

Startpagina MODULE KLIMAATBEHEER

Waarover gaat deze module?

In de Archiefregeling 2024 is gekozen voor een andere benadering van klimaatbeheer en luchtbehandeling in archiefdepots dan in vorige regelingen. Nog steeds staat een optimaal klimaat voor blijvend te bewaren fysieke documenten centraal, maar de specificaties zijn zodanig geformuleerd dat het mogelijk wordt dit op een energie-efficiëntere en dus milieuvriendelijkere wijze te realiseren.

Deze module geeft nadere tekst en uitleg over deze nieuwe benadering. Er wordt uitgelegd waarom klimaatbeheersing belangrijk is en welke wettelijke eisen er zijn. De module beschrijft vervolgens hoe de in de Archiefregeling vermelde binnenklimaat-eisen bereikt kunnen worden en welke stappen gevolgd moeten worden voor het meten en monitoren van het binnenklimaat.

Deze module biedt kortom handvatten waarmee een voor fysieke documenten geschikt binnenklimaat gecreëerd, gemeten, gerapporteerd en geoptimaliseerd wordt.

Voor wie is deze module?

Deze module is bedoeld voor:

- Degenen die verantwoordelijk zijn voor de klimaatinstallaties in archiefdepots en het onderhoud en functioneren daarvan. Dat kunnen gebouwbeheerders en facilitair medewerkers zijn, maar ook adviseurs en partijen aan wie het onderhoud en de inregeling van de installaties is uitbesteed.
- Zij die verantwoordelijk zijn voor het behoud van fysieke documenten. Het klimaat in een archiefdepot speelt daarin een belangrijke rol omdat dit effect heeft op de héle collectie. De inhoud van deze handreiking zal daarom van belang zijn voor iedereen die met de bewaaromstandigheden van fysieke documenten te maken heeft: van manager tot bestuurder, van depotmedewerker tot hoofd Collectie.

Wat is de status van deze module?

Deze module is informerend en adviserend. De Archiefwet verplicht om te zorgen voor de juiste bewaaromstandigheden voor blijvend te bewaren fysieke documenten. De in de Archiefregeling 2024 gestelde eisen geven aan hoe die bewaaromstandigheden eruit moeten zien. Bijvoorbeeld het klimaat in de archiefdepots. Toelichting op deze eisen wordt gegeven op de pagina '[Wettelijke eisen voor binnenklimaat en luchtcondities](#)' van deze Handreiking. Deze module ondersteunt de uitvoering van deze verplichting.

Wat is de scope van deze module?

Deze module heeft betrekking op archiefdepots voor blijvend te bewaren fysieke documenten. Zowel bij verantwoordelijke overheidsorganen als bij archiefdiensten.

Voor blijvend te bewaren fysieke documenten wordt in de Archiefregeling onderscheid gemaakt tussen basisdepots en plusdepots. In beide soorten archiefdepots gelden dezelfde klimaat-eisen. Voor tijdelijk te bewaren fysieke documenten stelt de Archiefregeling geen eisen aan de bewaaromstandigheden of het gebouw. Deze vallen daarom buiten scope van deze module. Desalniettemin is het gewenst dat gezorgd wordt voor goede opslagcondities voor het fysieke materiaal. Het moet immers gedurende de bewaartermijn duurzaam toegankelijk blijven. Dat er geen eisen gesteld worden aan de bewaaromstandigheden van dit materiaal heeft te maken met de verwachting dat de digitalisering bij de verantwoordelijk overheidsorganen zich zodanig ontwikkelt dat er steeds minder tijdelijk te bewaren fysieke documenten zullen zijn.

Voorts bedoelen we in deze module met 'fysieke documenten' analoge dragers zoals papier en perkament, evenals fotografische materialen. Kleurenprocédés, films en negatieven op dragers van cellulosenittraat en celluloseacetaat vallen hier niet onder omdat ze een ander klimaat voor langdurige bewaring vragen. Hetzelfde geldt voor magnetische dragers (geluidsband, videoband) en digitale dragers (sd-kaarten, usb-sticks).

Welke wettelijke eisen gelden voor het klimaat en de luchtcondities in archiefdepots?

De eisen voor archiefdepots zijn vastgelegd in de Archiefregeling. Daarin worden onder meer de bandbreedten weergegeven waarbinnen Temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV) zich mogen bewegen en de voorwaarden waaraan het klimaat in de archiefdepots moet voldoen. Dit maakt het mogelijk om zowel te zorgen voor optimaal behoud enerzijds als voor een meer energiezuinige, zo mogelijk passieve, klimaatbeheersing anderzijds.

Lees hier meer over de [wettelijke eisen voor het binnenklimaat](#).

Waarom is het klimaat van archiefdepots belangrijk?

Omdat we bepaalde fysieke documenten voor de eeuwigheid bewaren, is het belangrijk te zorgen voor een klimaat dat deze documenten in goede conditie houdt. Klimaatwisselingen mogen alleen langzaam, met de seizoenen mee, plaatsvinden. Daarmee wordt schade als gevolg van snelle rek en krimp voorkomen. Chemisch verval van archiefmaterialen gaat sneller bij een hogere temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV). Een hoge RV kan leiden tot schimmelvorming. Een lagere T en/of een lagere RV zijn, binnen zekere grenzen, juist bevorderlijk voor de levensduur van deze materialen. Daarom moeten T en RV binnen bepaalde grenswaarden vallen.

Lees hier meer over op de subpagina over het [belang van een goed klimaat](#).

Hoe kun je het klimaat in een archiefdepot beheersen?

Om aan de Archiefregeling 2009 te voldoen zijn veel archiefdepots uitgerust met klimaatinstallaties die vaak regelen op een vast setpoint. Dit kost veel energie en werkt bovendien kortdurende fluctuaties in de hand. De nieuwe Archiefregeling maakt het mogelijk om andere keuzes te maken, bijvoorbeeld de keuze voor een oplossing die energiezuiniger is. Dit onderdeel legt uit welke methoden er zijn om een juist klimaat te realiseren in een archiefdepot.

Lees hier meer over het [zorgen voor een goed klimaat](#).

Hoe kun je het klimaat in een archiefdepot meten?

