochtigheid een belangrijk aspect. Museale collecties maken vaak deel uit van het interieur van een monumentaal gebouw. In de meeste gevallen betekent het installeren van een luchtbehandelingsstelsel schade aan het gebouw en de historische authenticiteit. Verder kan luchtbevochtiging leiden tot dramatische binnenlucht condities met schimmelgroei en condensatie op koude binnenoppervlakken, of zelfs inwendige condensatie. Een manier om dit te voorkomen is door gebruik te maken van een hygrostatisch geregeld verwarmingsstelsel. De verwarmingsinstallatie wordt dan geregeld door een ruimtehygrostaat om zo de RV te beheersen. Hygrostatisch geregeld verwarmen is getest in een experimentele laboratoriumopstelling en door een praktijkopstelling in een monumentaal gebouw. Regelstrategieën en regimes zijn getest door simulatie en experiment. Het simulatiemodel is gevalideerd door metingen. In het monumentale gebouw is over een lange periode het binnenklimaat gemonitord. De conserveringscondities van het binnenklimaat op collectie en gebouw zijn onderzocht. Het blijkt dat het binnenklimaat van een monumentaal gebouw kan worden verbeterd door hygrostatisch geregeld verwarmen. Het thermisch comfort kan echter dalen. Voorts is het een simpel en energiezuinig systeem dat weinig onderhoud vraagt.

- door ir. E. Neuhaus en dr.ir. H.L. Schellen***

Oorspronkelijk waren de meeste monumentale gebouwen slechts voorzien van een lokale verwarming zoals een open haard. Vaak is later een centrale verwarmingsinstallatie aangebracht. Metingen in één van de waardevolste monumenten van Nederland, laten zien dat gedurende het stookseizoen zeer lage RV's optreden, die beschadigingen aan interieur en objecten veroorzaken [1]. Buiten het stookseizoen treden vaak hoge RV's op. Deze hoge RV's vormen een risico voor interieur en objecten door het ontstaan van condities voor

schimmelgroei [2]. In de meeste gevallen is het niet mogelijk en wenselijk om een luchtbehandelingsstelsel aan te brengen. Het installeren van een luchtbehandelingskast, roosters en kanalen beschadigen het gebouw en zijn historische authenticiteit. De hoge kosten voor installatie, exploitatie en onderhoud zijn dan niet eens genoemd. Verder leidt luchtbevochtiging vaak tot dramatische luchtcondities met hoge RV's en condensatie aan koude oppervlakken, zoals buitenwanden, enkele beglazing en daken. Zelfs condensatie in de inwendige delen van de construc-

tie kan optreden [3].

Het principe van hygrostatisch geregeld verwarmen, ook wel conservation heating genoemd, is het regelen van de verwarmingsinstallatie door een hygrostaat [4]. Hoge relatieve luchtvochtigheden worden vermeden door te verwarmen. Het bereiken van lage RV's gedurende de het koude seizoen wordt vermeden door het beperken van het verwarmen door een bepaalde onder temperatuur aan te houden. De toepassing van dit systeem is echter beperkt. In de zomer moet er mogelijk worden bijgestookt en in de winter wordt er vaak slechts beperkt verwarmd. Dit leidt tot onbehaaglijke situaties voor bezoekers en personeel. In Nederland is er slechts weinig ervaring met hygrostatisch geregeld verwarmen.

DOELSTELLINGEN

Doelstelling van het onderzoek beschreven in dit artikel is om de bruikbaarheid van hygrostatisch geregeld verwarmen vast te stellen in het Nederlandse klimaat en het optimaliseren van de regeling. Alvorens te testen op locatie in een monumentaal gebouw, zijn er uitvoerige tests in het laboratorium uitgevoerd. De eerste doelstelling van dit pre-testen is om een algemeen gevalideerd simulatiemodel voor hygrostatisch geregeld stoken op te stellen. Met dit model is het per gebouw mogelijk om inzicht te krijgen in de regeling, optimale setpoints, de invloed op het binnenklimaat en benodigde verwarmingscapaciteiten. Verder is er onderzocht hoe men aanvullend comfort kan creëren tijdens het toepassen van hygrostatisch geregeld stoken. De tweede doelstelling is het opdoen van ervaring met de benodigde mate-

* onderzoeker TU Eindhoven

**universitair hoofddocent TU Eindhoven

rielen en instrumenten voor een praktijkopstelling in een echt monument, door een opstelling te bouwen in het laboratorium.

