

EEN BOUWFYSISCH VERANTWOORD ERFGOEDEPOT

In erfgoeddepots wordt vaak een strikt binnenklimaat gevraagd om aan nationale en internationale regelgeving te kunnen voldoen. Een strikt binnenklimaat vereist een zeer goed gebouw, een effectief werkende klimaatinstallatie en een van tevoren bekend gebruik. Een dergelijk depot verbruikt vaak veel energie en ook het onderhoud van de klimaatinstallatie kan prijzig zijn. De laatste jaren zijn er ontwikkelingen op het gebied van (vrijwel) passieve depotgebouwen. Sinds kort is er een nieuw depotconcept bedacht en ontwikkeld. Dit nieuwe concept ontleent zijn werking aan een op het gebruik afgestemde bouwfysica, zodat klimaatinstallaties (vrijwel) overbodig zijn.



dr.ir. M.H.J. (Marco)
Martens, Helicon CS,
Zoeterwoude

INLEIDING

Een erfgoeddepot dient voornamelijk voor opslag van museale collecties. De grootte van een dergelijk depot kan variëren van enkele vierkante meters tot specifiek voor dit doel gebouwde complexen van tienduizenden vierkante meters. Helicon is gespecialiseerd in preventieve conservering. Naast het minimaliseren van allerlei andere risico's die museale collecties zouden kunnen aantasten, omvat preventieve conservering ook het optimaliseren van het binnenklimaat. Voor een nieuw te ontwikkelen eigen depot is omgekeerd gedacht. In plaats van de effecten van verstoringen op het binnenklimaat – denk hierbij aan personen, verlichting, zon, buitenklimaat en ventilatie – tegen te gaan met een klimaatinstallatie, is juist geprobeerd een situatie te creëren met een minimum aan verstoringen. Een klimaatinstallatie is dan geen essentieel onderdeel meer, maar slechts een klein hulpmiddel. Om dit te bereiken is bouwfysische en installatietechnische kennis onmisbaar.

NADRUK OP OBJECTEN

Enige jaren geleden is begonnen met het verleggen van de nadruk van de luchtcondities naar de museale voorwerpen zelf. Dat er zoveel richtlijnen en eisen zijn die de luchtcondities specificeren, biedt op zich een goede houvast; ook al zijn de huidige richtlijnen overdreven strikt [1]. Toch zijn beschadigde voorwerpen aangetroffen die zich bevonden in een binnenklimaat dat aan alle eisen voldeed. Ook zijn juist onbeschadigde objecten aangetroffen in ruimten met een – volgens de richtlijnen – slecht binnenklimaat. Deze constatering staken dus niet altijd met het doel waarvoor de richtlijnen zijn opgesteld.

De oplossing bestaat uit het verleggen van de focus op lucht naar de museale objecten. Deze objecten zijn vaak van hygroscopisch materiaal. Dat is materiaal dat vocht bevat, waardoor het materiaal een evenwicht aangaat met de relatieve luchtvochtigheid van de omringende lucht. In plaats van het zo constant mogelijk houden van de luchtcondities, wordt juist gestreefd naar een stabiel vochtgehalte in de materialen. Uit metingen blijkt dat het vochtgehalte van de materialen in een door installaties constant gehouden klimaat toch behoorlijk kan fluctueren [2].

PRINCIPE

Het principe van het depotconcept berust op het weg nemen van verstoringen in het binnenklimaat en het zoveel mogelijk benutten van de bufferende werking van de objecten. Door het opdelen van het depot in compartimenten (zie figuur 1) die elk zo luchtdicht mogelijk zijn uitgevoerd, wordt luchtuitwisseling tot een minimum beperkt. Een ventilatievoud tussen depot en omliggende ruimte van éénmaal per 10 tot 20 dagen is daarmee realiseerbaar. De compartimenten zijn bovendien thermisch geïsoleerd.