Om te kunnen bepalen of het klimaat in het archiefdepot correct is, is het noodzakelijk dat dit op een betrouwbare en representatieve manier wordt gemeten. Dit houdt onder meer in dat voldoende sensoren op de juiste wijze geplaatst worden. Dit onderdeel verduidelijkt hoe dat gerealiseerd kan worden.

Lees hier meer over de [meting van het klimaat](#).

Hoe moet je het klimaat in een archiefdepot monitoren, registreren en evalueren?

Het klimaat in een archiefdepot moet niet alleen op een correcte manier worden gemeten, maar ook op een correcte manier worden gemonitord, geregistreerd en geëvalueerd. Op basis hiervan kan bepaald worden of het klimaat voldoet aan de gestelde wettelijke eisen of dat er bijvoorbeeld op korte of lange termijn maatregelen getroffen moeten worden. Tezamen vormt dit het klimaat-evaluatieprotocol. Dit onderdeel van de module legt uit hoe het monitoren, registreren en evalueren van het klimaat op een adequate manier gedaan kan worden.

Lees hier meer over de [monitoring, registratie en evaluatie van klimaat](#).

Waar vind ik nog meer informatie?

Wil je meer weten, raadpleeg dan deze pagina met [meer informatie](#).

Subpagina Wettelijke eisen voor binnenklimaat en luchtcondities

De Archiefregeling 2024 bevat een aantal eisen voor temperatuur (T), relatieve luchtvochtigheid (RV) en luchtfiltering. Deze eisen worden op deze pagina opgesomd en toegelicht. De Archiefregeling 2024 bevat geen eisen voor (re-)circulatievoud, het aandeel verse buitenlucht en chemische luchtzuivering. Deze pagina verduidelijkt waarom en beschrijft hoe dan wél om te gaan met verse buitenlucht en filters.

Eisen voor temperatuur en relatieve luchtvochtigheid

< Uitklapmenu > Jaargemiddelden

Temperatuur [°C]	Relatieve Luchtvochtigheid [%RV]
- Jaargemiddelde niet hoger dan 18 °C	- Jaargemiddelde niet hoger dan 50 %RV

De jaargemiddelde waarde is gelimiteerd. Deze mag voor de temperatuur maximaal 18 °C zijn, maar lager mag ook. De RV mag gemiddeld maximaal 50 % zijn, maar lager mag ook. Het jaargemiddelde wordt berekend door een volledig jaar aan meetgegevens te beschouwen; het maakt daarbij niet uit op welke datum het jaargemiddelde berekend wordt. Zie het [evaluatieprotocol](#) met een voorbeeld dataset waarin het jaargemiddelde beoordeeld is.

< Uitklapmenu > Kortdurende fluctuaties

Temperatuur [°C]	Relatieve Luchtvochtigheid [%]
- Korte fluctuaties niet groter dan 3 °C	- Korte fluctuaties niet groter dan 5 %RV

De korte termijn fluctuaties geven de bandbreedte rondom het maandgemiddelde aan waarbinnen het binnenklimaat zich vrij mag bewegen. Deze zijn toegestaan, omdat de impact van korte fluctuaties op fysieke documenten beperkt is: mits goed verpakt zullen alleen de buitenste randen en oppervlakken reageren op veranderingen van temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV). Dit biedt mogelijkheden voor alternatieve maatregelen, zoals passieve klimaatbeheersing. Wanneer binnen de bandbreedte wordt gebleven is dat goed; stabiel en dan deze bandbreedte kan en mag, maar is zeker geen streven op zich. Zie het [evaluatieprotocol](#) met een voorbeeld dataset waarin de korte termijnfluctuaties beoordeeld zijn.

< Uitklapmenu > Seizoensvariaties

Temperatuur [°C]	Relatieve Luchtvochtigheid [%]
- Seizoensvariaties toegestaan, maar niet sneller dan 5 °C per maand	- Seizoensvariaties toegestaan, maar niet sneller dan 5 %RV per maand

Het is toegestaan om de bandbreedte waarbinnen temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV) zich bewegen de seizoenen te laten volgen. Daarmee is het mogelijk om in de zomer een hogere T en RV toe te staan en in de winter een wat lagere. Dat meebewegen met de seizoenen mag echter niet te snel gaan: T en RV mogen met maximaal 5 °C en 5 %RV per maand veranderen en deze verandering moet geleidelijk verlopen. Deze strategie kan zorgen voor een energiebesparing, maar het hangt van de specifieke situatie af of dat daadwerkelijk zo is. Zie het [evaluatieprotocol](#) met een voorbeeld dataset waarin de seizoenvariaties beoordeeld zijn.

< Uitklapmenu > Uiterste grenzen van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid

Temperatuur [°C]	Relatieve Luchtvochtigheid [%RV]
- Minimum niet lager dan 13 °C	- Minimum niet lager dan 35 %RV
- Maximum niet hoger dan 22 °C	- Maximum niet hoger dan 60 %RV

Chemisch verval van archiefmaterialen gaat sneller bij een hogere temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV). Een lagere T en/of RV zijn, binnen zekere grenzen, juist bevorderlijk voor de levensduur van deze materialen. Te lage T en/of RV kan echter tot andere risico's leiden, waar een

RV hoger dan 60% kan leiden tot schimmel. Daarom mogen deze minima en maxima nooit overschreden worden. De bandbreedte en de seizoensaanpassingen daarvan moeten samen tussen deze genoemde uiterste grenzen blijven. Zie het [evaluatieprotocol](#) met een voorbeeld dataset waarin de uiterste grenzen beoordeeld zijn.

Eisen voor filtering op fijnstof en schimmelsporen

< Uitklapmenu > Filtering op fijnstof

Het luchtvolume in een archiefdepot wordt door middel van recirculatie en zuivering minimaal eenmaal per dag ontdaan van fijnstof en schimmelsporen.

Luchtzuivering met behulp van filters blijft verplicht, omdat op die manier stof en schimmelsporen zoveel mogelijk uit het archiefdepot geweerd worden. Daarom moet het luchtvolume in een archiefdepot door middel van recirculatie en zuivering minimaal eenmaal per dag ontdaan worden van fijnstof en schimmelsporen. Ook wordt hiermee fijnstof dat in de lucht komt door slijtage van ventilatoren en aanverwante componenten afgevangen. Concreet betekent deze eis dat alle deeltjes > 0,1 micrometer weggefilterd moeten worden met een efficiëntie van tenminste 99%.

