



Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed  
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en  
Wetenschap

# Klimaatbeheersing in monumentale kerken



Foto voorzijde: Interieur van de Evangelisch-Lutherse Kerk te Ede



1. Gecorrodeerde vloerverwarmingsbuis 2. Schimmelvorming aan een altaar 3. Schimmelvorming aan een kerkorgel 4. Beschadigd glas-in-lood

# Klimaatbeheersing in monumentale kerken

**Kerken zijn lastig te verwarmen. Dat geldt in het bijzonder voor monumentale kerken. De temperatuur waarbij de meeste bezoekers zich behaaglijk voelen, is vaak ongunstig voor het vochtgevoelige historische interieur, en de stookkosten lopen flink op. Het is de kunst een compromis te vinden in behaaglijkheid, behoud van het historisch erfgoed, en energiegebruik. Deze brochure belicht veelgebruikte verwarmingssystemen met hun voor- en nadelen en aanvullende maatregelen om te komen tot een optimale klimaatbeheersing.**

## Behaaglijk

Historische kerkgebouwen zijn met hun hoge gewelven, dikke muren en grote, hoge vensters vaak lastig te verwarmen. 's Winters is het binnenklimaat verre van behaaglijk, met koudeval onder de vensters, ongecontroleerde luchtstromen, lage temperaturen, een koude vloer en warmte die snel hoog in de gewelven verdwijnt. Het bestaande verwarmingssysteem is vaak niet tegen die omstandigheden opgewassen en de stookkosten lopen al gauw op. Bovendien heeft de temperatuur gevolgen voor de relatieve luchtvochtigheid in de kerk en daarmee voor de conditie van het cultuurhistorisch waardevolle interieur en de afwerking van de kerk.

## Behoud

Voor het behoud van het historische gebouw zelf, het interieur en een monumentaal kerkorgel is vooral de relatieve luchtvochtigheid van belang. Is het te vochtig in de kerk, dan kunnen vocht absorberende materialen als houten gewelven en onderdelen van het orgel zwellen. Bij droogte krimpen ze – tot scheurvorming aan toe. Een hoge luchtvochtigheid kan leiden tot corrosie en schimmelvorming. Omgekeerd kan een lage of sterk wisselende luchtvochtigheid ook zoutuitbloei veroorzaken en wandschilde-

### Monumentale kerkorgels

De ruim 1.200 Nederlandse monumentale kerkorgels, een unicum in de wereld, hebben regelmatig te lijden van een onjuiste relatieve luchtvochtigheid. Bij langdurig ongunstige klimatologische waarden en grote fluctuaties daarin, kan het instrument beschadigd raken. Bijvoorbeeld door scheuren en schimmelvorming in de verschillende soorten hout, het bros worden van leren balgen en corrosie van loden en tinnen pijpen. Verder kan snelle verhoging van de temperatuur ertoe leiden dat het orgel vals gaat klinken. Meer informatie staat in de RCE-brochure Klimaatbeheersing en kerkorgels.

ringen aantasten. De relatieve luchtvochtigheid is mede afhankelijk van de temperatuur.

Ingrepen om het binnenklimaat te verbeteren hebben bijna altijd een direct en esthetisch effect op het gebouw en interieur vanwege bouwkundige aanpassingen en zichtbare installaties (radiatoren, buizen, armaturen, roosters) in de kerk.

Vervolgschade aan orgel en gebouw, zoals scheuren, corrosie en schimmel, komen vaak pas na verloop van jaren aan het licht.



Aanzicht orgel in de Doopsgezinde Kerk in Balk



Gasgestookte infrarood-armaturen

### Temperatuurfluctuaties

Belangrijk voor het behoud is dat de relatieve vochtigheid in de kerk binnen een bepaalde bandbreedte blijft, waarbij langzame – vaak seizoensgebonden – grote fluctuaties schadelijker zijn dan snelle fluctuaties, door bijvoorbeeld tijdelijke verwarming. Als de cv-ketel 's winters enkele uren flink wordt opgestookt voor kerkdiensten, is dat bijvoorbeeld minder slecht voor kerk en interieur dan wanneer het gebouw bij twee à drie weken strenge vorst constant op een hoge temperatuur wordt gehouden. Aan de andere kant is het in massieve, grote kerken die meermaals per week gebruikt worden, energie-efficiënter om een basistemperatuur van 8-12 °C in te stellen, dan het gebouw alleen flink te verwarmen tijdens piekdagen.

