EEN BOUWFYSISCH VERANTWOORD BINNENKLIMAAT IN MONUMENTEN MET EEN MUSEALE FUNCTIE

De realisatie van een museaal binnenklimaat ten behoeve van het behoud van een collectie in oude gebouwen staat op gespannen voet met het behoud van het monumentale gebouw. Aan de hand van vier voorbeelden van toonaangevende musea wordt dit geïllustreerd. In Nederland zijn nieuwe richtlijnen voor het museale binnenklimaat opgesteld, die zowel recht proberen te doen aan het behoud van de collectie als aan het (monumentale) gebouw waarin het museum gehuisvest is. De nieuwe richtlijn gaat terug naar de bron: de relatie tussen de relatieve vochtigheid en temperatuur en de schade aan objecten. Een vierstappenplan wordt aangereikt om een collectiemanager in samenspraak met adviseurs te laten komen tot een verantwoorde keuze van absolute waarden voor een verantwoord binnenklimaat.

dr.ir. Henk Schellen, Technische Universiteit Eindhoven, faculteit Bouwkunde, Building Physics and Systems (h.l.schellen@tue.nl)

dr. Bart Ankersmit, ICN, Afdeling Onderzoek, Instituut Collectie Nederland, Amsterdam, (bart.ankersmit@icn.nl)

ir. Edgar Neuhaus, Ingenieursbureau PHYSITEC, Rotterdam (e.neuhaus@tue.nl)

ir. Marco Martens Technische Universiteit Eindhoven, faculteit Bouwkunde, Building Physics and Systems (h.l.schellen@tue.nl)

INLEIDING

Bouwfysici worden met regelmaat gevraagd om te adviseren bij de totstandkoming van musea. Zij gaan daarbij meestal uit van de museale randvoorwaarden voor het binnenklimaat, zoals die door instellingen als het Instituut Collectie Nederland (ICN) en erfgoedinstellingen worden geadviseerd. Die zogenaamde richtlijnen voor het museale binnenklimaat zijn gebaseerd op het behoud van de museale objecten. Indien een museum gehuisvest wordt in een monumentaal gebouw, dan weten bouwfysici dat deze richtlijnen op gespannen voet kunnen staan met het behoud van het oude gebouw. Als deze richtlijnen op een rigide wijze gehanteerd worden, dan rest de adviserende bouwfysicus niet anders dan te adviseren tot vergelijkbare rigide aanpassingen aan het gebouw, om schade aan de gebouwschil te voorkomen. In deze publicatie wordt een meer genuanceerde aanpak voorgesteld.

Wat is eigenlijk een verantwoord binnenklimaat voor musea? Het antwoord op deze vraag was tot nog toe afhankelijk van het perspectief waarmee deze werd benaderd. De collectiebeheerder vond een zeer stabiele RV voorwaardelijk, de monumentenverantwoordelijke accepteerde dit zo lang ingrepen met respect voor het gebouw werden uitgevoerd en de projectleider was gelukkig als het geheel in een vooraf vastgestelde termijn kon worden beklonken.

Er is iets veranderd in Nederland. Deze verandering is in 2005 ingezet met een vraag die de Erfgoedinspectie (EGI) zichzelf stelde: hoe goed is het klimaat in de voormalig rijksmusea eigenlijk en hoe verhoudt dat wat zij nu aan museaal binnenklimaat hebben zich tot de oorspronkelijk gestelde eisen? In 2007 is dit project getiteld *Luchtspiegelingen* [1], dat de Erfgoedinspectie samen met de Technische Universiteit Eindhoven (TU/e) uitvoerde, afgerond [2]. Het onderzoek viel uiteen in twee delen: klimaatmetingen van eind 2003 tot eind 2005 in drie belangrijke museale instellingen en een onderzoek naar de dagelijkse omgang met het binnenklimaat van deze musea. De drie bestudeerde musea waren het Amsterdamse Scheepvaartmuseum Depot (nieuw depotgebouw met hightech installatie), het Mauritshuis (monumentaal gebouw met uitgebreide klimaatinstallatie) en de Haagse Gevangenpoort (monumentaal gebouw zonder noemenswaardige klimaatinstallatie). Het Instituut Collectie Nederland (ICN) was gesprekspartner bij het onderzoek en in de klankbordgroep waren de Rijksgebouwendienst (Rgd) en de Rijksdienst Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten (RACM) vertegenwoordigd. In het themanummer Bouwfysica van Monumenten van het kwartaalblad van de Nederlands Vlaamse Bouwfysica Vereniging van december 2005 is een aantal resultaten van deze studie bijeengebracht [17].

Naar aanleiding van het onderzoek heeft de Erfgoedinspectie een aantal aanbevelingen gedaan aan de minister van OCW. Uit de lijst van aanbevelingen worden er hier twee genoemd: het opzetten van een multidisciplinair netwerk en de ontwikkeling van nieuwe klimaatrichtlijnen voor een optimaal behoud van ons culturele erfgoed. Het netwerk zou verantwoordelijk moeten zijn voor een geïntegreerde aanpak van de museale binnenklimaatproblematiek om daardoor een eenzijdige benadering van een zeer complexe besluitvorming te voorkomen.

Deze aanbevelingen zijn onder andere door het ICN ter harte genomen: in november 2007 werd een convenant ondertekend voor samenwerking binnen een zogenaamd "Klimaatnetwerk" door het Instituut Collectie Nederland, de Erfgoedinspectie/Collecties, het Landelijk Contact Museumconsulenten (LCM), de Rijksdienst Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten, de Rijksgebouwendienst en de TU/e. Het netwerk stelt zich verantwoordelijk voor *de ontwikkeling van een strategie voor de bepaling van een verantwoord museaal binnenklimaat, waarbij de waardestelling van zowel de roerende collecties als de (monumentale) gebouwen centraal staat.*

Het is voor het eerst dat zoveel landelijke organisaties een dergelijk thema gezamenlijk aanpakken. Juist nu internationaal de klimaatmaterie volop in ontwikkeling is, is het zaak samen te werken en kennis te delen.

Omdat de doelstelling van het klimaatnetwerk zeer algemeen geformuleerd is, hebben de partners besloten om concrete afspraken en doelen te formuleren. Eén daarvan is de verwezenlijking van een andere aan de minister geformuleerde aanbeveling: het ICN stelt zich verantwoordelijk voor de ontwikkeling

van nieuwe richtlijnen voor het museale binnenklimaat. In gezamenlijkheid is in het najaar van 2008 op 16 oktober een themadag aan de TU/e georganiseerd met als onderwerp de nieuwe klimaatrichtlijnen.
Omdat er binnen het netwerk op verschillende momenten gesproken is over de klimaatproblematiek in historische gebouwen, werd de wens geuit om deze complexe materie breder te publiceren. In voorliggende publicatie wordt dan ook aan de hand van een aantal voorbeelden uit de museale praktijk aangegeven hoe de realisatie van een museaal binnenklimaat ten behoeve van het behoud van een collectie in oude gebouwen op gespannen voet staat met het behoud van het monumentale gebouw.
De voorbeelden tonen hoe belangrijk het besluitvormingstraject is en hoe bepalend de klimaateisen die gesteld worden zijn. Aan de hand van de casussen zullen enkele aanbevelingen gedaan worden voor een aanpassing van het besluitvormingsproces.

Hierna wordt een aantal projecten besproken. Al deze projecten hebben gemeen dat het handhaven van een verantwoord museaal binnenklimaat op gespannen voet staat met een verantwoord klimaat voor de gebouwschil. Nadat de verschillende voorbeelden zijn besproken zullen de auteurs de gekozen oplossingen ter discussie stellen en waar mogelijk alternatieven bieden.

MUSEUM ONS' LIEVE HEER OP SOLDER TE AMSTERDAM

Museum Ons' Lieve Heer op Solder is gehuisvest in een grachtenpand daterend uit de vroeg 17de eeuw. Het museum bestaat uit enkele authentieke stijlkamers met als absoluut hoogtepunt een originele 17de eeuwse schuilkerk. Vanaf 1888 is het gebouw inclusief schuilkerk een museum. Het museum is een zeer belangrijk Nederlands monument vanwege de authenticiteit van de ruimtes. Het museum heeft de missie "het culturele en religieuze erfgoed van katholiek Amsterdam levend te houden". Dit betekent dat de kerk nog gebruikt wordt voor diensten en andere evenementen zoals huwelijken. Het museum wordt in toenemende mate bezocht, in 2007 door ongeveer 92.000 bezoekers. Er is zelfs sprake van een exponentiële groei.
De gebruikers en bezoekers van het museum hebben steeds meer een probleem met het binnenklimaat: in de zomer is het vaak te warm, terwijl het in de winter voor collectiebehoud als te droog wordt ervaren. Het ICN heeft in samenwerking met de TU/e en het Getty Conservation Institute (GCI) te Los Angeles een uitgebreide analyse van het binnenklimaat gemaakt [3].