Geen eisen voor ventilatie met buitenlucht

< Uitklapmenu > Recirculatie en verse buitenlucht

Geen eisen voor (re-)circulatievoud, het aandeel verse buitenlucht.

De hoeveelheid recirculatie en verse buitenlucht zijn in de Archiefregeling 2024 losgelaten. Hoewel een bepaalde hoeveelheid recirculatielucht nodig zal zijn om het klimaat goed te kunnen bijsturen en te filteren is het niet nodig om voor de aanwezigheid van personen te ventileren, dat wil zeggen buitenlucht in te laten. Een archiefruimte is immers geen werkruimte: personen zijn slechts korte tijd aanwezig. Bovendien is de omvang van de meeste archiefdepots zodanig dat er voldoende zuurstof in de lucht is om daar, met de verse lucht die binnenkomt door het openen van deuren, in te kunnen verblijven zonder negatief effect op de gezondheid.

In bestaande klimaatsystemen kan wellicht gevarieerd worden met de inname van buitenlucht om op een duurzamere manier het klimaat in de archiefdepots te reguleren. Reductie van de hoeveelheid buitenlucht betekent namelijk minder lucht die geconditioneerd moet worden op de gewenste T en RV. Een andere optie is om buitenlucht alleen te gebruiken op het moment dat dat wat betreft energieverbruik gunstig of wenselijk is: bijvoorbeeld droge buitenlucht gebruiken om de binnenlucht te ontvochtigen.

< Uitklapmenu > Chemische luchtzuivering

Geen eisen voor chemische luchtzuivering.

Chemische luchtzuivering op SO₂/NO_x/O₃ is niet meer verplicht. Het effect van chemische luchtzuivering op de levensduur van de fysieke documenten kan gelijk gesteld worden met 2 °C koeler bewaren.

Er zijn een paar situaties waarin het raadzaam is wel chemische luchtzuivering toe te passen:

- Wanneer het een uitdaging is om de temperatuur gemiddeld op 18 °C te houden en een lagere temperatuur nauwelijks haalbaar is;
- Wanneer gebruik gemaakt wordt van buitenlucht;

Subpagina Belang van het klimaat

Fysieke documenten zoals papier en perkament verouderen met het verstrijken van de tijd. Een goed geregeld klimaat zal dat proces maximaal vertragen. Een slecht geregeld klimaat kan het versnellen en in het ergste geval zelfs leiden tot onherroepelijke schade en verlies. De impact van een goed of slecht geregeld klimaat in een archiefdepot is merkbaar voor alle fysieke documenten die in dat depot bewaard worden.

In het algemeen kan gesteld worden dat een lagere temperatuur (T) gunstig is voor het behoud van fysieke documenten, ongeacht het materiaal. Ook voor ongedierte en schimmel is een koelere omgeving minder aantrekkelijk. Een hogere T daarentegen versnelt veroudering van fysieke documenten zoals papier en perkament, vandaar dat in de voorschriften van de Regeling een maximum T wordt aangegeven.

Een te hoge relatieve luchtvochtigheid (RV) (>60%) kan schimmelvorming en versnelde chemische degradatie tot gevolg hebben, zeker in combinatie met hogere T (>22 °C). Ook voor veel plaagdieren is een wat warmer en vochtiger klimaat een aantrekkelijke leefomgeving. Een te lage RV kan zorgen voor uitdrogen van materiaal. Vooral perkament is hier gevoelig voor: bij een RV onder de 35% kan perkament beschadigd raken door teveel krimp van de vezels.

Een groot temperatuurverschil tussen archiefdepot en (bijvoorbeeld) raadpleegruimte kan wel met zich meebrengen dat de overgang van de ene naar de andere ruimte een te grote klimaatschok met zich meebrengt, met condensvorming of ongewenste rek of krimp tot gevolg.

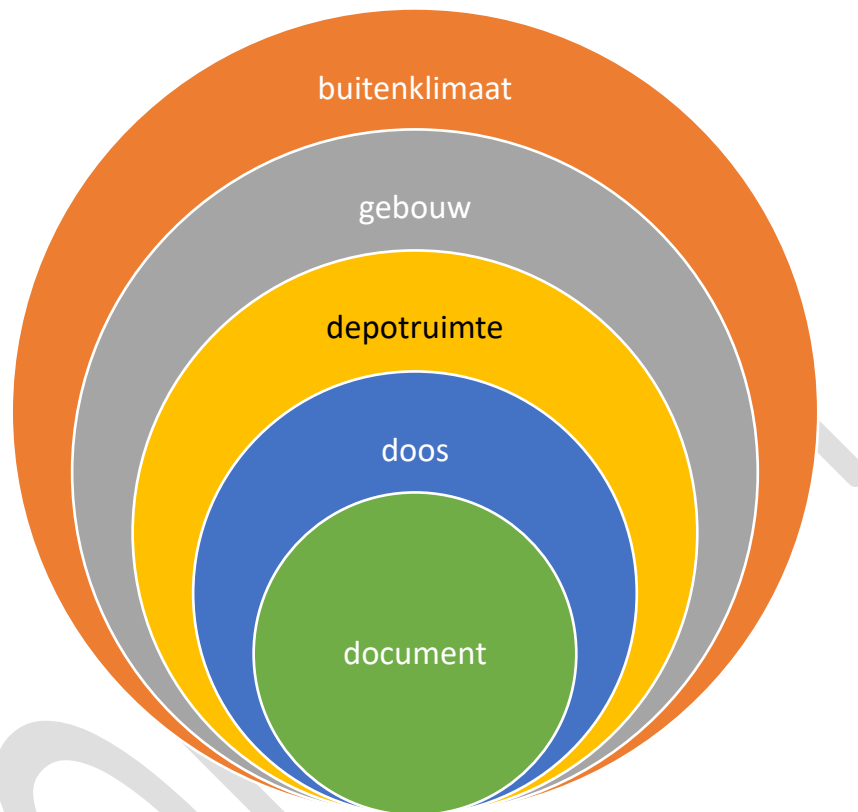
In de tabel hieronder worden de grootste risico's van te lage en te hoge waarden samengevat.