Het gaat dus om een compromis tussen behaaglijkheid, behoud van het historisch erfgoed, en energiegebruik.

### Optimaliseren

De meeste kerken in Nederland hebben een verwarmingssysteem. Voldoet dat niet, dan is de eerste vraag of het de moeite loont het bestaande systeem te optimaliseren of dat er beter een nieuw systeem kan komen.

De installatie van een nieuwe verwarming brengt meestal hak- en breekwerk met zich mee en er worden nieuwe elementen aangebracht, waarbij de cultuurhistorische waarden van het gebouw en interieur in het geding zijn. Zo moet bij het aanleggen van vloerverwarming de hele vloer gelicht worden. Dat is een delicate en kostbare operatie als er zware grafzerken liggen. Voor een gasgestookte infraroodverwarming moeten vaak gaten geboord worden in het gewelf, vanwege de rookgasafvoer. Daarbij komen de armaturen vaak storend in het zicht te hangen en geven ze bij gebruik een rood/oranje gloed af.

### Thermostaat omlaag

Een eenvoudige manier om het energiegebruik te verlagen en de kans op schade aan kerk en interieur te beperken, is de luchttemperatuur aanpassen en zo de relatieve luchtvochtigheid beïnvloeden. Stel je de gebruikstemperatuur gedurende het stookseizoen bijvoorbeeld 1°C lager in, dan daalt de relatieve luchtvochtigheid al zo'n 3% minder ver. Dat kan wel betekenen dat het minder behaaglijk aanvoelt in de kerk. Het is zaak een compromis te vinden tussen behoud, comfort en energiegebruik. In de praktijk betekent dit op zoek gaan naar een verantwoorde ondergrens qua temperatuurinstelling. Deze ondergrens kan variëren, al naar gelang het type activiteit (bijvoorbeeld concert waarbij personen stil zitten of boekenbeurs waarbij personen rondlopen).

Bij iedere poging om het binnenklimaat te verbeteren, is het daarom belangrijk te kijken of binnen het *bestaande* installatietechnisch ontwerp nog mogelijkheden zijn voor optimalisatie. De keuze voor een *ander type* verwarmingssysteem is vaak niet aan de orde – ook uit kostenoverwegingen, tenzij de restauratie van de kerk of onderdelen daarvan hiervoor voldoende ruimte biedt. Soms zijn hoge stookkosten en de wens voor een energiezuiniger en schoon systeem aanleiding om het oude systeem toch te vervangen. Verwarmingsketels in kerken kunnen lang meegaan – soms tot wel 40 jaar – maar om economische redenen kan het verstandig zijn het eerder te vervangen. Wijzigingen aan de verwarmingsinstallatie – om welke reden dan ook – kunnen (vergaande) gevolgen voor de warmte- en vochthuishouding hebben.



CV-ketels in een kerk



Thermostaat, gemonteerd aan een kolom, achter een speaker

## Verwarmingssystemen

Een juiste systeemkeuze, een efficiënt ontwerp en een goed door-dachte regeling zijn alle drie van groot belang om de toekomstige gebruikskosten in de hand te houden, genoeg thermisch comfort te bieden én aantasting van het monumentale karakter zo veel mogelijk te beperken.

Het meest gebruikt in Nederlandse kerken zijn *luchtverwarmingssystemen*. Deze beïnvloeden de luchttemperatuur. Daarnaast onderscheiden we *stralingsystemen*: vloerverwarming, radiatoren en infrarood-armaturen. Deze systemen beïnvloeden de stralings-temperatuur. Hoe werken ze en wat zijn de plus- en minpunten qua efficiëntie (verwarming, energie, kosten), thermisch comfort en behoud/conservering?