De depotcompartimenten worden geplaatst in een tussenklimaat, als doos-in-doos-constructies. Dit tussenklimaat kan indien gewenst worden afgestemd op comfort, maar kan ook met de seizoenen mee bewegen. Er kan worden volstaan met een zeer eenvoudig verwarmingssysteem indien comfort gewenst is.



1 Binnenkant van een depotunit. De schuifdeur heeft een dubbele dichting; de LED-verlichting is voorzien van bewegingsdetectie en in het plafond zijn enkele inblaasopeningen zichtbaar



2 Ventilator en filter aan de buitenzijde van elke depotunit. Afzuiging gebeurt vlak boven de vloer; inblazen in het plafond aan de overliggende zijde. De filters zijn van EU9-kwaliteit

Elk compartiment is voorzien van een eigen recirculatiesysteem (zie figuur 2). Hiermee wordt stilstaande lucht tegengegaan, zodat microklimaten voorkomen worden. Bovendien wordt eventueel door de collectie uitgestoten vervuiling weggefilterd. Een dergelijk recirculatiesysteem zorgt voor een recirculatievoud van ongeveer 0,1 maal per uur.

Om een zo optimaal mogelijk evenwicht te bereiken, dient de dikte van het isolatiemateriaal en de luchtdichtheid van de compartimenten zorgvuldig berekend te worden. Hiervoor wordt het door de Technische Universiteit Eindhoven ontwikkelde simulatieprogramma HAMbase [3] gebruikt. Afhankelijk van de randvoorwaarden (grootte en plaatsing in een nieuw of bestaand pand) is elke oplossing uniek, ook al zijn de hierboven genoemde uitgangspunten hetzelfde.

GEBRUIKSBEPERKINGEN

Omdat geen verse lucht wordt ingeblazen in de depotcompartimenten en om de objecten hun bufferende werk te laten doen, is het gebruik strikt voorgeschreven. In het depot wordt in principe niet gewerkt. Alleen het hoogst noodzakelijke, het plaatsen of uithalen van objecten, wordt hier uitgevoerd. Restaureren of schoonmaken gebeurt in andere ruimten. Verder is het van belang dat de objecten het gewenste evenwicht – een bepaalde hoeveelheid vocht in het materiaal – hebben vóórdat ze in een depot worden geplaatst. Hiervoor dient een quarantaineruimte. Door het materiaalvochtgehalte te bepalen, wordt berekend hoeveel vocht geleidelijk toegevoegd of onttrokken moet worden aan een collectie. Dat is vooral van belang in geval van een calamiteit, bijvoorbeeld bij objecten die zijn geëvacueerd bij een brand of een water-

schade. Pas als het gewenste evenwicht is bereikt, kan de collectie verder het depot in.

Monitoring is zeer belangrijk. Door verkeerd gebruik (veel openstaan van deuren bijvoorbeeld) kan het evenwicht na verloop van vele jaren enigszins worden verstoord. Bovendien kan een periode met intensief transport (zowel het depot in als uit) leiden tot enige verstoringen. Dit wordt dan voornamelijk veroorzaakt doordat de hoeveelheid ventilatie onbedoeld toeneemt. Door te monitoren kan bepaald worden of het sluiten van de deur afdoende is om het depot opnieuw in evenwicht te brengen of dat tijdelijk een aanvullende maatregel noodzakelijk is. Dit depottype leent zich dan ook het meest voor een situatie waarbij met enige regelmaat een depotbeheerder aanwezig is.

VOORBEELDBEREKENING

Wanneer een depot van 200 m² met een hoogte van 2,5 m een temperatuur heeft van 18°C en een relatieve luchtvochtigheid (afgekort RV) van 50%, dan is in de lucht in dit depot ongeveer 3,9 kg vocht aanwezig. Deze hoeveelheid is erg klein wanneer je weet dat het materiaalvochtgehalte van de meeste hygroscopische materialen (hout, papier en dergelijke) ongeveer 10 massaprocent bedraagt bij langdurige blootstelling aan een RV van 50%. In een depot past namelijk eenvoudig 50 tot 500 kg aan objecten per m². Met 10.000 tot 100.000 kg materiaal in dit depot is de verhouding vocht in de lucht tot vocht in de materialen dus 1 : 250 tot 1 : 2500.