Factor	Risico
Temperatuur	Lager dan 13 °C: condensvorming op het stuk bij verplaatsen naar ander klimaat als er een verschil van tenminste 10 graden is. Hoger dan 22 °C: versnelde chemische degradatie
Relatieve luchtvochtigheid	Lager dan 35%: uitdroging of krimp van bepaalde materialen, waaronder perkament Hoger dan 60%: ontwikkeling van schimmel en versnelde chemische degradatie.

Subpagina Hoe zorg ik voor een goed klimaat?

Het Nederlandse buitenklimaat is instabiel, wat zich uit in plotselinge en grote schommelingen in zowel temperatuur (T) als relatieve luchtvochtigheid (RV). Dat is ongewenst voor archiefmateriaal. Het stabiliseren van het binnenklimaat bestaat dan ook zowel uit het vertragen als het inperken van deze schommelingen.

< Uitklapmenu > Gebruik lagen



Om invloeden van buitenaf te vertragen wordt gebruik gemaakt van een of meerdere lagen.

Op de eerste plaats is er een gebouw dat alles wat zich daarin bevindt beschermt tegen het buitenklimaat. Het klimaat in een gebouw zal altijd al stabiel zijn dan het klimaat daarbuiten, maar de soort bouwschil kan daar nog aan bijdragen. Hoe goed is deze bijvoorbeeld thermisch geïsoleerd? Is ze luchtdicht of juist open? Wordt waterdamp tegengehouden of doorgelaten? Worden temperatuur en vocht gebufferd door de bouwschil? De eisen aan de bouwschil worden in het [Bouwbesluit 2012](#) nader toegelicht. Daarnaast worden nog extra eisen aan constructie en brandveiligheid gesteld in de [Archiefregeling 2024 \[t.z.t link hierheen\]](#).

Vervolgens is ergens binnenin het gebouw een archiefdepot geplaatst. Afhankelijk van de locatie van dit depot kan gebruik worden gemaakt van de dempende werking van nog meer muren. Dat is vooral het geval als het archiefdepot geheel inpandig ligt, met rondom kantoren en/of gangen (een doos-in-doos constructie). Voor nieuw te bouwen gebouwen zijn diverse commerciële simulatietools beschikbaar, waarmee een bouwkundige kan voorspellen wat het beoogde gebouw voor effect heeft op het binnenklimaat en welke installatietechnische ingrepen dan nog nodig zijn. Daarbij moet rekening gehouden worden met het feit dat veel archiefmaterialen, zoals papier en perkament, reageren op het vocht in de omgeving. Het effect daarvan is zo groot, dat dit ook in het model moet worden ingevoerd. Een leeg depot zal zich namelijk totaal anders gedragen.

De verpakking van de archieven, in de vorm van een archiefdoos of een ladekast, draagt ook bij aan bescherming tegen het klimaat door demping en vertraging.

Tenslotte zijn de fysieke documenten zelf dus ook van invloed op het klimaat in het archiefdepot. Veelal gaat het om hygroscopische materialen: materiaal dat vocht opneemt en weer afstaat om in evenwicht te komen met het vocht in de lucht. Dat betekent ook dat papier een goede buffer is tegen plotselinge veranderingen in de RV.

< Uitklapmenu > Beperk verstoringen

Als een stabiele bewaaromgeving gecreëerd is, is het vervolgens belangrijk om verstoringen daarvan te voorkomen. Binnenin een gebouw kunnen dat warmtebronnen en vochtbronnen zijn.

Warmtebronnen zijn bijvoorbeeld servers en bepaalde soorten verlichting. Vermijd de aanwezigheid van warmtebronnen in een archiefdepot.

Vochtbronnen zijn een ander risico. Hemelwater en grondwater kunnen de vochtigheid van een archiefdepot beïnvloeden door lekkages maar ook door dampdoordringing. Denk daarom goed na over mogelijke wegen die het water kan volgen. Omdat op watervoerende leidingen, zoals een hemelwaterafvoer, condens kan ontstaan als het water dat er doorheen gaat erg koud is, zijn deze niet toegestaan in een archiefdepot.

Het toelaten van buitenlucht in een archiefdepot (ventileren) zorgt ervoor dat een verbinding wordt gelegd tussen binnen en buiten, dwars door de gebouwschil en eventuele binnenwanden heen. Het openen van deuren kan tot verstoring leiden omdat daarmee lucht binnenkomt die niet, of op een andere T en RV geconditioneerd is. Deuren dichthouden en bezoeken aan het archiefdepot zo kort en efficiënt mogelijk laten plaatsvinden (denk hierbij bijvoorbeeld ook aan rondleidingen) helpt om het klimaat stabiel te houden.

Ook mensen produceren warmte en waterdamp, waarmee zij het binnenklimaat beïnvloeden. Naast Arboretgeving is dit reden waarom een archiefdepot géén werkruimte is.

< Uitklapmenu > Gebruik eventueel een klimaatinstallatie, ...

Wanneer bouwkundige en procedurele maatregelen niet genoeg zijn om aan de gestelde klimaateisen te voldoen, kan met een klimaatinstallatie worden bijgestuurd. Ook daarbij kan gewerkt worden met lagen: de ruimte rondom het archiefdepot, het archiefdepot zelf en de directe ruimte om het archiefstuk heen. Door de gangen of ruimtes rondom het archiefdepot te klimatiseren, hoeft het archiefdepot zelf mogelijk minder geklimatiseerd te worden. Een verpakking zorgt voor een buffer tussen de lucht in het archiefdepot en de fysieke documenten in die verpakking.

< Uitklapmenu > ... zorg voor een goede regeling van die klimaatinstallatie...