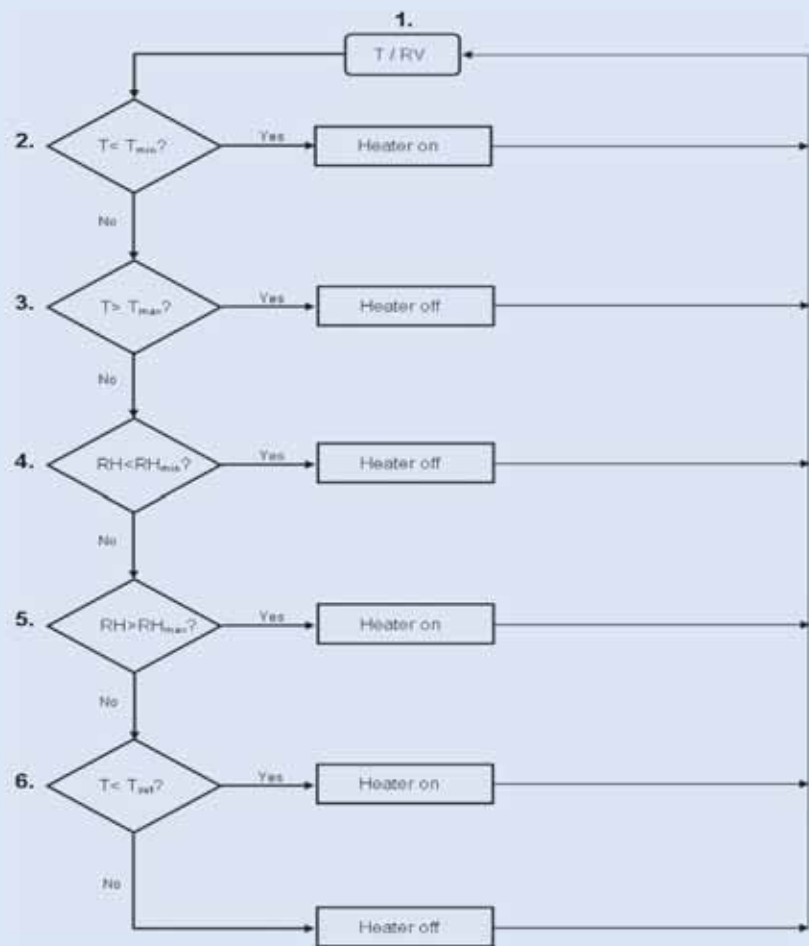
De derde doelstelling in dit onderzoek is om een warmte- en vochtmodel op te stellen voor dit specifieke monument en zo de toepasbaarheid en effectiviteit van de regeling te voorspellen. Het model is gevalideerd door data verkregen uit eerdere metingen.

De vierde doelstelling is het plaatsen van een meetopstelling in een monument. Het testen is gestart gedurende de koude wintermaanden en zal in totaal een geheel jaar blijven draaien. Gedurende deze tests worden er waardevolle data verkregen ten behoeve van het verbeteren van simulatiemodellen en wordt er informatie verkregen over de interactie tussen klimaat en bouwphysica.

METHODE

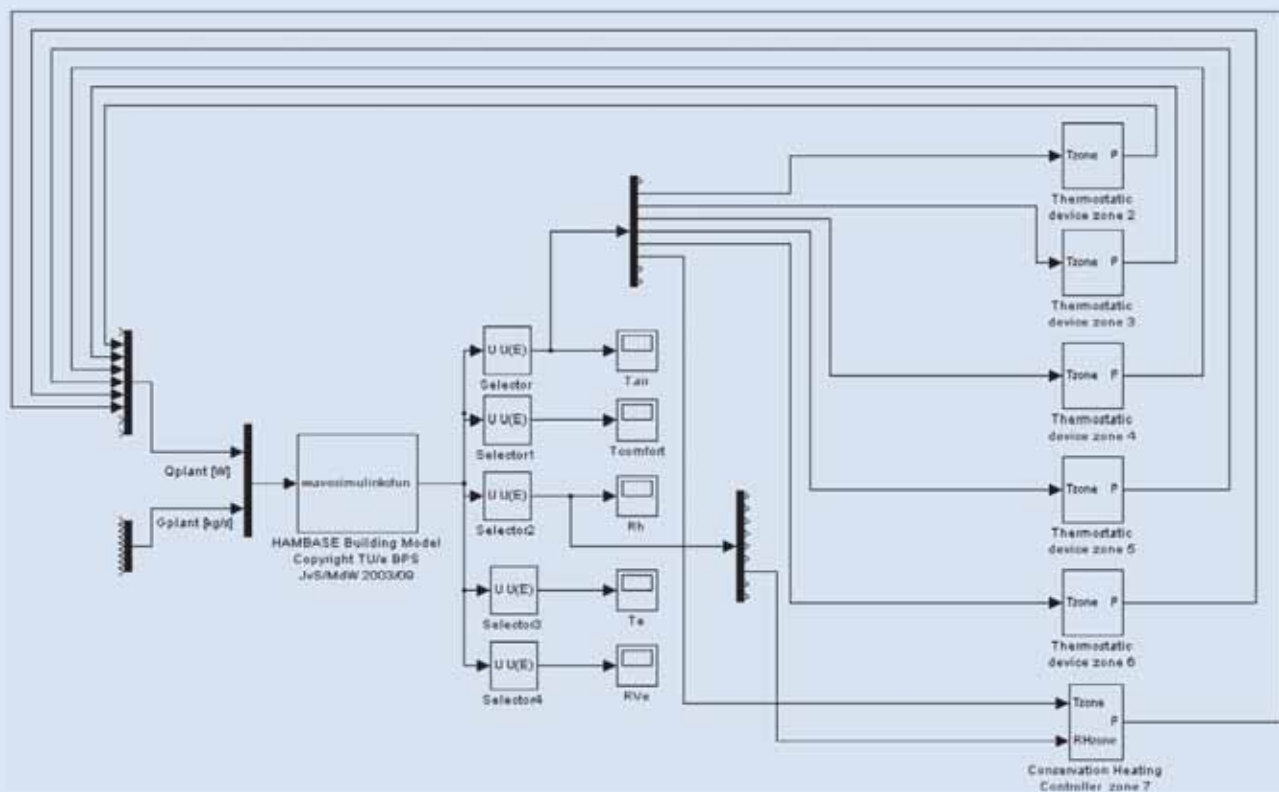
Simuleren van de hygrostatische regeling

Simulaties van het binnenklimaat zijn uitgevoerd met behulp van het warmte- en vochtmodel HAMBASE [5] gekoppeld aan Matlab Simulink [6].