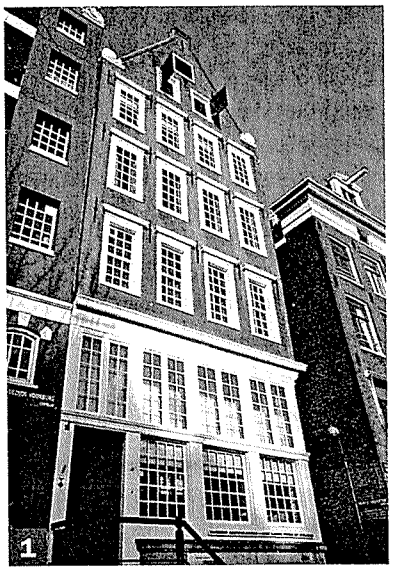
De buitenwanden en interne dragende wanden van het historische grachtenpand zijn uitgevoerd in massief metselwerk (kruisverband) van ± 0,3 m dik. Aan de buitenzijde is het metselwerk gevoegd en aan de binnenzijde is het gestuct en voorzien van een witte afwerklaag. Op de onderste verdiepingen zijn de wanden gedeeltelijk betegeld. De dakconstructie is opgebouwd uit houten balken en een dakbeschot en is voorzien van dakpannen. De wanden en het dak zijn ongeïsoleerd. De ramen van het museum zijn voorzien van enkel glas. Dit glas is aan de binnenzijde in de noordoost- en zuidoostgevel voorzien van lexaan achterzetramen. De reden hiervan is UV-wering en schade in het museum voorkomen als er bijvoorbeeld een raam wordt ingegooid.
De verwarming van het museum vindt plaats door twee gaskachels en een aantal radiatoren en convectoren, welke aangesloten zijn middels een 2-pijpssysteem.

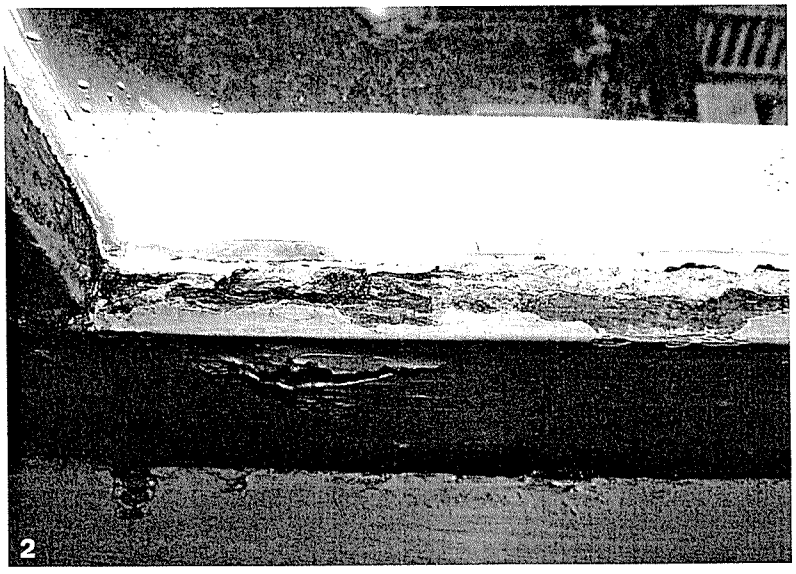
Het concept

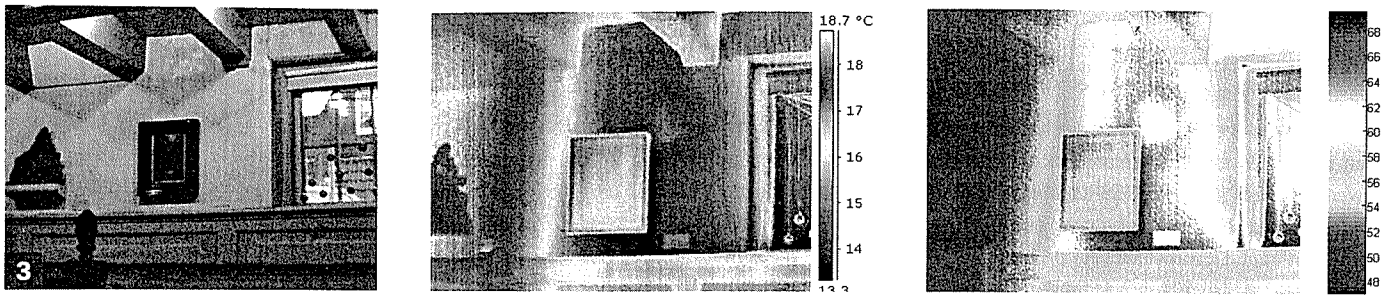
Omdat in het verleden tijdens koude wintermaanden de paneelschilderijen knapten, zijn in het museum op verschillende locaties mobiele bevochtigers en ontvochtigers opgesteld. In de praktijk blijken de locaties waar deze zijn opgesteld redelijk vast. Tijdens de klimaatanalyse is nauwkeurig vastgelegd hoeveel water er door de bevochtigers aan de lucht werd toegevoegd.

Problemen die samenhangen met de conceptkeuze

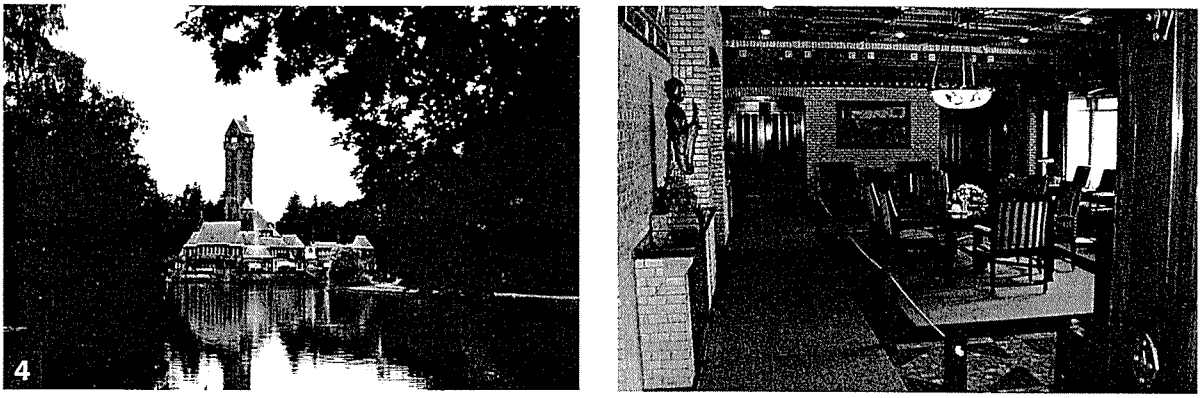
Ten gevolge van de bevochtiging in combinatie met lage oppervlaktemperaturen van met name het enkele glas treedt in de winter vaak condensatie op. De gevolgen van deze oppervlaktecondensatie voor de houten kozijnen zijn duidelijk zichtbaar (zie Figuur 2). Het condenswater tast de kozijnen sterk aan. Vaak is condensatie op ramen een indicatie voor problemen elders in de gebouwschil. In dit gebouw moesten bijvoorbeeld enkele balkkoppen worden vervangen door epoxy vormstukken als gevolg van rot. ▶


Museum Ons' Lieve Heer op Solder


De condensatie op de beglazing leidde tot aantasting van de kozijnen



Een schilderij geplaatst tegen een koude buitenwand. De middelste afbeelding toont een infraroodthermogram. De rechter afbeelding toont het berekende hygrogram [15] van de situatie waarop de RV's nabij de oppervlakken afleesbaar zijn.



Het jachthuis St. Hubertus. Rechts is de eetkamer afgebeeld.