Veel archiefdepots hebben een klimaatinstallatie die aangestuurd wordt door een gebouwbeheersysteem. Dit gebouwbeheersysteem omvat hardware en vooral software die op basis van enkele instelwaarden en metingen in de ruimte (en/of soms in luchtkanalen) bepaalt wat de klimaatinstallatie moet gaan doen. Vaak zijn de instelwaarden eenvoudig, met één enkele vaste waarde voor T en één vaste waarde voor RV. Deze waarden zijn bijvoorbeeld 18 °C en 50 %RV

Het toepassen van één enkele waarde heeft als nadeel dat vrijwel altijd gecorrigeerd moet worden; bij een afwijking vanaf deze waarde wordt actief teruggestuurd door de betreffende klimaatinstallatie. Waardoor veelvuldig afgewisseld wordt tussen verwarmen en koelen of tussen bevochtigen en ontvochtigen. Dat kost energie en is vaak onnodig voor het behoud van de archieven. Bovendien wordt dan géén gebruik worden gemaakt van de bufferende eigenschappen van gebouw, inrichting, verpakking en/of archiefmaterialen. Maak gebruik van de ruimte binnen de [Wettelijke eisen voor binnenklimaat en luchtcondities](#) door de instellingen van het klimaatsysteem beter in te regelen.

< Uitklapmenu > ... en zorg dat die goed beheerd wordt

Een goed werkende klimaatinstallatie staat of valt bij goed beheer ervan. Vaak gaat de aandacht vooral naar het signaleren van afwijkingen of storingen in het functioneren van (onderdelen van) de klimaatinstallatie, maar niet zozeer naar controle van het klimaat in het archiefdepot zelf. Het niet optimaal functioneren van een klimaatinstallatie kan zich uiten in een minder goed

gecontroleerde T en RV, maar ook in een hoger energiegebruik dan noodzakelijk. Het is belangrijk iemand binnen de instelling verantwoordelijk te maken voor de controle van het klimaat.

De technisch en/of functioneel beheerder kan met diegene meekijken om te zien of alles nog functioneert zoals het bedoeld is.

CONCEPT

Subpagina Hoe meet ik het klimaat?

Meten van temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV) nabij de fysieke documenten is nodig om vast te stellen welk binnenklimaat deze ervaren. Hieronder wordt een methode beschreven hoe dat te doen. Meten van het klimaat maakt [monitoren, evalueren en zo nodig bijsturen van dat klimaat](#) mogelijk.

< Uitklapmenu > Stel kwaliteitseisen aan meetapparatuur

Het is belangrijk dat de gebruikte meetapparatuur in staat is om gedurende een langere periode T en RV te meten. Op deze manier kunnen de ontwikkelingen in het binnenklimaat over een langere periode gevolgd en in kaart gebracht worden. In onderstaande tabel staat beschreven met welke nauwkeurigheid gemeten moet kunnen worden. Vervolgens is het nodig om de meetapparatuur regelmatig te controleren op functionaliteit en om deze volgens fabrieksvoorschriften te (laten) kalibreren om zeker te zijn van de juiste meetwaarden.

Temperatuur:	Relatieve Luchtvochtigheid:
Meetresolutie: 0,2 °C of nauwkeuriger	Meetresolutie: 0,5 %RV of nauwkeuriger
Meetnauwkeurigheid: 0,5 °C of nauwkeuriger	Meetnauwkeurigheid: 2,0 %RV of nauwkeuriger
Meetbereik: 10 tot 30 °C of ruimer	Meetbereik: 30 tot 65 %RV of ruimer

NB:

Meetresolutie = het kleinst mogelijke verschil tussen de afleeswaarden van een digitaal meetinstrument

Meetnauwkeurigheid = de accuraatheid van de meting, oftewel het verschil tussen de door het meetapparaat weergegeven waarde en de werkelijke waarde. Bijvoorbeeld: het is werkelijk 18 °C en niet de gemeten 18,2 °C)

Meetbereik = welke uiterste temperatuur of relatieve luchtvochtigheid het apparaat minimaal en maximaal kan meten met de vereiste meetnauwkeurigheid.

< Uitklapmenu > Kies representatieve meetlocaties

In het gebouw

In geen enkel gebouw zijn de omstandigheden in alle ruimten gelijk, dus ook niet in alle archiefdepots. Een depot onder de grond heeft met andere invloeden van buitenaf te maken dan een depot onder een dak waar de hele dag de zon op schijnt. Ook zijn verschillen tussen de windrichtingen merkbaar, veroorzaakt door bezonning van de buitenzijde en extra afkoeling door wind uit een bepaalde richting.

In het archiefdepot

De meetlocatie(s) moeten representatief zijn voor het klimaat **nabij** de fysieke documenten. Dat betekent dat een koude hoek of de lucht die ingeblazen wordt, niet hoeft te voldoen aan de eisen wanneer in de nabijheid géén collectie opgeslagen staat.

Om een goed beeld te krijgen van het klimaat nabij de documenten moet in de stellingen in het archiefdepot gemeten worden, op voldoende en representatieve locaties. Ga hierbij uit van een minimumaantal van drie sensoren. Om te bepalen waar deze sensoren geplaatst moeten worden kan met een handmeter onderzocht worden wat de waarden voor T en RV op verschillende plekken in het depot zijn. Denk hierbij aan:

- Onderin een stelling versus bovenin een stelling (warme en/of vochtige lucht stijgt op, maar ook het effect van inblazen en mengen van de klimaatinstallatie kan hiermee vastgesteld worden)
- In een stelling in de hoek van de archiefruimte, versus een stelling in het midden (dat kan iets zeggen over de luchtstroom in het depot en de invloed van buiten)
- In een stelling dichtbij een buitenwand versus een stelling ver weg van een buitenwand. (dat toont de invloed van de condities rondom het depot via de wanden)

- In een stelling dichtbij een inblaasrooster van de klimaatinstallatie versus een stelling ver weg van een inblaasrooster (ingezuigde lucht heeft vaak andere condities dan de uiteindelijk gemengde lucht, hoe goed de lucht gemengd is, is van belang voor de collecties)

Plaats vervolgens één sensor op de locatie met de hoogste waarde voor de RV, één op die met de laagste waarde en één op een locatie met een gemiddelde waarde voor de RV, steeds zo dicht mogelijk bij de collectie.

Bij archiefdepots met een geautomatiseerd klimaatbeheerssysteem zijn meestal al drie meters in de ruimte geplaatst: één bij de uitblaasopening, één in het midden van de ruimte en één bij de inname (retourrooster) van de lucht. Deze metingen geven een redelijk beeld van het klimaat in de ruimte, maar niet per sé van het klimaat nabij de fysieke documenten. Daarom moeten in dat geval minimaal twee meters extra nabij de collectie geplaatst worden.