Wanneer de lucht in het depot theoretisch wordt vervangen door volledig droge lucht, dan zal elk object een klein beetje vocht afstaan, om zo opnieuw in evenwicht te komen. De materialen geven een fractie van hun opgeslagen vocht af, terwijl de RV zeer snel teruggaat naar 50%. De verhouding gaat daarmee van 1 : 250 naar 1 : 249, van 1 : 2500 naar 1:2499 of een verhouding ergens daartussen. De verhouding tussen vocht in de lucht en vocht in de materialen verandert dus eigenlijk nauwelijks. Hiermee blijft het klimaat stabiel, net als het vochtgehalte van de objecten. Bovendien vindt in de praktijk nooit uitwisseling met zeer afwijkende lucht plaats; vanwege het doos-in-doos principe is rondom het depot reeds een stabiel klimaat aanwezig.

BIJKOMENDE VOORDELEN

Wanneer een depot volgens dit principe gerealiseerd wordt, dan heeft dat direct andere voordelen. Door de compartimentering is het risico op verspreiding van brand, ongedierte en schimmels zeer klein. De gebruikte hoeveelheid energie voor verwarming is beperkt doordat alleen de omliggende ruimten mogelijk verwarmd worden en de depots zelf niet. Ook kunnen objecten in dit type depot het hele jaar door veilig gehanteerd en getransporteerd worden, omdat de gebruikte temperaturen lijken op de temperaturen van expositiezalen in musea en niet al te ver van comfortabele werkcondities af zullen liggen. De ingestelde temperatuur is bovendien vrij te kiezen.

Daarnaast blijkt uit simulatie en metingen dat toch eenvoudig voldaan kan worden aan de strenge klimaatricht-

lijnen. Dit wordt verderop in dit artikel nog nader toegelicht.

SIMULATIE

Met behulp van simulatieprogramma HAMbase zijn toekomstvoorspellingen gemaakt van een depot volgens het beschreven concept. Dit depot is 200 m² groot en bevat voornamelijk houten objecten, die ook in het simulatiemodel ingevoerd zijn. Hieruit blijkt dat dit depot bij een omgevingstemperatuur rond 18°C tot 10 jaar kan functioneren zonder dat be- of ontvochtiging nodig is. Na deze 10 jaar bevatten de objecten een klein beetje extra vocht (veroorzaakt door het lange termijn evenwicht met het Nederlandse buitenklimaat), zodat enige ontvochtiging gewenst zou kunnen zijn. Dit kan lokaal met een mobiele ontvochtiger worden bereikt in enkele dagen, of door af en toe op gunstige momenten de deur te openen. Denk hierbij aan situaties waarbij rondom het depot een lager absoluut vochtgehalte gemeten wordt dan in het depot. Hierna kan de collectie opnieuw 10 jaar vooruit zonder enige vorm van klimaatingrepen.