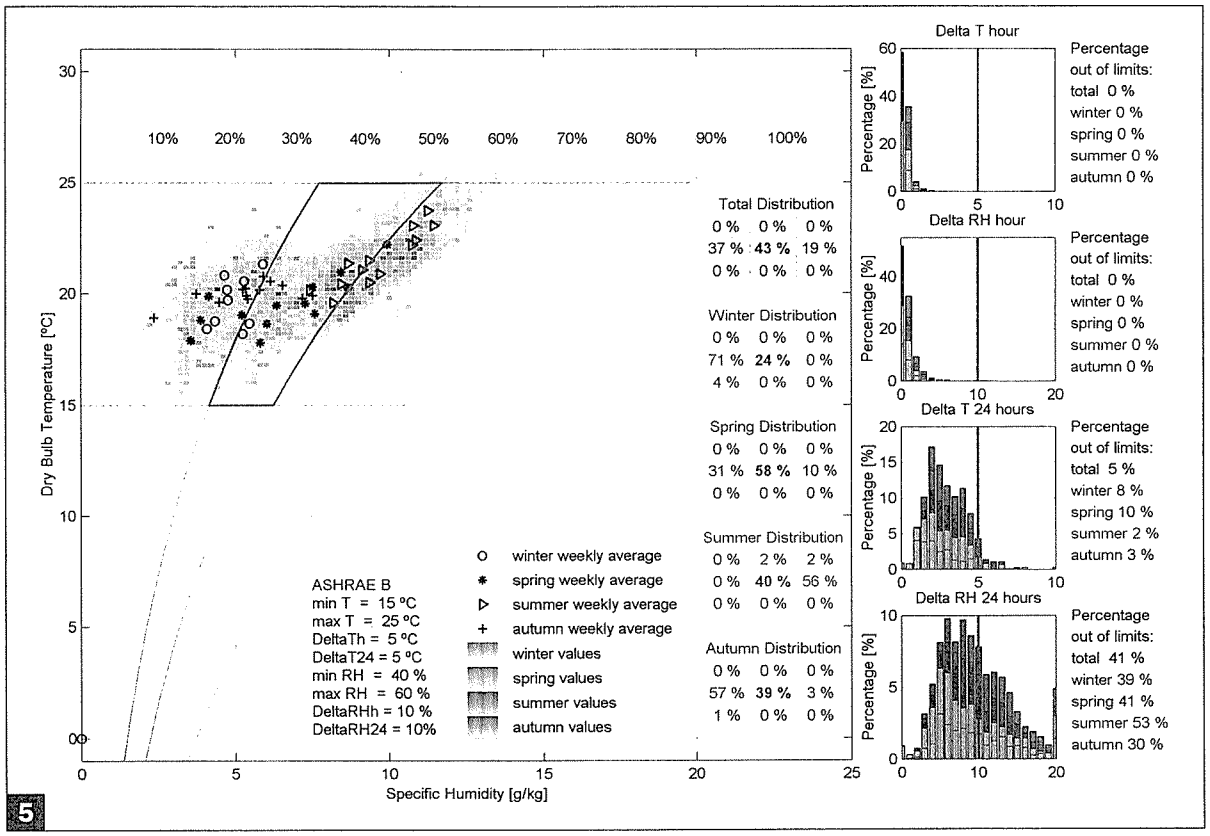
Op koude buitenwanden kan de RV ook behoorlijk oplopen. Infraroodmetingen tonen muurcondities rond een schilderij van zo'n 70% RV (Figuur 3). Achter het schilderij mag dan een nog hogere RV worden verwacht. Het risico op schade aan het schilderij is dan ook onacceptabel hoog.
De klimaatmetingen tonen verder aan dat ondanks de bevochtiging de relatieve vochtigheid (RV) in de winter tot onder de 40% daalt en in de zomer regelmatig vochtigheden tot boven de 70% voorkomen. De temperatuur kan in de kerk tijdens warme dagen oplopen tot 28°C.

Het museum overweegt in te grijpen in het binnenklimaat om een verbeterd comfort voor bezoekers en personeel te bieden in de zomer en de risico's voor het gebouw in de winter te beperken.

JACHTHUIS ST. HUBERTUS TE HOENDERLOO

Rond 1915 kreeg Berlage de opdracht om een jachthuis te ontwerpen dat moest komen op het terrein van de Hoge Veluwe. Het jachthuis werd gebouwd in de periode 1916 tot 1922 in opdracht van het echtpaar Kröller-Müller. Berlages ontwerp voor het jachthuis omvatte zowel de ruimtelijke opzet, de esthetische opbouw van het exterieur als ook de inrichting en de afwerking van het interieur compleet met stoffering, meubilering en accessoires. Bij de bouw van het jachthuis hoorde ook het inrichten van de omgeving, het graven van enorme vijvers en het aanleggen van een park en wegen. Het gebouw en de collectie in zijn context moet dan ook als een zogenaamd Gesamtkunstwerk worden gezien: het geheel der dingen is meer dan de som der delen. Het jachthuis is een topmonument met de meest exclusieve interieurs van Nederland en er wordt grote waarde gehecht aan het behoud van zowel het exterieur als het interieur. Nadat er zorg was voor schade aan interieur en collectie als gevolg van een ongunstig binnenklimaat, werd door de Rgd besloten in samenwerking met het ICN en de TU/e een klimaatonderzoek op te starten. De temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en verlichtingssterkte werden gedurende een jaar gemeten. Tevens zijn de bouwfysische aspecten van het gebouw en de verwarmingsinstallatie van het monument geïnventariseerd. Deze informatie werd gekoppeld aan bezoekersaantallen en activiteiten. Na analyse van de meetresultaten is een computersimulatie in HAMBASE [12] gemaakt van een aantal vertrekken. Zo kon er meer inzicht worden verkregen in de invloed van de installatie en de gebruikers op het binnenklimaat.
Het gebouw wordt verwarmd door twee weersafhankelijk geregelde parallel geschakelde oliegestookte cv.-ketels met een nominaal vermogen van elk 140 kW. De aanvoerwatertemperatuur van de verwarmingslichamen is groepsgeregeld. Deze radiatoren zijn voor het merendeel weggewerkt in een originele, op het interieur aansluitende omkasting. Voorts zijn deze verwarmingslichamen voor het merendeel voorzien van een handbediende afsluiter. Voor de radiatoren die voorzien zijn van een thermostatische kraan, is een begrenzing in ruimtetemperatuur mogelijk.

De metingen tonen aan dat het gedurende het stookseizoen relatief droog is; veelvuldig komen relatieve vochtigheden van onder de 30% voor. Buiten het stookseizoen treden er vaak hoge relatieve vochtigheden op, tegen de 70%. Tevens zijn de dagschommelingen in RV hoog. Dit geldt voor vrijwel alle vertrekken waarin is gemeten (zie Figuur 5).



Meetresultaten van temperatuur en RV in de eetkamer van het jachthuis over de periode van februari 2002 tot januari 2003 weergegeven in een Klimaat Evaluatie Kaart [10].

Gezien de waarde van het ensemble is ingrijpen met zichtbare middelen, zoals vitrines, bevochtigers of een klimaatinstallatie, niet alleen bijzonder lastig maar eigenlijk uitgesloten.

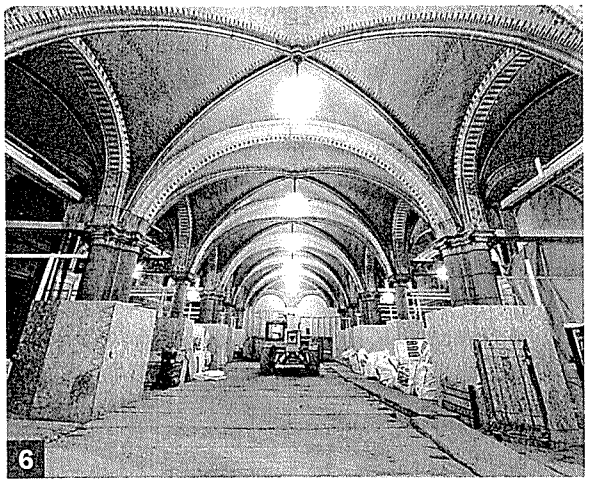
HET NIEUWE RIJKSMUSEUM AMSTERDAM

Het Nieuwe Rijksmuseum wil de gemengde collectie van nationaal belang geïntegreerd tentoonstellen; alles moet overal in een verantwoord binnenklimaat kunnen worden getoond.
Het concept van (de instelling en de regeling van) de klimaatinstallatie is hierop gericht. In het hele gebouw moet een strikt binnenklimaat worden gehandhaafd met een klein onderscheid tussen zomer- en wintercondities: voor de zomer wordt 23°C / 54% RV aangehouden en voor de winter 20°C / 50% RV, met een tolerantie van ± 2°C / 5% RV per dag.