### Luchtverwarming

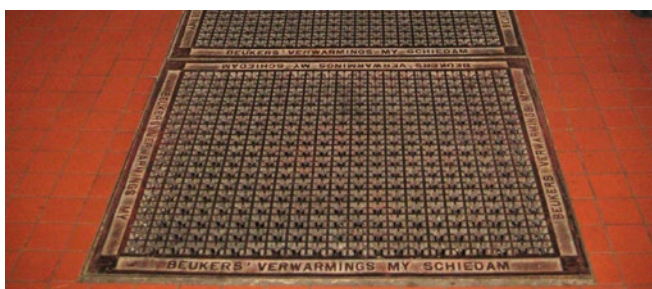
Bij dit systeem wordt lucht uit de kerkruimte gezogen en door een warmtewisselaar verwarmd. De verwarmde lucht wordt vervolgens met een ventilator via één of meer roosters de kerkruimte ingeblazen. Het meest gebruikt is *centrale* luchtverwarming met één of enkele luchtinblaasroosters in wand of vloer en vaak één afzuigrooster. Bij de veel minder toegepaste *decentrale* luchtverwarming zijn er meerdere inblaaspunten en wordt de lucht



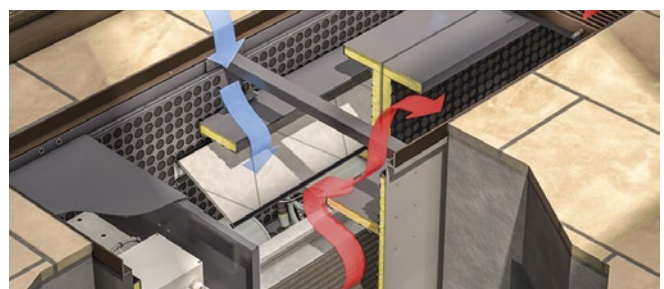
Inblaasrooster van luchtverwarming

verplaatst via vloerkanalen of lokaal opgewarmd via convectoren, gevoed met cv-water.

|  | Pluspunten   | Minpunten  |
|--|--|--|
| <b>Efficiëntie/<br/>energiegebruik</b> | + snelle verwarming, efficiënt energiegebruik<br>+ regeling: heeft snel effect<br>+ bij goede plaatsing van roosters redelijk uniforme luchttemperatuur in de hele ruimte<br>+ ventilatie: toevoer buitenlucht mogelijk<br>+ centraal systeem: neemt geen ruimte in de kerk in | - decentraal systeem: luchtkanalen onder de vloer nemen veel ruimte in; montage en isolatie is vaak duur<br>- de hele ruimte wordt verwarmd, het meeste warmteverlies bovenin kerk<br>- kans op tocht en stofcirculatie<br>- kans op geluidsoverlast                     |
| <b>Thermisch<br/>comfort</b>           |  | - wordt in de kerk geen of een zeer lage basistemperatuur gehandhaafd, dan voelen vloer, muren en banken koud aan en warmt het menselijk lichaam asymmetrisch op<br>- in de buurt van inblaasroosters een gevoel van tocht<br>- koudeval onder niet-geïsoleerde vensters |
| <b>Behoud</b>                          | + via hetzelfde systeem zijn ook bevochtiging, ontvochtiging en luchtfiltering mogelijk  | - risico van te grote temperatuurschommelingen en te snelle verlaging van de luchtvochtigheid<br>- risico van beschadiging ondergronds archief door het ingraven van luchtkanalen  |



Afzuigrooster in een vloer



Werking vloerventilator (fa. Kampmann)



Radiatoren onder een kerkraam

## Stralingsverwarming

In kerken is stralingsverwarming onder te verdelen in radiatorverwarming, vloerverwarming, elektrische en gasgestookte stralingsarmaturen.