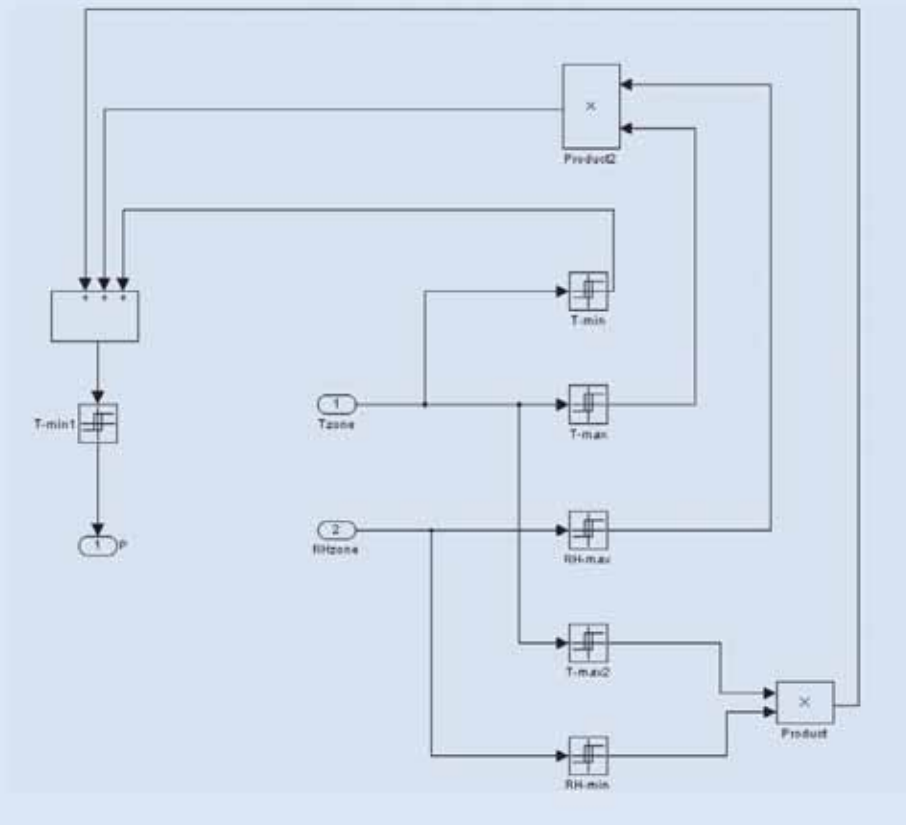
Stroomschema hygrostatisch geregeld verwarmen met beperkte comfortfunctie.

- FIGUUR 1-



Een overzicht van het complete Simulinkmodel. Het gebouwmodel bestaat uit zeven zones (vertrekken). De verwarming wordt in zes zones thermostatisch en één zone hygrostatisch geregeld.

- FIGUUR 2-



De structuur van een hygrostatische verwarmingsregelaar in het Simulinkmodel.

- FIGUUR 3-

Thermostatisch geregelde ruimte		Hygrostatisch geregelde ruimte	
Start dagperiode	8:00 uur	T_{\min}	10 °C
Start nachtperiode	22:00 uur	T_{\max}	25 °C
T_{dag}	17 °C	T_{set}	17 °C
T_{nacht}	17 °C	RV_{\min}	45 %
		RV_{\max}	55 %

Instellingen van de regelaars in het model.

- TABEL 1-

Een experiment in een gebouw op de campus van de TU/e met goed gedefinieerde bouwfysische aspecten en materialen maakten deel uit van de test. Dit gebouw heeft twee identieke vertrekken. De regelstrategie in de hygrostatisch geregelde ruimte is gebaseerd op het stroomschema zoals weergegeven in figuur 1 en gemodelleerd met behulp van Simulink [7]. De regelstrategie is als volgt opgebouwd.

Als input van de regelaar dienen de gemeten temperatuur en RV van de ruimte (stap 1). Vervolgens wordt gecontroleerd of de ruimtetemperatuur lager is dan de ingestelde minimumtemperatuur T_{\min} (stap 2). Als dit het geval is wordt de verwarming vrijgege-

ven. Dan wordt er gecheckt of de temperatuur hoger is dan de ingestelde maximumtemperatuur (stap 3). Als dit het geval is blijft de verwarming uit, ongeacht de waarde van de RV. Als de temperatuur zich tussen de ingestelde minimum en maximum temperatuur bevindt, controleert de regelaar vervolgens of er een correctie van de RV nodig is. Allereerst wordt gecontroleerd of de heersende RV lager is dan de ingestelde waarde van de minimum RV, RV_{\min} (stap 4). Indien dit het geval is, blijft de verwarming uit om een verdere verlaging van de RV te voorkomen. Dan wordt gecontroleerd of de heersende RV hoger is dan de ingestelde maximum waarde RV_{\max} (stap 5). Indien dit het geval is wordt de verwarming