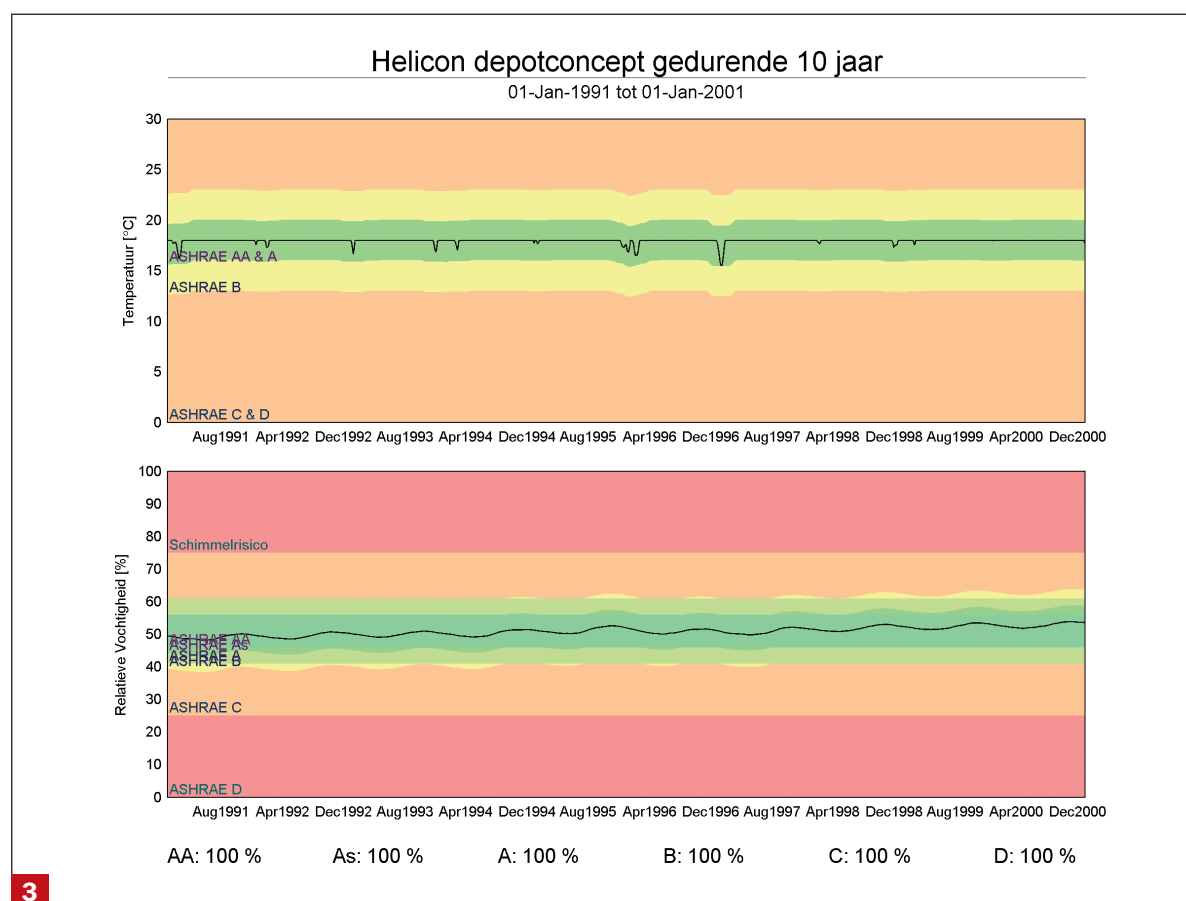
Figuur 3 geeft het binnenklimaat weer gedurende 10 jaar. De ASHRAE klimaatrichtlijnen [4] zijn elk aangegeven met een kleur. Dit zijn de meest gangbare richtlijnen van dit moment. Ze bestaan uit een set van 6 klassen van heel strikt (AA) tot erg ruim (D). Hoe ruimer de klasse, hoe meer risico's de museale objecten zouden kunnen lopen. Een ongeklimateerd museumgebouw komt meestal tot ASHRAE klasse B of C, een goed geklimateerd modern museum tot A. Voor depots wordt meestal AA nage-

streefd, omdat het merendeel van de museale collecties zeer lang in deze depots verblijft.