< Uitklapmenu > Stel een meetplan op

Meetapparatuur en meetlocaties worden samengebracht in een meetplan. Dit meetplan bevat een overzichtstabel en een plattegrond van alle gebruikte sensoren en hun locaties. In het plan wordt ook onderbouwd waarom juist op deze manier gemeten wordt. Op subpagina [Hoe stel je een meetplan op](#) vind je een voorbeeld van een meetplan, met een downloadbaar format om voor de eigen situatie in te vullen.

Subpagina Hoe stel ik een meetplan op?

Een meetplan bevat een overzichtstabel van alle gebruikte sensoren en hun locaties, evenals een plattegrond. In het meetplan wordt ook geduid waarom juist op deze manier gemeten wordt.

Format meetplan

Je kunt hier een format meetplan downloaden en invullen. Het meetplan dient up-to-date gehouden te worden. Wanneer je werkt met een eigen nummering voor de sensoren is het aan te raden om ook het serienummer van elke sensor te noteren; dat maakt de gegevensanalyse achteraf eenvoudiger.

Voorbeeld meetplan

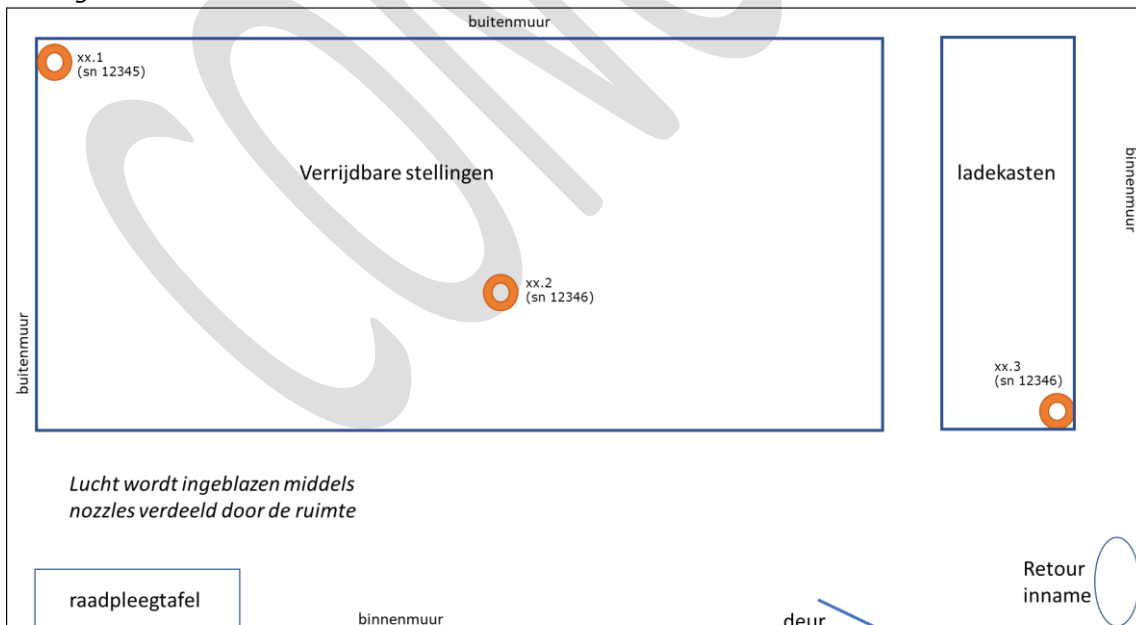
Overzichtstabel

Nummer sensor	Locatie sensor	Toelichting
xx.1 (sn 12345)	Depot/stelling/kast/plank	Nabij archiefdozen, midden in de ruimte, bovenin de stelling
xx.2 (sn 12346)	Depot/stelling/kast/plank	Nabij archiefdozen, dichtst bij de buitenmuur, onderin de stelling
xx.3 (sn 12347)	Depot/rij/ladekast	Op het ladeblok bij de binnenmuur en/of, indien aanwezig, bij de retourlucht inname

Toelichting

Op de plattegrond in figuur 1 zie je het archiefdepot waarin zich dozen met papier bevinden. Er wordt middenin de ruimte in een stelling gemeten, op de middelste plank (met nummer xx.2). Ook wordt gemeten in de buitenste stelling (met nummer xx.1) omdat deze zich het dichtst bij een buitenwand bevindt. Daarnaast omvat dit archiefdepot ook enkele afwijkende formaten die in een ladekast zijn geplaatst. Hiertoe wordt nabij deze ladekast eveneens het binnenklimaat gemeten (met nummer xx.3).

Plattegrond



Figuur 1: voorbeeld plattegrond, met in grote lijnen aangegeven waar de stellingen en ladekasten staan en waar de sensoren zich bevinden in de ruimte.

Subpagina Hoe monitor, registreer en evalueer ik het klimaat?

Monitoring is het planmatig verzamelen van meetgegevens. Metingen over een langere termijn geven een verhelderend beeld van hoe het binnenklimaat zich op diverse plaatsen gedraagt. Op basis hiervan kunnen verbeteringen worden doorgevoerd om enerzijds het binnenklimaat te stabiliseren en anderzijds om energie te besparen. Het meetplan (zie subpagina [Meting van klimaat](#)) bepaalt waarmee en waar de metingen verricht worden.

< Uitklapmenu > Hanteer een correct meetinterval met voldoende continuïteit

Voor een betrouwbare monitoring moet minimaal eens per uur gemeten worden, 24 uur per dag en 7 dagen per week. Daarom kan niet met handmeters gewerkt worden.