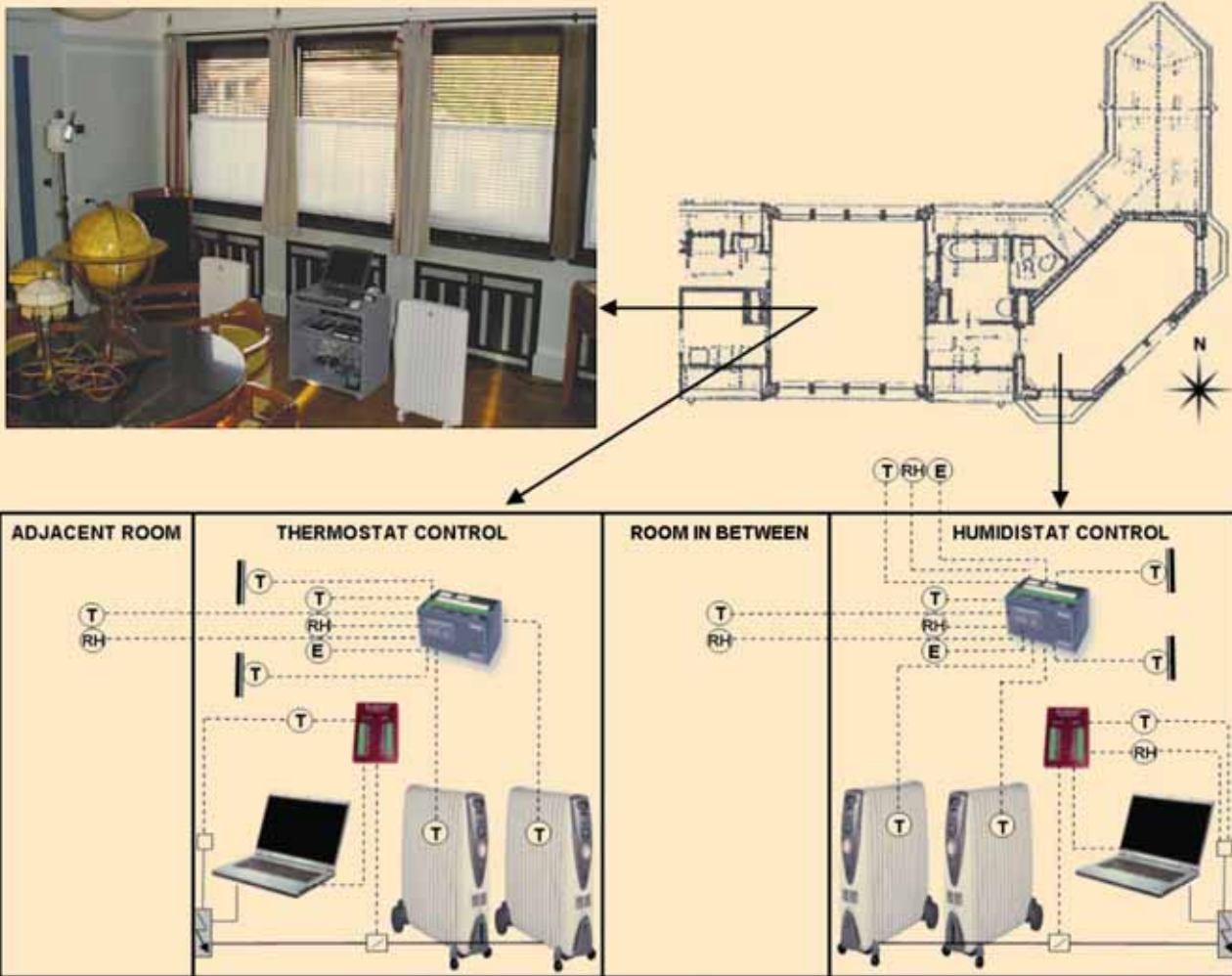
aangestuurd totdat de RV gedaald is tot onder RV_{\max} , of tot de ingestelde maximumtemperatuur T_{\max} is bereikt.

Een afbeelding van het complete Simulink model is gegeven in figuur 2. Het grootste blok bevat het HAMBASE gebouwmodel. De blokken aan de rechter zijde bevatten de regelaars van de verschillende zones van het model. De structuur van een hygrostatische verwarmingsregelaar is weergegeven in figuur 3. De input van dit blok zijn temperatuur en RV van de te regelen zone. De heersende condities worden vergeleken met de ingevoerde waarden, zoals weergegeven in het stroomschema in figuur 1. De output van de regelaar is nul of indien stoken gewenst is, de verwarmingscapaciteit voor deze zone.

De setpoints van beide regelaars (van twee gelijkwaardige onderzochte vertrekken) zijn weergegeven in tabel 1. De conventionele thermostatische regelaar is ingesteld op een constante temperatuur van 17 °C, om opzettelijke fluctuaties te vermijden. Het ventilatievolumen in de vertrekken is niet gemeten en geschat op een waarde van 0,8 h⁻¹.

MEETOPSTELLING

Voor een experimentele opstelling in het monument zijn twee gelijkwaardige vertrekken op de eerste verdieping geselecteerd. Het gebouw is T-vormig en opgetrokken uit metselsteen met betonnen vloeren en enkel glas. Gedurende de tests is dit gedeelte van het gebouw niet in gebruik en blijven deuren en ramen gesloten. Er zijn geen vochtbronnen bekend in het gebouw. De zonwering is gedurende het experiment voor ongeveer 60 % gesloten (figuur 4). In een vertrek is een opstelling geplaatst om de ruimte te verwarmen volgens een hygrostatisch geregeld verwarmingssysteem. De configuratie van de meetopstelling bestaat in elk vertrek uit een laptop computer voor de regeling, drie oliegevulde elektrische radiatoren van elk 1 kW en een gecombineerde T/RV-sensor. De in de vertrekken aanwezige voorhanden radiatoren zijn uitgeschakeld. De software van de regelaar is geprogrammeerd volgens het stroomschema zoals weergegeven in figuur 1. Iedere 10 seconden wordt door de software een loop doorlopen met de huidige temperatuur en RV als input.