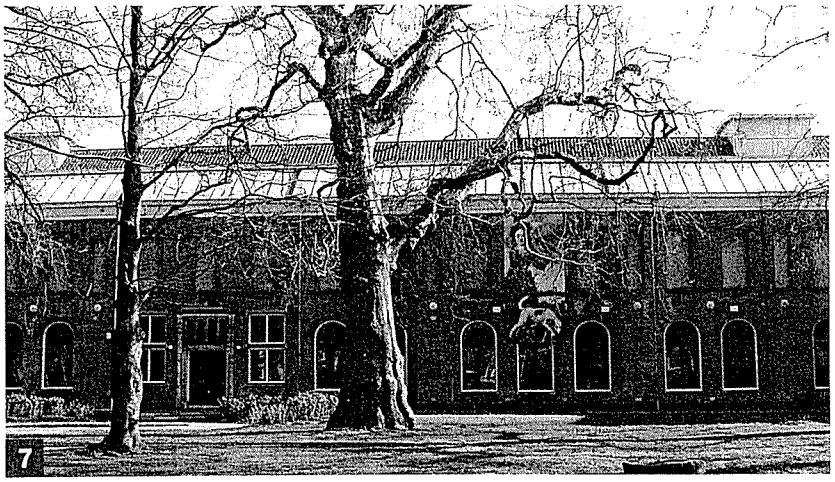
Problemen die samenhangen met de conceptkeuze

Om de kans op problemen nabij koude binnenoppervlakken én de verwachte interne condensatie te voorkomen, werd aanvankelijk besloten dat de buitenwanden aan de binnenzijde geïsoleerd moesten worden en wel dampdicht. Een materiaal dat isolatie en dampdichting combineert werd gevonden in de toepassing van 30 mm schuimglas (Foamglass). Om de kans op problemen nabij koude oppervlakken in te schatten was er geen andere weg dan de weg van de voorspelling via reken- en simulatieresultaten. Die gaan in dit geval uit van geschatte materiaal- en te verwachten klimaatcondities. Een toetsing op inwendige condensatie vond in eerste instantie plaats middels een verbeterde Glaser-berekening. Deze berekening was echter alleen gericht op damptransport van binnen uit en hield geen rekening met waterabsorptie aan de buitenkant en de door dampdichting gereduceerde droging aan de binnenkant.

Latere simulaties met een meer geavanceerd rekenmodel door de Universiteit van Dresden toonden aan dat de opbouw met schuimglas meer dan een verdubbeling(!) betekende van het vochtgehalte van de bestaande wanden [4]. Deze latere berekeningen toonden ook aan dat het belangrijkste boven-hygroscopische (vloeibaar) vocht in de buitenwanden niet vanwege inwendige condensatie komt, maar door regenpenetratie van (slag-)regen op de gevel. De penetratiediepte van de bestaande constructie werd geschat op 300 mm; bij isolatie met schuimglas zou een volledige penetratie van vocht in baksteen én pleisterlaag optreden! Door het verhoogde vochtgehalte bij schuimglasisolatie bestaat een duidelijk verhoogde kans op bevriezingsverschijnselen en vorstschades gedurende een winter. Met name de externe tegelplateaus zouden hierdoor kunnen worden bedreigd. Verder zou er kans zijn op chemische en biologische schades. Indien er sprake zou zijn van onvolkomenheden als kieren en naden tussen isolatieplaten of aansluitingen zou het water hier ook een weg naar binnen kunnen zoeken, met een verhoogde kans op schimmelgroei en vochtvlekken.
Een alternatieve isolatie met een calcium silicaat isolatiemateriaal werd ook door de Universiteit van Dresden onderzocht. Dit materiaal heeft, in tegenstelling tot schuimglas, de eigenschap dat het wel vocht kan verdelen en lokaal het vochtgehalte kan verlagen.
Inwendige condensatie in de constructie treedt op bij de toepassing van calcium silicaat en wel direct achter de laag van binnen uit gezien. Inwendige condensatie bij de toepassing van schuimglas treedt alleen op indien er bij de aansluiting van de platen of in hoeken en/of aansluitingen onvoldoende aansluiting bestaat. Door de lage mate van flexibiliteit van ▶



Het Rijksmuseum Amsterdam wordt momenteel grondig verbouwd.



Het Dordrechts Museum

schuimglas, in combinatie met de breekbaarheid en eventueel lage kwaliteit van afwerking komt dit in de praktijk frequent voor.

De berekeningen toonden aan dat bij geen van de drie onderzochte constructies oppervlaktecondensatie te verwachten valt. Ook de kans op schimmelgroei door hoge RV aan het binnenoppervlak wordt laag ingeschat bij de bestaande constructies met een dikte van 600 mm.

Bij de constructies met een geringere dikte van 400 mm (op hoger gelegen verdiepingen) wordt de behoefte aan binnenisolatie meer evident. De berekeningen uit Dresden tonen aan dat de kans op schimmelgroei en oppervlaktecondensatie bij deze constructies meer waarschijnlijk is, met name in hoeken, bij scheuren en raamaansluitingen.

Ten gevolge van binnenisolatie wordt de bestaande constructie 's winters kouder. Dit lagere temperatuurniveau zorgt er ook voor dat het drogen naar buiten minder snel gaat. Het verhoogde vochtgehalte heeft verder een negatief effect op de warmteweerstand van de bestaande constructie. Bovendien leidt de verlaagde temperatuur in combinatie met het verhoogde vochtgehalte tot een verhoogde kans op vorstschade.

Handhaving van de bestaande constructie zorgt er voor dat vocht ongehinderd aan het binnenoppervlak kan verdampen. Van de drie onderzochte constructies leidt het tot het laagste vochtgehalte in de buitenwanden. Het risico op schimmelgroei en condensatie wordt echter het hoogste geacht; met name bij de dunnere wanden van 400 mm treden RV's aan het oppervlak op van meer dan 80%.

Het isoleren met schuimglas leidt tot een complete vochtpenetratie van de bestaande gevel, met name door het verhinderen van droging aan de binnenzijde. Vorstschades zijn waarschijnlijk, door de combinatie van de hogere vochtgehaltes en lagere temperaturen.

Isolatie met calcium silicaat leidt tot redelijke profielen van vochtgehalten. De relatieve vochtigheid aan het binnenoppervlak is voldoende laag om schimmelvorming en oppervlaktecondensatie te voorkomen. Warmteverliezen worden gereduceerd. De aanbeveling van de Universiteit van Dresden is te kiezen voor een 35 mm dikke isolatie van calcium silicaat.

Het isoleren met een calcium silicaat isolatielaag verkeert in het experimentele stadium. Er zijn woningen mee geïsoleerd uit de 19e eeuwse ring rond de binnenstad van Dresden. Daarvan worden er enkele gevolgd via metingen. Deze monitoring heeft geleerd dat het systeem alleen goed functioneert als er een capillair contact is met het binnenoppervlak van de te isoleren wand. De platen dienen dan ook met een capillaire kleefmortel te worden vastgezet. Als dat gebeurt, biedt het systeem enige extra isolatie zonder te veel risico. Natuurlijk zijn de muren van 19e eeuwse woningen ook behoorlijk massief maar er is aan de buitenzijde dikwijls een bepleistering aangebracht. Hierdoor worden problemen met opgezogen regenwater minimaal, in tegenstelling tot de situatie in het Rijksmuseum. Koudebrugeffecten en 3D vochteffecten kunnen optreden bij de geboorten van gewelven of ribben, pilasters en kolommen die naar binnen toe uitsteken en aan de bovenzijde met gebeeldhouwde natuurstenen ornamenten afgewerkt zijn. Ook is het belangrijk wat er gebeurt met redelijk dampdichte tegelplateaus aan de buitenzijde. De vraag was of er een verhoogde kans op vorstschade is. Tevens vroeg men zich af of het systeem weer terug te brengen is in de originele staat en wat dat betekent voor bestaande schilderingen aan de binnenzijde. Er is een testopstelling gebouwd, die antwoord heeft moeten geven op bovenstaande vragen.