< Uitklapmenu > Kies een geschikte procedure

Twee mogelijkheden zijn:

- **Automatisch uitlezen van de gegevens**
Een volledig automatisch monitoringssysteem is het meest ideaal. De diverse meetapparaten in zo'n systeem versturen hun laatst gemeten gegevens direct naar een centrale ontvanger en/of naar een centrale database. De meeste ontvangers en databases ondersteunen slechts een zekere meetperiode, afhankelijk van de hoeveelheid geheugen of de gekochte licentie. Dat betekent dat in sommige gevallen toch regelmatig meetgegevens gedownload en opgeslagen zullen moeten worden om het klimaat over een langere periode te kunnen controleren.
Een klimaatbeheerssysteem biedt vaak monitoringsmogelijkheden en heeft het voordeel dat het een alarm geeft als er een ongewenste verstoring is in de installatie en/of in het gerealiseerde klimaat, waardoor direct ingegrepen kan worden indien nodig. Nadeel is dat de posities van deze sensoren zich meestal niet nabij de collectie bevinden. En dus dat aanvullende monitoring nodig is.
- **Handmatig uitlezen van de gegevens**
Bij handmatige monitoring worden de individuele meetapparaten stelselmatig aan een computer verbonden en/of via wifi uitgelezen, opnieuw gestart en teruggeplaatst. De verzamelde gegevens worden samengebracht met de eerder verzamelde meetgegevens, zodat een totaal van alle verzamelde waarden ontstaat. Een belangrijk nadeel is dat eventuele verstoringen pas achteraf geconstateerd worden en het dus een langere periode kan duren voordat er ingegrepen wordt.

< Uitklapmenu > Registreer: logboek en meetgegevens

Om de gemeten gegevens juist te kunnen interpreteren, wordt aangeraden een logboek bij te houden waarin bijzondere gebeurtenissen worden opgenomen, evenals de bijbehorende datum en tijd. Denk hierbij aan een avondopenstelling, een rondleiding, een storing aan de klimaatinstallatie of een grote schoonmaak.

Daarnaast worden alle meetgegevens dagelijks en per meetlocatie, dus per sensor, vastgelegd in tabelvorm met vermelding van minimum, maximum en gemiddelde van temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV).

Voorbeeldrapportage

LOGBOEK			
Datum	Gebeurtenis	Tijd	opmerkingen
22-12-2022	Rondleidingen (Lichtjesfeest)	17:00-23:00	Veel mensen in depot
13-1-2023	Vervangen stoomketel	8:00-12:00	
2-3-2023	Gesprongen leiding	6:42-8:15	Om 8 uur ontdekt, hoofdkraan dichtgedraaid

KLIMAATGEGEVENS

Datum	Minimum T	Gemiddelde T	Maximum T	Minimum RV	Gemiddelde RV	Maximum RV
23-8-2022						
24-8-2022						

Zorg dat deze rapportages duurzaam toegankelijk zijn. Denk onder meer aan het gebruik van een [voorkeursformaat](#) en aan het vastleggen van hun bewaartermijn in een selectielijst. Voor het kunnen volgen van het verloop van het klimaat moet deze informatie langdurig bewaard worden. De selectielijst van het Nationaal Archief voorziet voor de rapportages bijvoorbeeld een bewaartermijn van 40 jaar.

< Uitklapmenu > Ga correct om met data-uitval

Het kan voorkomen dat op een tijdstip geen meetwaarde geregistreerd wordt, terwijl dat wel de verwachting was. Het is belangrijk dat deze ontbrekende waarde in de meetgegevens niet als een 0 (nul) wordt opgeslagen (dat heeft een effect op het gemiddelde), maar dat deze waarde als zogenaamde NULL-waarde (lege waarde) wordt geregistreerd.

Per gemeten datapunt en/of meetlocatie mag niet meer dan 10 % van de meetwaarden ontbreken voor een betrouwbare analyse en uitwerking.

< Uitklapmenu > Pas een evaluatieprotocol toe ...

Het binnenklimaat wordt zowel dagelijks, maandelijks als jaarlijks en **per meetlocatie, dus per sensor**, bekeken en beoordeeld op:

- Of T en RV niet boven de maximale waarden komen;
- Of T en RV niet onder de minimale waarden komen;
- Of de jaargemiddelde waarde op of onder 18 °C en 50 %RV liggen;
- Of een eventuele seizoensaanpassing langzamer is geweest dan 5 °C / 5 %RV per maand, en
- Of de fluctuaties binnen de bandbreedte van 3 °C / 5 % RV blijven.

Zie voor een toelichting op deze situaties [Eisen voor temperatuur en relatieve luchtvochtigheid](#)

Voorbeeld van een evaluatieprotocol

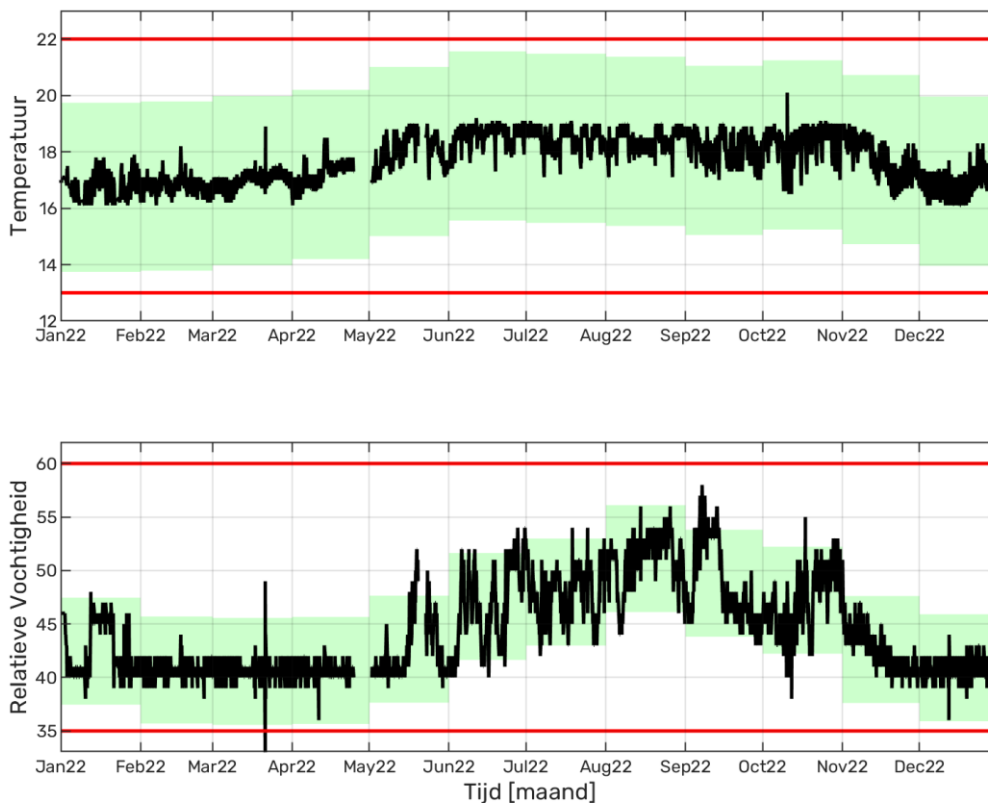
De onderstaande tabel is een vereenvoudigde weergave, met alleen de maandgegevens. De grafieken zijn gebaseerd op de dagelijkse gegevens. Onderaan in de tabel is ook de jaargemiddelde waarde aangegeven.