De afbeelding linksboven toont de opstelling in het thermostatisch gestookte vertrek. Rechtsboven is een plattegrond van de vertrekken weergegeven waar de opstellingen zijn geïnstalleerd. Een schematische weergave van de meetopstelling en sensoren is eveneens afgebeeld.

- FIGUUR 4 -

In een ander gelijkwaardig vertrek is een opstelling geplaatst om de ruimte thermostatisch te verwarmen. De setpoints van de regelaars zijn vergelijkbaar zoals weergegeven in tabel 1. In de thermostatisch geregelde ruimte is opzettelijk geen nachtverlaging toegepast. Dit is gedaan om RV-schommelingen in het monumentale interieur te voorkomen en hiermee het risico op schade aan het interieur gedurende het experiment te minimaliseren. De elektrische radiatoren worden aangestuurd door een aan/uit-regeling. Aanvullende warmteproductie in de vertrekken is minimaal door het gebruik van een laptop computer per vertrek, om de verwarmingslichamen aan te sturen. In de onderzochte vertrekken zijn de luchttemperatuur, oppervlaktetemperatuur van wand en beglazing, RV en invallende zonnestraling in het verticale vlak gemeten (figuur 4). In de aanliggende vertrekken is de luchttempe-

ratuur en RV gemeten. Tevens zijn de buitentemperatuur, RV en zonnestraling in het horizontale vlak gemonitord.

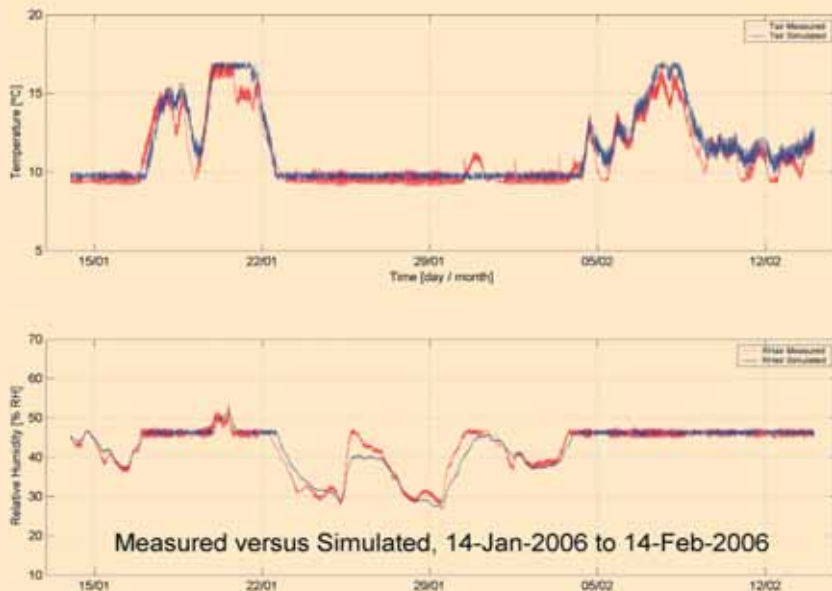
RESULTATEN

Simuleren van de hygrostatische regeling

Figuur 5 laat de simulatieresultaten zien van de relatieve luchtvochtigheid over de periode van 14 januari tot 14 februari 2006 in het hygrostatisch geregelde vertrek van het monumentale gebouw. Simulatieresultaten zijn gevalideerd door metingen (rode lijn). Verschillen zijn mogelijk te wijten aan het geschatte ventilatievoud van $0,8 \text{ h}^{-1}$. Het is zichtbaar dat met een ingestelde minimumtemperatuur van $10 \text{ }^\circ\text{C}$ het niet mogelijk is om een minimale RV van 45 % te handhaven. Dit is het gevolg van het lage absolute vochtgehalte van de buitenlucht gedurende de winter (figuur 5: 22 januari tot 4 februari). Over de

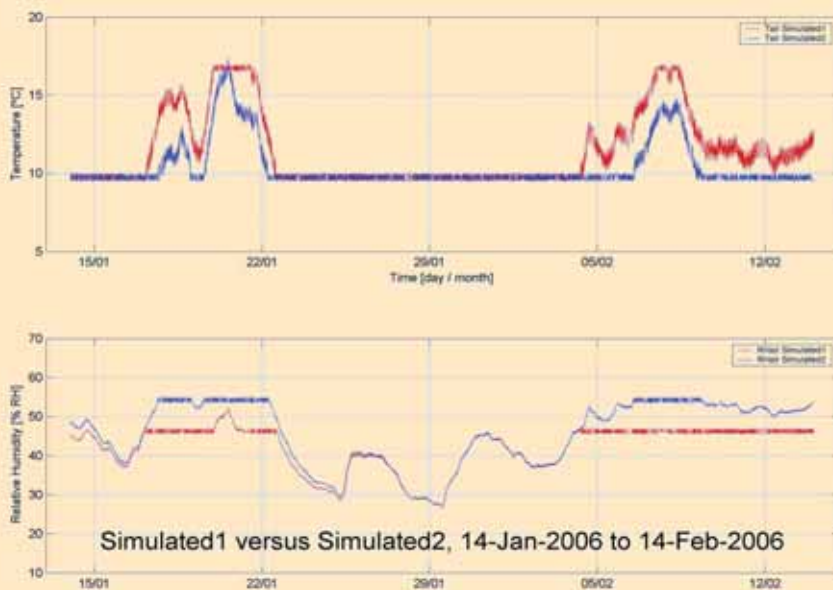
gesimuleerde periode zou in deze situatie T_{min} moeten worden verlaagd tot ongeveer $4 \text{ }^\circ\text{C}$ om te voorkomen dat de RV onder de 45 % zakt.