HET DORDRECHTS MUSEUM

Het huidige Dordrechts Museum wordt uitgebreid met een extra tentoonstellingsruimte. Het betreft een nieuwbouw bij het bestaande museum. Deze nieuwbouw wordt voorzien van een moderne klimaatinstallatie, gebaseerd op volledige luchtbehandeling. Daarnaast wordt het bestaande gebouw verbouwd en gerenoveerd. Bij deze renovatie is in de oorspronkelijke verbouwingsplannen geen rekening gehouden met de vervanging van de klimaatinstallatie. Enige tijd geleden stond ook deze installatie ter discussie. Door de projectleiding van het Dordrechts Museum was een financieringsvoorstel ingediend bij de Gemeente Dordrecht voor het aanbrengen van een nieuwe klimaatinstallatie en daarmee samenhangende bouwtechnische aanpassingen. In de financieringsaanvraag wordt uitgegaan van een te realiseren strikt museumklimaat, gebaseerd op de inmiddels oude richtlijnen voor een gemengde collectie van ICN [5]. De Gemeente Dordrecht heeft de TU/e gevraagd een second opinion te geven op de plannen voor klimaatbeheersing van de oudbouw.

Indien uitgegaan wordt van de door het ICN, in samenspraak

met de directeur van het Dordrechts Museum geformuleerde uitgangspunten, dan kunnen de conclusies niet anders zijn dan die van het ICN [6]:
"Het binnenklimaat van het Dordrechts Museum voldoet niet aan de oude ICN klimaateisen zoals deze worden geformuleerd in de publicatie "Passieve conservering: klimaat en licht" uit 1994. Het binnenklimaat van het Dordrechts Museum geeft niet de mogelijkheid om flexibel van het gebouw gebruik te maken. Het binnenklimaat van het Dordrechts Museum voldoet niet aan internationale bruikleencondities. Het binnenklimaat van het Dordrechts Museum voldoet niet aan de bruikleenwensen van het ICN. Het binnenklimaat van het Dordrechts Museum voldoet nu aan de indemniteitregeling, maar hoogstwaarschijnlijk in de toekomst niet."
De vraag is of klimaatbeheersing moet gebeuren op het niveau van ASHRAE (American Society for Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers) klimaatklasse AA [7], zoals oorspronkelijk voorgesteld door het ICN. Misschien was klimaatklasse A wellicht voldoende (beperkte RV aanpassing in de winter), zoals de klimaatcondities die toegepast gaan worden in het Nieuwe Rijksmuseum.

Problemen die samenhangen met de conceptkeuze

De richtlijnen, zoals geformuleerd door het ICN en de klimaateisen voor internationaal bruikleenverkeer zijn goed te realiseren in een (goed geïsoleerde) nieuwbouw van een museum. Het binnenklimaat past echter niet in dit bestaande, monumentale gebouw. Alleen door grote bouwkundige en installatietechnische aanpassingen is een dergelijk klimaat te handhaven in een bestaand monumentaal gebouw. Door de gekozen uitgangspunten is de situatie daarmee vergelijkbaar geworden met die van het Rijksmuseum. De gekozen oplossing is er ook mee vergelijkbaar, namelijk volledige klimatisering van alle expositieruimten in combinatie met binnenisolatie van de gevels. In de uitgangspunten voor het binnenklimaat van het Rijksmuseum is overigens wel rekening gehouden met een beperkte seizoensaanpassing van het binnenklimaat: in de winter wordt een 4% lagere, voor de buitenschil wat minder kritische RV aangehouden dan in de zomer.
De keuze voor binnenisolatie van de wanden van het Rijksmuseum heeft veel onderzoek gekost. De voor het Dordrechts Museum door een bouwfysisch adviseur voorgestelde isolatie van de buitenwanden in combinatie met een dampremming leidt mogelijk tot vergelijkbare problemen. Verder zijn de wanden van het Dordrechts Museum minder dik dan die van het Rijksmuseum en is de situatie daardoor nog kritischer. Een degelijke berekening van de mogelijke warmte- en vochteffecten is absoluut noodzakelijk.
Een extern onderzoek naar mogelijke vorstschade aan het metselwerk stelt maar ten dele gerust: de morteldelen zijn tijdens de testen van de stenen gevroren.
Overigens is nergens in de beschikbare stukken vermeld om welk type isolatie het hier gaat. In combinatie met een dampremmende laag is uitgegaan van minerale wol of een ander relatief dampopen materiaal als EPS. Voor het Rijksmuseum is gekozen voor isolatie met calcium silicaat platen. Deze hebben als eigenschap dat ze een herverdeling en migratie van vocht naar binnen mogelijk maken. Modelvorming door de Universiteit van Dresden en een mock-up ter plaatse hebben aangetoond dat onder deze museale binnenklimaatomstandigheden deze isolatiewijze een relatief veilig isolatieprincipe betreft [4]. Er is echter een belangrijk verschil met de situatie van het Rijksmuseum: het Rijksmuseum heeft geen houten balklagen, opgelegd in de buitenwanden. Het onderhavige museum kent deze wel. Aan het probleem van mogelijke houtrot van de balkkoppen bij de oplegging in de buitengevel na isolatie aan de binnenzijde wordt summier aandacht gegeven door de bouwfysisch adviseur. Er wordt volstaan met aan te geven dat het hout tegen rotting geïmpregneerd wordt. Zijn er voorbeelden te geven van good practice? Een probleem is namelijk dat deze delen aan het oog onttrokken zijn. Mogelijke aantasting wordt daardoor pas geconstateerd als het al te laat is. Een meer duurzame oplossing, bijvoorbeeld in de vorm van vervanging van de houten balkkoppen door epoxy vormstukken, dient in overweging genomen te worden.
De raampartijen zijn voorzien van achterzetbeglazing. Deze worden van binnenuit tochtdicht op het bestaande kozijn aangesloten en van buiten geventileerd. Op zichzelf een bouwfysisch goede oplossing. Aan de bouwkundige tekeningen is echter niet te zien hoe de ventilatie met buitenlucht gerealiseerd wordt. De Rijksgebouwendienst heeft veel (slechte) ervaringen met dit soort raamsystemen en heeft in [8] haar ervaringen van good en bad practice samengevat.

ONTWIKKELINGEN VAN DE EISEN / RICHTLIJNEN VOOR HET MUSEALE BINNENKLIMAAT

Tot op heden zijn bij het streven naar een zo goed mogelijk museaal binnenklimaat in Nederland de klimaateisen van het Centraal Laboratorium [5] gehanteerd. Deze waarden voor relatieve luchtvochtigheid (RV) en temperatuur (T) zijn ooit op basis van maximaal haalbare veiligheid voor vochtgevoelig materiaal geformuleerd. Dit betekent dat musea ook voor ruimtes waar zich minder vochtgevoelig materiaal bevindt, tegen hoge inspanningen aan die strenge streefwaarden proberen te voldoen. Bovendien waren, om de zeer nauwe bandbreedtes in RV en T te kunnen handhaven, vaak ingrijpende aanpassingen aan het gebouw nodig. Deze klimaatrichtlijnen vinden hun oorsprong onder andere in de eerste editie van de in de museumwereld alom bekende publicatie 'The Museum Environment' van Thomson uit 1978 [9]. In deze eerste editie wordt een streefwaarde van de relatieve vochtigheid (RV) van 55% genoemd, met een te accepteren afwijking naar boven en beneden van 5%. Thomson gaf al aan dat de kennis over de verandering en degradatie van objecten in die tijd ten gevolge van veranderingen in RV onvoldoende was. De richtlijn van 5% toegestane variatie was meer gebaseerd op wat er met klimaatapparatuur uit die tijd redelijkerwijs was te realiseren. Dit is anders dan dat zij gebaseerd was op een gegronde kennis over de invloed van dit soort variaties op het object zelf.
De gemiddelde streefwaarde voor RV was gebaseerd op een te verwachten jaargemiddelde RV in verwarmde gebouwen in Noord Europa. Daarnaast valt op dat rond de 50%RV de hygroscopische curven van veel materialen vrij vlak lopen, waardoor fluctuaties rond 50%RV tot geringe vochtverandering van materialen leiden en daarmee tot weinig mechanische schades.