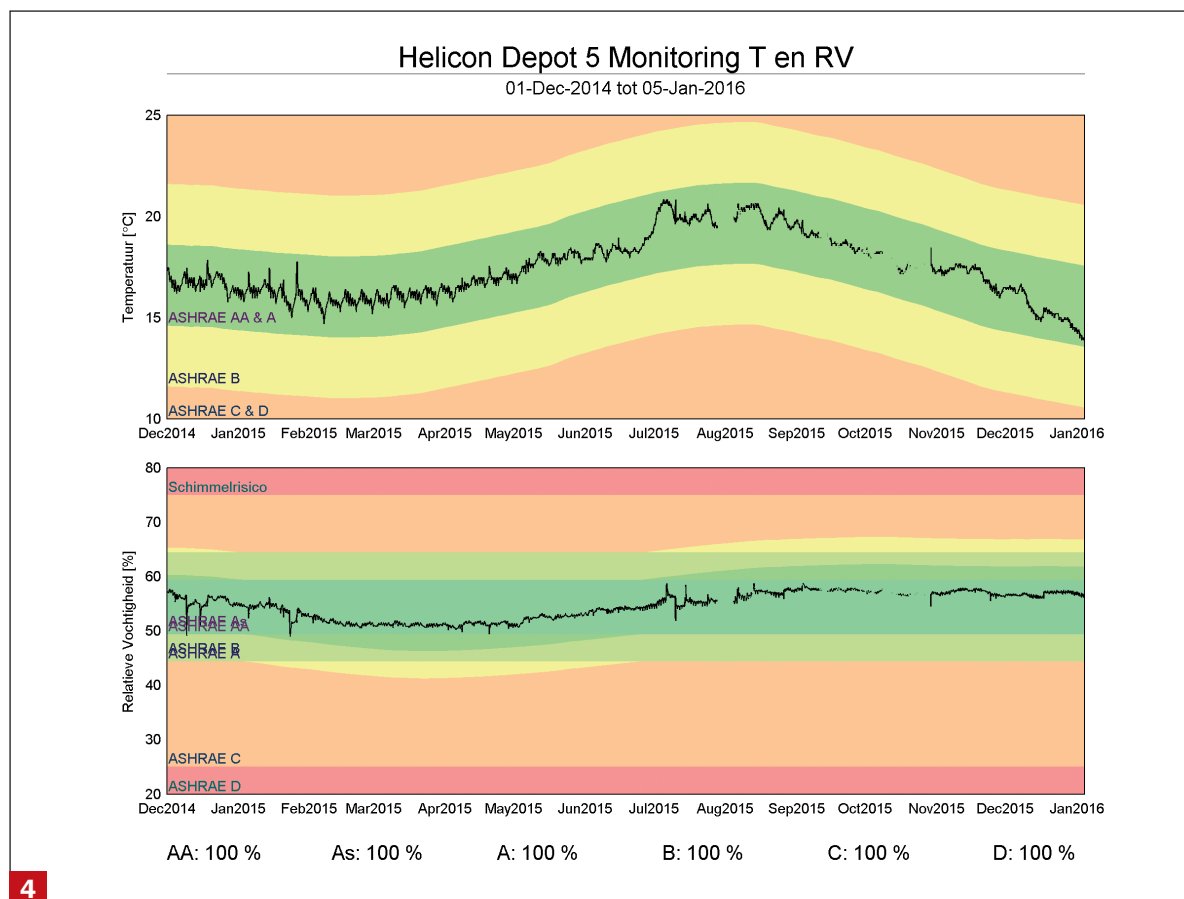
De bovenste grafiek van figuur 3 laat de eisen voor temperatuur van ASHRAE AA, As en A zien (groen), B (geel) en ASHRAE C en D (oranje). De onderste grafiek laat de eisen voor de relatieve luchtvochtigheid zien; de strengste klasse is AA met een donkergroene kleur. De meest ruime klasse is klasse D; deze is rood. Zowel de temperatuur als de RV blijven gedurende 10 jaar in de strengste klasse. De temperatuur laat soms een lichte daling zien; de in te brengen capaciteit is zodanig gekozen dat deze voor 95% van de tijd toereikend is. In heel koude winters wordt daarom soms de 18°C niet meer gehaald. Wel is zichtbaar dat op de lange termijn de RV iets stijgt; dit wordt veroorzaakt door het langjarig Nederlands gemiddelde absoluut vochtgehalte.