In figuur 6 zijn simulatieresultaten van temperatuur en RV weergegeven indien de verwarmingslichamen in het vertrek hygrostatisch worden geregeld met (simulated1) en zonder (simulated2) beperkte comfortfunctie. Gedurende de tijd dat de RV binnen de grenzen is (figuur 6: 17 januari tot 23 januari en 4 februari tot 14 februari) wordt er indien mogelijk bijgestookt tot de ingestelde comforttemperatuur T_{set} om beperkt thermisch comfort te bieden. Dit resulteert over de gesimuleerde periode tot een temperatuurverhoging van gemiddeld $1 \text{ }^\circ\text{C}$. De temperatuur tot waar de ruimte kan worden opgestookt is echter sterk afhankelijk van het absolute vochtgehalte van de lucht. Zonder het gebruik van de beperkte



Simulatieresultaten (blauwe lijn) en meetresultaten (rode lijn) van temperatuur en RV in het hygrostatisch geregelde vertrek van 14 januari tot 14 februari 2006. De temperatuur wijkt over de gesimuleerde periode gemiddeld 0,4 °C af en de RV 0,2 %. Afwijkingen zijn mogelijk te wijten aan het niet constante ventilatievoud in de praktijk-situatie, sensorafwijkingen en minimale verschillen tussen de ingevoerde constructiegegevens en de bestaande constructie.

- FIGUUR 5-



Simulatieresultaten van temperatuur en RV indien er beperkt comfort wordt toegepast (rode lijn) en indien niet (blauwe lijn). Indien er beperkt comfort wordt toegepast zal er bijgestookt worden tot dat de gewenste temperatuur is bereikt, hier 17 °C, of tot de minimale gewenste RV is bereikt, hier 45 %. Over de gesimuleerde periode is het gemiddeld 1 °C warmer bij het toepassen van de comfortfunctie.

- FIGUUR 6-

comfortfunctie wordt er alleen gestookt om een minimumtemperatuur T_{\min} en een maximum RV-grens RV_{\max} te bewaken. Dit resulteert in een lager energiegebruik.

In tabel 2 is het jaarlijkse energiegebruik van drie verschillende verwarmingsstrategieën vergeleken. Deze waarden zijn verkregen door simulaties met behulp van het programma HAMBASE. Hierbij zijn KNMI klimaatgegevens van het jaar 2005 gebruikt. De resultaten laten zien dat een hygrostatisch geregeld verwarmingssysteem, zonder gebruik te maken van een beperkte comfortfunctie, ongeveer 30 % minder energie gebruikt vergeleken met een thermostatische regeling.

Resultaten van de meetopstelling

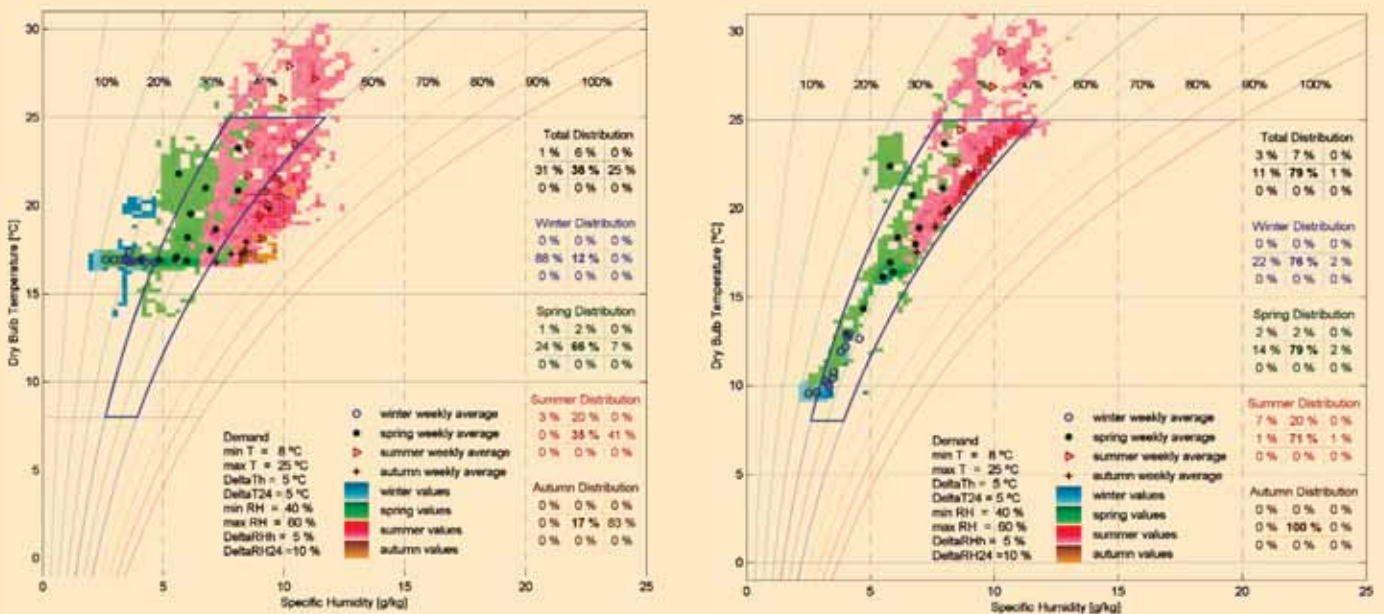
In figuur 7 zijn temperatuur en RV in het Mollierdigram weergegeven, voor zowel het thermostatische als het hygrostatisch geregelde vertrek. Het betreft hier de periode van 1 januari tot 1 november 2006. In het thermostatisch geregelde vertrek treden gedurende perioden van een lage absolute luchtvochtigheid (winter) lage RV's op (<40 %). Voor 32 % van de gemeten waarden ligt de RV onder de 40 % met een minimum van 16 % RV. In dezelfde periode is de RV in het hygrostatisch geregelde vertrek hoger door een lagere temperatuur. Hier ligt de RV voor 14 % van de meetwaarden, onder de 40 % met een minimum van 28 % RV. Gedurende vochtige perioden in de zomer wordt er in het hygrostatisch geregelde vertrek enkele graden bijgestookt om de RV te verlagen. De maximum gemeten RV in het thermostatisch geregelde vertrek bedraagt 88 % ten opzichte van 69 % in het hygrostatisch geregelde vertrek. Voor het thermostatisch geregelde vertrek ligt 24 % van de meetwaarden boven de 60 %. Voor het hygrostatisch geregelde vertrek is dit slechts 1 %.