De nieuwe richtlijnen voor het museale binnenklimaat gaan terug naar de bron: de relatie tussen RV en T en schade aan objecten. Daaraan gekoppeld is de vraag welke schade (on) acceptabel is. Hierbij moet behalve naar de collectie ook eventuele schade aan het gebouw worden overwogen. Op basis van die gegevens kan een collectiebeherende instelling bepalen wat het optimale binnenklimaat voor zijn collectie is. Waarbij optimaal niet altijd het meest strenge klimaat hoeft te zijn. Dit besluitvormingsproces sluit aan bij de Noord-Amerikaanse ontwikkelingen. ▶

Bij de vernieuwde richtlijnen voor het museale binnenklimaat staan vier principes centraal:

1. de besluitvorming kan plaatsvinden na een waardestelling van gebouw en collectie. De mogelijke maatregelen om klimaatrisico's aan de collectie te reduceren moeten worden gewogen door de veranderde waarde van gebouw en collectie in kaart te brengen.
2. er is een beperking aan de mogelijkheden die gebouwen bieden. Om in een lek gebouw strenge klimaateisen te handhaven moeten grote bouwtechnische aanpassingen worden gepleegd.
3. wat zijn de collectierisico's? Per deelcollectie worden de risico's voor verschillende klimaatklassen in kaart gebracht.
4. als laatste kan met behulp van een kosten-batenanalyse gekeken worden welke maatregel het meest efficiënt is om controle te hebben over het klimaat rondom de collectie.

Deze benadering vraagt de collectiemanager een aantal stappen te doorlopen voordat kan worden besloten wat het binnenklimaat in absolute waarden voor RV en T zou moeten worden. Deze werkwijze heeft tot gevolg dat realistische eisen kunnen worden geformuleerd voor een optimaal behoud van collectie en gebouw.

In het nu volgende worden de vier stappen kort verder toegelicht.

WAARDESTELLING COLLECTIE EN GEBOUW

Voordat verbeteringen in klimaatcondities aangebracht kunnen worden, moeten de risico's van het heersende klimaat voor het gebouw en collectie bekeken worden in relatie tot de nieuwe risico's voor het gebouw en collectie na aanpassing van het klimaat. Deze risicoafweging moet in het licht van de totale kosten worden gewogen. In dit verband wordt met kosten meer bedoeld dan alleen financiële. De potentiële maatregelen gaan vaak gepaard met aanpassingen aan het gebouw en / of de wijze waarop de collectie wordt geëxposeerd. Met deze aanpassingen kunnen er allerlei waardes veranderen. Er kan bijvoorbeeld gedacht worden aan breekwerkzaamheden in authentieke wanden (verlies van authenticiteitwaarde), plaatsing van vitrines in een historisch interieur (verlies van belevingswaarde) of plaatsing van een klimaatinstallatie in een historisch belangrijke ruimte zoals een zolder (verlies van historische waarde). Oftewel: er moet vooraf inzicht verkregen worden in welke waardes van de roerende collectie behouden moeten worden op de lange termijn en in de verandering van de waarde van het gebouw bij het uitvoeren van de preventieve maatregelen. Daarom moeten de waarden van gebouw en collectie en de wijze hoe deze in de toekomst zullen worden gebruikt bekend zijn. Een bouwhistorisch onderzoek is hiervoor een essentiële stap, de RACM kan hierbij van dienst zijn.

BINNENKLIMAAT EN MOGELIJKHEDEN VAN HET GEBOUW

Handhaving van een strikt museaal binnenklimaat op 50% RV en 20°C onder winterse omstandigheden leidt al snel tot problemen. Op relatief koude binnenoppervlakken van ongeisoleerde geveldelen kan lokaal de relatieve vochtigheid zeer hoog worden en treedt eventueel condensatie op. Het is bij bouwfysici bekend dat de gemiddelde RV over langere tijd (tijdschaal weken) lager dan 80% RV nabij het koude oppervlak moet zijn om schimmelvorming op koude oppervlakken, zoals koudebruggen, te voorkomen. In de museumwereld hanteert men als veilige bovenwaarde overigens 75% RV.

De handhaving van een RV van rond de 50% in oude gebouwen leidt dus zonder aanpak van isolatie en luchtdichting van de gebouwschil mogelijk tot problemen aan de gebouwschil.
De Amerikaanse ASHRAE heeft in haar handboek uit 1999 voor HVAC applicaties een hoofdstuk gewijd aan musea en museumdepots. Er bestaat inmiddels een herziene versie uit 2007 [7]. ASHRAE hanteert zogenaamde klimaatklassen, waarbij zij de collectierisico's en -voordelen koppelt aan klimaatklassen. Deze klimaatklassen zijn weer gekoppeld aan de mogelijkheden die het gebouw biedt. Het spreekt voor zich dat een zeer strikt klimaat van 50% ± 5% nooit in een houten schuur kan worden gehandhaafd. Ondanks deze notie wordt van lekke, niet geïsoleerde monumenten toch verwacht dit wel te kunnen. Waar ligt de grens en wat is de noodzaak?

De verschillende klimaatklassen zijn gebaseerd op wat er redelijkerwijs mag worden verwacht van specifieke combinaties van gebouw, gebruik en installatie. Zo is het risico op mechanische schade in de zeer strikte klimaatklasse AA aan de meeste objecten en schilderijen nihil. Echter, chemisch instabiele objecten zoals papier worden als gevolg van een continu (hoge) temperatuur onbruikbaar binnen decennia. De toepassing van deze klimaatklasse AA blijft beperkt tot goed geïsoleerde en dampdichte (nieuwe) gebouwen. Het is een keuze voor een (energetisch) kostbaar installatieconcept dat geen veiligheid biedt voor oude gebouwen in een koud klimaat: condensatie op en hoge relatieve vochtigheden nabij enkel glas, ongeïsoleerde muren en daken zijn te verwachten.

NB: Met korte fluctuaties wordt elke fluctuatie bedoeld die korter is dan een seizoensaanpassing. Hierbij dient te worden opgemerkt dat sommige fluctuaties te kort zijn om sommige objecten of ingepakte objecten te kunnen beïnvloeden. Bron: [7]

In klimaatklasse A wordt een beperkte seizoensaanpassing geïntroduceerd: een verlaging van de RV onder winterse omstandigheden. Klasse A wordt door ASHRAE gezien als het meest voorkomende in musea. Er is sprake van een klein risico op mechanische schade aan zeer gevoelige objecten en nauwelijks mechanisch risico voor de meeste andere objecten, schilderijen, foto's of boeken. Door de strikte temperatuurcontrole is er ook nu nog een risico op chemisch verval van gevoelige objecten.
Klimaatklasse B is over het algemeen het hoogst haalbare in ongeïsoleerde, zwaar massieve gebouwen. Bij deze klimaatklasse is het risico voor de collectie geschat als een matig risico op mechanische schade bij zeer kwetsbare objecten en een zeer klein risico bij de meeste schilderijen of fotografisch materiaal. Klasse B geeft bijvoorbeeld nagenoeg geen risico voor veel objecten en de meeste boeken. Chemisch instabiele objecten worden onbruikbaar binnen decennia en eerder als de temperatuur regelmatig boven 30°C komt. Maar koude winters verlengen de levensduur.

COLLECTIE RISICO'S

Voordat klimaatstreefwaarden kunnen worden geformuleerd moeten de klimaatrisico's voor de collectie zorgvuldig worden benoemd. Er kunnen drie schadeprocessen worden onderscheiden:

1. chemische degradatie
2. fysieke degradatie
3. biologische degradatie

Tabel 1: de verschillende klassen van het museale binnenklimaat

Type	Afregeling / jaargemiddelde	Maximale fluctuatie en gradiënten in (geconditioneerde) ruimtes		
		Controle klasse	Korte fluctuaties en ruimtelijke gradiënten	Seizoensaanpassingen in installatie setpoint
		AA Precisie controle, geen seizoen veranderingen	RV: ±5%, T: ± 2°C	RV: geen verandering T: ±5°C
Algemene musea, bibliotheken en archieven	RV: 50% (of het historische jaargemiddelde van de permanente tentoonstelling) T: 15 - 25°C NB: Voor ruimtes met bruiklenen moeten instellingen specificaties handhaven die in het contract staan gespecificeerd. Vaak RV= 50%, T= 21°C. maar soms 55%-60%. Deze waarden zijn echter afhankelijk van de bruikleengever.	**A** Precisie controle, enige gradiënt vorming of seizoen veranderingen	RV: ±5% T: ± 2°C RV: ±10% T: ±2°C	RV: ±10 % $T_{verhoging}$: 5°C $T_{verlaging}$: 10°C RV: geen verandering $T_{verhoging}$: 5°C $T_{verlaging}$: 10°C
Alle leeszalen en opslagruimtes voor chemisch stabiele collecties, vooral met een gemiddelde tot hoge mechanische kwetsbaarheid		**B** Precisie controle, enige gradiënt vorming en aanpassing van de temperatuur in de winter	RV: ±10% T: ± 5°C	RV: ±10% $T_{verhoging}$: 10°C (niet boven 30°C) $T_{verlaging}$: zo laag als noodzakelijk om RV controle te behouden
		C Voorkom alle grote risico extremen	RV_{jaar}: 25% ≤ RV ≤ 75% T_{jaar}: < 25°C (zelden hoger dan 30°C)	
		D Voorkom hoge vochtigheid	RV: < 75%	
Archieven en bibliotheken Opslag van chemisch instabiele collecties	Koude opslag: RV: 40% T: -20°C Koele opslag: 30% < RV < 50% T: 10°C	RV: ±10% T: ±2°C (zelfs als deze waarden alleen gerealiseerd kunnen worden tijdens de winteraanpassing, kan dit als een netto voordeel voor deze collecties worden beschouwd, zolang er geen hoge vochtigheden voorkomen)		
Speciale metaalcollecties	Droogkamer: 0% < RV < 25%	De relatieve luchtvochtigheid mag geen bepaalde kritische waarde overschrijden, typisch 30%		