METINGEN IN EIGEN DEPOT

Voor het eigen depot is een uitgebreide simulatiestudie verricht om te bepalen wat de optimale isolatiewaarde van de sandwichpanelen van de depots zou moeten zijn. Dit depot is sinds 2014 gehuisvest in een reeds bestaande bedrijfshal. Deze hal wordt door middel van radiatoren tijdens het stookseizoen op ongeveer 14°C gehouden; verder beweegt de temperatuur met de seizoenen mee. De collecties die in dit depot zijn geplaatst zijn mobiel; ze blijven meestal enige maanden tot enkele jaren. Hierdoor vindt er wat verloop in objecten plaats per depotcompartiment.



Gesimuleerde temperatuur (boven) en relatieve luchtvochtigheid (onder) in een depotruimte gerelateerd aan de ASHRAE klimaatklassen (AA (donkergroen) tot D (rood))



Gemeten temperatuur (boven) en relatieve luchtvochtigheid (onder) in één van de depotruimten van Helicon

Figuur 4 geeft het gemeten binnenklimaat weer gedurende 13 maanden. Deze periode bevat zowel de meest vochtige periode (september) als de meest droge (maart). Van december tot maart is de relatieve vochtigheid gedaald van 57% naar 51%. Dat is meer dan wat is voorspeld in de simulatie (figuur 3). De oorzaak voor deze afwijking is de lagere vullingsgraad van dit depot; er past nog veel meer collectie in waardoor de relatieve vochtigheid stabiel zou kunnen zijn.

Tot mei 2015 werkte de verwarming nog niet optimaal, waardoor kleine schommelingen in temperatuur en daarvoor ook in de RV ontstonden; vanaf april is dit opgelost. De korte pieken in RV worden veroorzaakt door het korte tijd openstaan van de deur om collectie te verplaatsen.

Het binnenklimaat voldoet voor 100% van de tijd aan alle ASHRAE klassen. Dus ook aan de strengste klasse AA wordt 100% van de tijd voldaan. In traditionele depots wordt vaak slechter gescoord, omdat de klimaatinstallatie een deel van de tijd uit staan in verband met onderhoud of vanwege storing.

CONCLUSIE

Door anders naar het behoud van collecties te kijken, kan met zeer beperkte middelen een goed binnenklimaat in een opslagdepot gerealiseerd worden. Dat kan door een specifiek voor de situatie afgestemde bouwfysische schil toe te passen, die naast thermische isolatie ook een zeer grote luchtdichtheid en dampdichtheid biedt. Er wordt meer vertrouwd op de klimaatbufferende eigenschappen van de museale collectie zelf. Om dit verantwoord te kun-

nen doen is vooraf een betrouwbare simulatiestudie nodig van het gebouw en de depotcompartimenten. Ook is een gebruiksprotocol noodzakelijk, om het depot zo te gebruiken als vooraf is bedacht en berekend. Het resultaat is een binnenklimaat dat aan de strengste richtlijnen voldoet en een zeer laag energiegebruik. Bovendien zijn de bouwkosten lager; de duurdere bouwfysische schil wordt ruimschoots gecompenseerd door het gebrek aan installatietechnische middelen. ■

BRONNEN

- [1] Martens, M.H.J., *Climate risk assessment in museums; degradation risks determined from temperature and relative humidity*, Bouwstenen 161, Eindhoven University of Technology, 2012, ISBN 978-90-6814-645-5
- [2] Van der Burg J., Hijnberg, W., Martens, M.H.J., Nagel-Stuart, M., *It's all about objects, the impact of moisture content measurements*, Helicon, Zoeterwoude, 2014, ISBN: 978-90-822043-0-8
- [3] Wit, M.H. de, *HAMBase, Heat, Air and Moisture Model for Building and Systems Evaluation*, Bouwstenen 100, Eindhoven University of Technology, 2006, ISBN 90-6814-601-7
- [4] Ankersmit, H.A., *Klimaatwerk; richtlijnen voor het museale binnenklimaat*, Amsterdam University Press, Amsterdam, 2009, ISBN 978-90-8555-025-9