Verwarmingsstrategie/Instellingen T/RV	Jaarlijks energiegebruik	[kWh]
Thermostatisch geregeld ¹	15-20 °C / n.v.t.	6.133
Hygrostatische regeling met beperkte comfortfunctie ²	10-25 °C / 45-55 %	5.431
Hygrostatische regeling zonder beperkte comfortfunctie	10-25 °C / 45-55 %	4.329

¹ dagtemperatuur 20 °C met 5 K nachtverlaging tussen 22.00 uur en 8.00 uur.
² $T_{\text{set}} = 17$ °C

Een schatting van het jaarlijkse energiegebruik in 2005 berekend m.b.v. HAMBASE.

- TABEL 2-



De meetresultaten van de thermostatisch (links) en hygrostaticch (rechts) geregelde vertrekken over de periode van 1 januari tot 1 november 2006. De RV in het hygrostaticch geregelde vertrek ligt voor 14 % van de gemeten waarden onder de 40 %. Voor het thermostatisch geregelde vertrek ligt 32 % van alle meetwaarden onder de 40 %. De RV in het hygrostaticch geregelde vertrek ligt voor slechts 1 % van de gemeten waarden boven de 60 %. Voor het thermostatisch geregelde vertrek geldt dit voor 25 % van alle meetwaarden.

FIGUUR 7.

AANBEVELINGEN

T_{\min} kan worden verlaagd tot ongeveer 4 °C om een RV ondergrens van 45 % te handhaven in het Nederlandse klimaat. Indien gedurende specifieke tijden thermisch comfort gewenst is, kan de beperkte comfortfunctie worden gebruikt gedurende het hygrostaticch geregeld stoken. Door de regeling te voorzien van een schakelklok is het mogelijk extra bij te stoken om thermisch comfort te bieden indien dit ook daadwerkelijk gewenst is. In dit geval is het belangrijk om de regeling van een opstookbegrenzing te voorzien, om te snel opstoken van het vertrek te voorkomen. De opstookbegrenzing komt tevens van pas indien de installatie bijvoorbeeld opnieuw wordt opgestart.

De testopstelling liet ook een ongewenst neveneffect zien. Tussen het hygrostaticch geregeld vertrek en het thermostatisch geregelde vertrek bevindt zich een houten deur die licht kromgetrokken was ten gevolge van het verschil in temperatuur en RV aan beide zijden van de deur. Het verdient aanbeveling deze verschillen te verminderen in deze situaties.

Literatuur laat zien dat een hygrostaticch geregeld verwarmingssysteem niet kan worden toegepast in een vertrek met een lage ventilatievoud en indien zich veel hygroscopisch materiaal of een

vochtbron in het vertrek bevindt. Door het vrijkomen van vocht kan er instabiliteit van de regeling optreden [8].

DISCUSSIE

Hygrostaticch geregeld verwarmen is een geschikte techniek om conserveringscondities in een monumentaal pand in Nederland te creëren. Het grootste voordeel is het elimineren van extremen in RV. Fluctuaties van de relatieve luchtvochtigheid zijn bovendien lager dan bij een conventioneel gestookte verwarmingsinstallatie met nachtverlaging. Afgezien van verbeterde conserveringscondities is het jaarlijkse energiegebruik significant lager in vergelijking met een conventioneel geregeld verwarmingsinstallatie om thermisch comfort te bieden. Aanvullend comfort kan, in beperkte mate, worden geboden door beperkt bij te stoken, indien de RV zich binnen de gewenste grenzen bevindt. Deze mogelijkheid is sterk afhankelijk van het absolute vochtgehalte van de buitenlucht.

Gedurende het stookseizoen treden er in een hygrostaticch geregeld vertrek lage temperaturen op. Daardoor is dit principe van verwarmen vooral geschikt voor vertrekken waar geen of nauwelijks thermisch comfort gewenst is. Enkele toepassingsgebieden zijn gebou-

wen die gedurende het winterseizoen gesloten zijn, of depots zonder gevoelig materiaal en zonder grote hoeveelheden hygroscopisch materiaal.