Deze aspecten worden belicht per schadefactor, of te wel een verkeerde relatieve luchtvochtigheid en een verkeerde temperatuur, met als hoofdvraag: wat is er dan precies verkeerd? Het voert te ver om in deze publicatie alle risico's expliciet te benoemen. Hier wordt verwezen naar de publicatie van de Richtlijnen door ICN (http://www.icn.nl/nl/kenniscentrum/collectiebeheer/klimaatrichtlijnen). Echter één aspect verdient een korte toelichting. Het wordt de bewezen fluctuatie genoemd. Kort gezegd betekent dit dat het risico op mechanische schade in de toekomst nul is als de RV fluctuaties in het toekomstige klimaat niet groter zijn dan de fluctuaties waaraan het object in het verleden is blootgesteld. Daarom verdient het aanbeveling een goed beeld van het historische klimaat en het huidige klimaat te verkrijgen.

Aan de TU/e loopt sinds drie jaar de promotiestudie van ingenieur Marco Martens. Het betreft het onderzoek naar het binnenklimaat in monumenten met een museale functie. Getracht wordt een relatie te leggen tussen het type gebouw, de klimaatinstallatie en het gebruik en de regeling ervan. Het onderzoek is een vervolg op het in de inleiding genoemde onderzoek aan de drie rijksmusea. Marco heeft voor dat onderzoek een internetapplicatie gemaakt, die het mogelijk maakt om de met commercieel beschikbare apparatuur gemeten binnenklimaatcondities in een gebouw op een eenduidige wijze te analyseren (http://www.monumenten.bwk.tue.nl/). Voor dat doel zijn bijvoorbeeld grafische weergaven ontwikkeld als de zogenaamde Klimaat Evaluatie Kaart, die in een oogopslag inzicht geeft in het binnenklimaat in een ruimte [10].

Om inzicht te verkrijgen in de ruimtelijke distributie van temperaturen over een gebouw is door ingenieur Maikel Ritmeijer in zijn afstudeerwerk een grafische analyse ontwikkeld, die inzicht geeft in de ruimtelijke verdeling van temperaturen en relatieve vochtigheden [11].

Voor een extrapolatie naar de toekomst kan gebruik gemaakt worden van simulatiemodellen voor de berekening van het binnenklimaat in gebouwen, zoals HAMBASE, die gekalibreerd worden aan de hand van meetresultaten en waarmee het effect van veranderingen ingeschat kan worden [12].

CONTROLE OVER HET BINNENKLIMAAT

Voor de realisatie van een gewenst binnenklimaat in een gebouw met een museum- of depotfunctie is er een groot aantal mogelijkheden. Het varieert van niet ingrijpen in het bestaande klimaat, het gebruik van passieve middelen, een beperkte klimaatinstallatie zoals verwarming of bevochtiging en ontvochtiging, tot bijvoorbeeld volledige luchtbehandeling. Uitgangspunt daarbij kan zijn om het binnenklimaat zoveel mogelijk met passieve middelen te beheersen, om de visuele en constructieve impact op het gebouw en interieur te minimaliseren. Daarbij is het mogelijk om een ruimtelijk onderscheid te maken: het zogenaamde zoneren. Klimaatgevoelige objecten kunnen dan bijvoorbeeld in een meer stabiele ruimte van het gebouw geplaatst worden of met behulp van microklimaatdozen [13] of vitrines worden afgezonderd van het ruimtelijke klimaat. Passieve middelen hebben het voordeel dat ze een energievriendelijker en duurzamer karakter hebben. Bovendien zorgen zij bij uitval niet direct voor een calamiteit, zoals dat bijvoorbeeld wel het geval is bij uitval van een all-air systeem.

Het voert te ver om alle mogelijkheden hier te schetsen. Per situatie moet gekeken worden wat er vanuit de waardestelling ▶

mogelijk is, hoe het klimaat zich in het gegeven gebouw zal gedragen en wat precies de collectierisico's zijn. De combinatie van deze drie factoren is voor iedere situatie anders. Het volstaat om aan te geven dat het zoeken naar dit optimum een tijdrovend proces is en het verstandig is deze benodigde tijd in te calculeren bij het opzetten van projecten.

SUGGESTIES VOOR DE CASUSSEN

In alle vier besproken voorbeelden speelt de controle over de vochthuishouding een belangrijke rol in nieuw geïntroduceerde risico's voor het gebouw. Voor de historische huizen, Ons' Lieve Heer op Solder en jachthuis St. Hubertus, zijn er nauwelijks tot geen mogelijkheden dit risico met behulp van isolatie te reduceren. Voor de andere twee, het Rijksmuseum Amsterdam en het Dordrechts Museum is het de vraag of de keuze voor isolatie wel de juiste is.

Museum Ons' Lieve Heer op Solder te Amsterdam

De binnenluchtcondities in het gebouw komen goed overeen met wat er verwacht mag worden als de ASHRAE als uitgangspunt wordt genomen. Deze condities zijn tot op zekere hoogte risicovol voor enkele van de tentoongestelde objecten, zoals gepolychromeerde beelden in directe nabijheid van een bevochtiger of radiator en schilderijen aan buitenwanden.
Het museum heeft vorig jaar al een paar stappen gezet om het risico op condensatieschade aan het gebouw te reduceren. Tijdens het stookseizoen is de temperatuur op 17°C geregeld en is de streefwaarde van de bevochtigers terug gebracht naar 40%, met groot succes.
Het risico op mechanische schade aan objecten vraagt een aanpak op objectniveau. Schilderijen zouden beter niet aan koude buitenmuren tentoongesteld moeten worden, of er kan met behulp van afstandshouders een kleine luchtspouw tussen wand en object worden gerealiseerd. Een alternatief is de achterkant van gevoelige schilderijen met zogenaamde achterkantbescherming uit te rusten. Natuurlijk moeten objecten nooit in de directe nabijheid van een vocht- en warmtebron worden geplaatst.

Het museum maakt zich grote zorgen over het comfort van bezoekers tijdens warme zomerse dagen. In het kader van de aankomende renovatie ligt het voor de hand om de controlemogelijkheden te bestuderen. Gelukkig realiseert de staf van het museum zich dat het gebouw ook een verhaal te vertellen heeft en dat klimatisering op geen enkele wijze hieraan afbreuk mag doen. Om die reden worden de volgende opties kritisch bestudeerd:

- Presentatie van gevoelige objecten in microklimaatdozen en als de objecten niet bijdragen aan het verhaal van het interieur, deze te presenteren in de nieuwbouw.
- Alternatieve openingstijden, het museum kan gesloten worden als de temperaturen te veel ongemak opleveren.
- Op warme dagen kunnen bezoekers worden gewaarschuwd. Vorig jaar is ervaring opgedaan met plaatsing van ventilatoren en uitdelen van waaiers aan bezoekers voor (individuele) comfortverbetering.
- Het verwijderen van radiatoren.