De twee grafieken tonen voorbeelddata van gemeten temperatuur en relatieve luchtvochtigheid over een periode van een heel jaar van één meetlocatie (zwarte lijnen). De uiterste grenzen zijn aangegeven met de rode lijnen (13 en 22 °C en 35 en 60 %RV). Per maand is het gemiddelde berekend (het maandgemiddelde, zie tabel) met daar omheen de toegestane korte fluctuaties zoals weergegeven in de grafieken middels de groene bandbreedtes. Het oranje gekleurde vakje in de tabel illustreert een waarde die buiten de eisen valt.

Tabel voor Archiefruimte X, positie Y

2022	Temperatuur [°C]			Relatieve Luchtvochtigheid [%]		
	Minimum	Gemiddeld	Maximum	Minimum	Gemiddeld	Maximum
Januari	16,1	16,7	17,9	38,0	42,5	48,0
Februari	16,1	16,8	18,2	38,0	40,7	44,0
Maart	16,2	17,0	18,9	32,0	40,6	49,0
April	16,1	17,2	18,5	36,0	40,7	43,0
Mei	16,9	18,0	19,0	39,0	42,6	52,0
Juni	17,3	18,6	19,2	40,0	46,6	54,0
Juli	17,1	18,5	19,1	42,0	48,0	54,0
Augustus	17,1	18,4	19,0	44,0	51,1	56,0
September	17,0	18,1	19,0	43,0	48,8	58,0
Oktober	16,5	18,2	20,1	38,0	47,2	55,0
November	16,3	17,7	19,0	39,0	42,6	51,0
December	16,1	17,0	18,4	36,0	40,9	48,0
GEHEEL JAAR	16,1	17,7	20,1	32,0	44,5	58,0

Grafieken voor Archiefruimte X, positie Y



< Uitklapmenu > ... en neem na een evaluatie zo nodig maatregelen

Als afwijkingen geconstateerd worden ten opzichte van de in de Archiefregeling geëiste waarden, dan kunnen op verschillende niveaus maatregelen getroffen worden. Een logische aanpak is om de verschillende factoren in deze volgorde te controleren:

- Eventueel aanwezige klimaatinstallatie:
 - Controleren of alle onderdelen naar behoren functioneren en daar eventueel maatregelen op treffen
- Monitoring:
 - Controleren / kalibreren van een meetapparaat
 - De instellingen van het klimaatsysteem voor deze ruimte aanpassen
- Gebruik en inrichting archiefdepot:

- Versturende invloeden minimaliseren door bijvoorbeeld deuren automatisch dicht te laten gaan, de aanwezigheid van mensen te minimaliseren en verlichting alleen aan te laten gaan als er daadwerkelijk iemand in het depot is
 - Verplaatsen van een stelling, bijvoorbeeld verder van een buitenwand af
- Collectie:
 - Verpakken van de collectie om een extra buffering te realiseren voor veranderingen in het klimaat
 - De gevoeligste documenten in de meest stabiele ruimte plaatsen
- Gebouw:
 - Onderzoeken of op gebouwniveau maatregelen te nemen zijn ter verbetering, zoals toename van capaciteit in de installaties, aanbrengen van zonwering, etc.

Wanneer maatregelen genomen worden, of gepland worden om te gaan nemen, dan moeten de overwegingen en uitvoering daarvan meegenomen worden in de rapportage. Bij de volgende rapportage kan hiernaar verwezen worden en kan worden beoordeeld of de resultaten verbeterd zijn.

CONCEPT

Subpagina Waar vind ik meer informatie?

Publicaties

Klimaatverklaring voor erfgoedorganisaties, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2022.

Link:

www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/duurzaamheid/documenten/publicaties/2022/01/01/klimaat-verklaring-voor-erfgoedorganisaties.

Ankersmit B., e.a., *Meten van het binnenklimaat: waarom, waar?*, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2010.

Link: www.cultureelerfgoed.nl/publicaties/publicaties/2010/01/01/meten-van-het-binnenklimaat-waarom-waar

Martens M., Climate risk assessment in museums: degradation risks determined from temperature and relative humidity data, Technische Universiteit Eindhoven, 2012.

Link: <https://pure.tue.nl/ws/files/3542048/729797.pdf>.

Martens M. en Schellen H., 'Climate risk assessment in museums', in: Smith J. A. e.a., *Postprints of the Munich climate conference 7 to 9 November 2012 Climate for Collections, Standards and Uncertainties*, Doerner Institut, 2013

Sebera DK. Isoperms. An environmental management tool.

[Isoperms: An Environmental Management Tool \(culturalheritage.org\)](http://isoperms.culturalheritage.org)

Strlič, M. e.a., 'Damage function for historic paper. Part III: Isochrones and demography of collections', in: *Heritage Science*, III (1)2015.

Link: <https://doi.org/10.1186/s40494-015-0069-7>

Strang T. en Grattan D., 'Temperature and humidity considerations for the preservation of organic collections—the isoperm revisited', in: *e-Preservation Science*, 6, 2009.

Tools

Het Image Permanence Institute biedt een tool waarmee een indruk gekregen kan worden van het effect van temperatuur en relatieve luchtvochtigheid op schimmelvorming.

Link: [Dew Point Calculator \(dpcalc.org\)](http://dewpointcalculator.dpcalc.org)