Instellingen van de regelaar moeten zo worden gekozen dat er een minimaal gebruik van de verwarmingsinstallatie optreedt in verband met de energiezuinigheid en om de levensduur van de installatie te bevorderen. De optimale instellingen kunnen per project verschillen en zijn afhankelijk van zowel bouwfysica, als mede de aanwezige collectie. Indien er geen comfort gewenst is kan de minimumtemperatuur worden bepaald aan de hand van de eventuele aanwezigheid van watervoerende leidingen en de temperatuurvoeligheid van de aanwezige collectie. Simulatieresultaten tonen aan dat modelleren een bruikbaar gereedschap is om het effect van hygrostaticch geregeld verwarmen op het binnenklimaat te onderzoeken. Verder is modelleren nuttig om de optimale instellingen van de regelaar te bepalen en inzicht in het energiegebruik te verkrijgen.

DANKWOORD

De auteurs zijn dank verschuldigd aan medewerkers van de Rijksgebouwendienst Arnhem, Instituut Collectie Nederland en Park De Hoge Veluwe voor hun bijdrage aan dit onderzoek.

REFERENTIES

1. Neuhaus, E., Schellen, H.L. (2004). *Jachthuis St. Hubertus te Hoenderloo, vooronderzoek naar het binnenklimaat*, Technische Universiteit Eindhoven Unit BPS, 04.94.K (interne rapportage)
2. Erhardt, D., Mecklenburg, M. (1994). *Relative humidity re-examined. Preventive Conservation: Practice, Theory and Research*. Preprints of the Contributions to the Ottawa Congress, september 12-16 1994, 32-38
3. Schellen, H.L. (2002). *Heating Monumental Churches, Indoor Climate and Preservation of Cultural Heritage, Dissertatie*, Technische Universiteit Eindhoven Unit BPS, ISBN 90-386-1556-6
4. Staniforth, S., Hayes, B., Bullock, L. (1994). *Appropriate technologies for relative humidity control for museum collections housed in historic buildings*, The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works (IIC), London, 123-128
5. Wit, M.H. de (2006). *HAMBASE, Heat, Air and Moisture Model for Building and Systems Evaluation*, Technische Universiteit Eindhoven Unit BPS, ISBN 90-6814-601-7
6. The MathWorks (2006). *Simulink, Simulation and Model-Based Design, version 6*, Natick, Massachusetts, USA
7. Schijndel, A.W.M. van, Wit, M.H. de (2003). *Advanced simulation of building systems and control with Simulink*, 8^e IBPSA Conferentie te Eindhoven, augustus 11-14 2003, 1185-1192
8. Padfield, T. (1996). *Low Energy Climate Control in Museum Stores - a postscript*. Proceedings of the ICOM-CC Conference Edinburgh, september 1996, vol 1, 68-71

Berichten

INTEGRAAL ONTWERP MET WARMTE/KOUDEOPSLAG

De cursus 'Integraal ontwerp van installaties met warmte/koudeopslag' gaat in het voorjaar van 2007 weer van start. Na het volgen van deze cursus is de cursist in staat om doeltreffend installaties met energieopslag en

warmtepompen te ontwerpen. De cursus is bedoeld voor werktuigbouwkundig ontwerpers, elektro-technische (regeltechnische) ontwerpers en adviseurs.

SAMENWERKING J.E. STORKAIR EN BUVA

J.E. StorkAir en BUVA rationele bouwproducten hebben een samenwerkingsovereenkomst getekend. Met deze overeenkomst wordt het

gezamenlijke doel om geïntegreerde (ventilatie)systeemoplossingen voor de woningbouw te ontwikkelen en optimaliseren bekrachtigd.

TNO HELPT FKL-LEDEN

De Federatie Koude- & Luchttechniek (FKL) en TNO hebben onlangs een samenwerkingsovereenkomst ondertekend. Onder toezien oog van het projectteam ondertekende de heer G. Rooks, voorzitter FKL en mevrouw

Dr. C.M. Colijn-Hooymans, lid TNO Raad van Bestuur de overeenkomst. Hiermee is officieel vastgelegd dat TNO de bij FKL aangesloten bedrijven helpt bij verschillende innovatieve trajecten.

ENERGIE ONTMOET KLIMAAT

Hager en Itho hebben hun krachten gebundeld om een totaaloplossing voor projectontwikkelaar en woningcorporatie te realiseren. De technische innovatie van Hager en Itho gekop-

peld aan operationele deskundigheid leidt tot gebruiksvriendelijke oplossingen voor utiliteitsprojecten én woningbouw, aldus beide bedrijven.

STROOMPRODUCERENDE CV-KETEL

Met de ondertekening van het 'Convenant Gastransitie' zetten de energiebedrijven ENECO Energie, ESSENT, NUON en gasleverancier GasTerra een nieuwe stap om de inzet van gastoeepassingen die bijdragen aan energiebesparing en emissiereductie

te bevorderen. Een voorbeeld daarvan is de verdere ontwikkeling van de stroomproducerende cv-ketel. Deze zogeheten HRE-ketel levert naast warmte en warm water ook elektriciteit voor thuisgebruik.

KIEBACK&PETER: ISO 14001

Kieback&Peter heeft het certificaat DIN EN ISO 14001 van het Duitse certificeringinstituut DQS gekregen. De ISO 14001-norm is een internationale standaard voor organisaties die een milieuzorgsysteem willen opzetten.