Jachthuis St. Hubertus te Hoenderloo

Een alternatieve methode van verwarmen, waarbij er voor collectiebehoud gunstigere binnenluchtcondities optreden, is het zogenaamde hygrostatisch geregeld stoken [14]. Hierbij wordt de cv.-ketel aangestuurd door een vrij programmeerbare regelaar. De inputsignalen van de cv.-regelaar zijn ruimtetemperatuur en relatieve vochtigheid van de ruimtelucht. Het principe van hygrostatisch geregeld stoken komt er op neer dat er gestookt wordt indien de RV in de ruimte te hoog is. De verhoging in ruimtetemperatuur zal een daling van de RV tot gevolg hebben. Indien de RV in de ruimte te laag is, zal de regelaar de verwarmingsinstallatie niet inschakelen. Hierdoor wordt de ruimte niet verwarmd, waardoor de RV ook niet meer zal dalen ten gevolge van het stookgedrag.
In deze regeling zijn een onder- en bovengrens voor de temperatuur instelbaar, net als de gewenste bandbreedte voor de RV. Bovendien kan de regelaar nog uitgerust worden met een aantal additionele functies, zoals een omschakeling op comfortregeling indien er thermisch comfort gewenst is. Hierbij wordt de ruimte geleidelijk opgestookt met een instelbaar aantal graden per uur, tot de gewenste temperatuur, met eventuele nachtverlaging.
Een nadeel van deze hygrostatische regeling is dat er lage temperaturen op kunnen treden indien de RV in de ruimte onder de ingestelde ondergrens ligt. Deze regeling is dan ook met name geschikt voor vertrekken waar geen thermisch comfort gewenst is.

Het Nieuwe Rijksmuseum Amsterdam

Er is duidelijk een verschil geconstateerd tussen de 600 mm dikke buitenwanden, die in hun huidige staat nauwelijks een probleem opleveren en de op hoger verdiepingen verjongde 400 mm dikke wanden, die wel een probleem op zouden leveren. Zou het aanbrengen van klimaatzones met een wat lagere relatieve vochtigheid onder winterse condities op bijvoorbeeld hogere verdiepingen niet veel van de te verwachten problemen hebben kunnen oplossen? De nieuwe richtlijnen zouden aan deze casus getoetst kunnen worden.

Het Dordrechts Museum

Een heroverweging van de uitgangspunten voor het binnenklimaat en een mogelijke zonering van de collectie zouden ook in dit geval een behoorlijke beperking van de ingreep in het gebouw hebben betekend.

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De vraag waarmee deze tekst aanving was: Wat is eigenlijk een verantwoord binnenklimaat? Naar aanleiding van verschillende praktijkervaringen, waarvan hier slechts een zeer beperkt aantal is gepresenteerd en een analyse van de internationale ontwikkelingen op het gebied van klimaatonderzoek moet het antwoord op deze vraag ons inziens luiden: *het is een binnenklimaat dat tot stand is gekomen na raadpleging van vele experts en uiteindelijk recht doet aan gebouw en collectie en daarvan de meeste waarde behoudt voor ons nageslacht.*
Het klimatiseren van historische gebouwen met een museale functie is geen eenvoudige aangelegenheid. De ervaring leert dat het eenvoudigweg toepassen van één streefwaarde voor het gehele gebouw niet alleen onmogelijk is, maar juist grote risico's voor het gebouw oplevert en nieuwe risico's introduceert. Hier moet nog aan toegevoegd worden dat de (energie) kosten om een strikt klimaat te handhaven in een ongeïsoleerd, lek gebouw onacceptabel hoog zijn. Alternatieven om zeer waardevolle en kwetsbare objecten lokaal te beschermen in een klimaat dat ruimtelijk nooit gerealiseerd kan worden zijn ruimschoots voor handen. We kunnen dan ook niet anders dan concluderen dat het besluitvormingstraject aanpassing behoeft:

- De ICN klimaateisen daterend uit 1994 komen te vervallen als algemeen geldend voor iedereen en overal. De oude waarden moeten als zodanig niet meer gebruikt worden als de optimale ruimtelijke streefwaarde ten behoeve van een programma van eisen.
- Er moet meer tijd worden genomen om de verschillende benodigde stappen op een verantwoorde wijze te kunnen doorlopen zodat optimale klimaatcondities kunnen worden gevonden die recht doen aan alle aspecten van het museum (gebouw en collectie)!
- Er moet meer flexibiliteit zijn om het programma van eisen tijdens het proces aan te passen of de te nemen stappen moeten in tijd scherper worden gescheiden.
- Experts op de verschillende vakgebieden moeten tijdig met elkaar in contact gebracht worden. De (restauratie)architect, installateur, installatie-adviseur, vitrine-ontwerper, externe klimaatadviseur en de monumentenadviseur moeten elkaar informeren over de verschillende aspecten van het specifieke project en in gezamenlijkheid tot consensus komen.

Vaak zullen in een complexe situatie van een belangrijke roerende collectie in een belangrijk monument de beste omgevingscondities rondom het object worden gehandhaafd door het object ruimtelijk af te zonderen. Dit heeft natuurlijk consequenties voor de wijze waarop bezoekers de historische binnenruimte zullen beleven. Toekomstig onderzoek zou zich juist op dit gebied kunnen richten zodat de noodzaak voor volledige ruimtelijke klimatisering verder afneemt.
De nieuwe klimaatrichtlijnen zijn te downloaden van de internetsite van ICN: Klimaatwerk: besluitvorming over het binnenklimaat en de risico's voor ons culturele erfgoed. Klimaatrichtlijnen. Concept oktober 2008. http://www.icn.nl/nl/kenniscentrum/collectiebeheer/klimaatrichtlijnen [16]. ■

BRONNEN

▶[1] Erfgoedinspectie (2007) Luchtspiegelingen; de mens en het museale binnenklimaat, Erfgoedinspectie/collecties.
▶[2] Martens, M.H.J., Schellen, H.L., Schijndel, A.W.M. van, Aarle, M.A.P. van (2007) Project Klimaatonderzoek Rijksmusea. Technische Universiteit Eindhoven, Unit Building Physics and Systems.
▶[3] Maekawa, S., Ankersmit, B., Neuhaus, E., Schellen, H., Beltran,V., Boersma, F. (2007) Investigation into impacts of large number of visitors on the collection environment at Our Lord in the Attic, Museum Micro Climate Conference, Copenhagen November 2007, p.p. 99-105.
▶[4] Ruisinger, U. (2004) Hygrothermal analysis of external walls of the Rijksmuseum Amsterdam. Dresden University of Technology Faculty of Architecture. Institute for Building Climatology
▶[5] Jütte, B.A.H.G. (1994) Passieve conservering; klimaat en licht. Centraal Laboratorium voor Onderzoek van Voorwerpen van Kunst en Wetenschap.
▶[6] Ankersmit, B. (2007) ICN advies over de klimaateisen in de oudbouw van het Dordrechts Museum, ICN rapport 2007.040, dd. 14-06-2007
▶[7] Anon. (2007) Museums, Libraries and archives, in: 2007 ASHRAE Handbook,: Heating, ventilating, and air-conditioning applications, SI edition, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., 2007, Chapter 21, p.p. 21.1-21.23.
▶[8] Prendergast, E. (2005) Binnenzetramen in monumentale musea. Rijksgebouwendienst
▶[9] Thomson, G. (1978) The Museum Environment, 1st edition, Butterworths, in association with the International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, London, United Kingdom, 1978, p.p. 114.
▶[10] Martens, M.H.J., Schellen, H.L., Schijndel, A.W.M. van (2005) Klimaat Evaluatie Kaart; een nieuwe manier voor weergave van het binnenklimaat. Bouwfysica Blad Nederlands Vlaamse Bouwfysica Vereniging
▶[11] Ritmeijer, M.T.P., Schellen, H.L. (2007) Kasteel Amerongen; onderzoek naar het binnenklimaat. Bouwfysica Blad Nederlands Vlaamse Bouwfysica Vereniging
▶[12] Wit, M.H. de (2006) HAMBASE, Heat, Air and Moisture Model for Building and Systems Evaluation, Technische Universiteit Eindhoven, Unit BPS
▶[13] De Microklimaatdoos: ICN-informatie nr. 12
▶[14] Neuhaus, E., Schellen, H.L. (2007) Conservation Heating for a Museum Environment in a Monumental Building, Proceedings of the Thermal Performance of the Exterior Envelopes op Whole Buildings X, dec. 2-7, 2007, Clearwater Beach, Florida
▶[15] Schellen, H.L. 2002. Heating Monumental Churches, Indoor Climate and Preservation of Cultural Heritage. PhD thesis. Eindhoven University of Technology ISBN: 90-386-1556-6
▶[16] Ankersmit, B. (2008). Klimaatwerk: besluitvorming over het binnenklimaat en de risico's voor ons culturele erfgoed. Klimaatrichtlijnen. Concept oktober 2008. http://www.icn.nl/nl/kenniscentrum/collectiebeheer/klimaatrichtlijnen
▶[17] Schellen, H.L., ed. (2006). Themanummer Bouwfysica van Monumenten. Nederlands Vlaamse Bouwfysica Vereniging. 16e jaargang, nummer 3/4.