|                                   |   |  |
|-----------------------------------|---|--|
| <b>Radiatorverwarming</b>         | Vanuit een gas- of oliegestookte cv-ketel gaat verwarmd water via leidingen naar plaatradiatoren in de kerk.  |  |
|                                   | <b>Pluspunten</b>   | <b>Minpunten</b>   |
| <b>Efficiëntie/energiegebruik</b> | + relatief eenvoudig te installeren<br>+ beperkte aanschaf/aanlegkosten<br>+ radiatoren met convectieribben zijn effectief onder vensters en koude wanden om stralingstemperatuur te verhogen en koudeval te beperken | - alleen geschikt voor relatief kleine kerken (minder dan 200 zitplaatsen)<br>- in grote ruimten aanzienlijke opwarmingstijd |
| <b>Thermisch comfort</b>          | + in relatief kleine kerken (minder dan 200 zitplaatsen) geeft de straling van de radiatoren extra comfort<br>+ koudeval onder vensters is op te vangen door radiatoren met convectieribben                           |  |
| <b>Behoud</b>                     | + weinig boren en breken in muren en vloeren  | - visuele impact op monumentale interieur (alternatief: plinradiator of wandconvector)                                       |

|                                   |  |   |
|-----------------------------------|--|---|
| <b>Vloerverwarming</b>            | Vanuit een gas- of oliegestookte cv-ketel gaat verwarmd water naar een dicht stelsel van leidingen onder de vloer in de kerk.  |   |
|                                   | <b>Pluspunten</b>  | <b>Minpunten</b>  |
| <b>Efficiëntie/energiegebruik</b> | + effectieve verhoging van de gemiddelde stralingstemperatuur, waardoor de luchttemperatuur minder hoog gestookt hoeft te worden<br>+ als laagtemperatuurverwarming goed te combineren met duurzame energieopwekking | - bij ouder systeem is de onderzijde van de buizen vaak niet of slecht geïsoleerd, ze liggen diep of in een dik vloerpakket, met als gevolg trage opwarming en veel warmteverlies<br>- hoge bouwkundige kosten  |
| <b>Thermisch comfort</b>          | + warme voeten zorgen eerder voor behaaglijk gevoel dan een warm hoofd   | - bij te hoge vloertemperatuur of slechts gedeeltelijke vloerverwarming kunnen ongewenste luchtstromen ontstaan   |
| <b>Behoud</b>                     | + valt niet op in de ruimte en tast visuele beleving niet aan<br>+ lichte opwarming vermindert condensatie aan de constructie  | - vergt openbreken historische, monumentale vloeren<br>- risico van beschadiging ondergronds archief door aanleg buizenstelsel<br>- stof- en vuilafzetting op wanden en gewelven<br>- op plekken waar geen vloerverwarming ligt, bestaat versneld risico van vocht- en zoutschade (binnen/buitenwanden, zuilen, altaar) |



Elektrische bankverwarming



Elektrische voetverwarming

|                                   |  |  |
|-----------------------------------|--|--|
| <b>Infrarood-armaturen</b>        | Bij een elektrische infrarood-armatuur wordt een metalen, steenachtige of wolfram gloeidraad verhit in een glazen buis die gevuld is met halogeengas. Bij een gasgestookte armatuur wordt een mengsel van lucht en aardgas verbrand in een keramisch materiaal, die daardoor gaat gloeien. |  |
|                                   | <b>Pluspunten</b>  | <b>Minpunten</b>   |
| <b>Efficiëntie/energiegebruik</b> | + levert warmte daar waar nodig, dus energie-efficiënt<br>+ korte opwarmtijd<br>+ in delen in te schakelen, flexibel systeem<br>+ lage aanschaf/installatiekosten  | - elektrisch systeem: vaak verzwarend van elektrische installatie nodig  |
| <b>Thermisch comfort</b>          | + relatief hoog comfortniveau  | - kan leiden tot warm hoofd en koude voeten<br>- lichaamsdelen buiten bereik van de stralers kunnen koud aanvoelen<br>- door koude vlakken buiten stralingszone kunnen ongewenste luchtstromen ontstaan<br>- bij vorst en windaanval op de buitengevel blijft het in de kerk fris  |
| <b>Behoud</b>                     | + heeft minder invloed op de temperatuur in de hele kerk en daarmee de relatieve vochtigheid<br>+ weinig boren en breken in muren en vloeren (vooral elektrische armaturen)<br>+ langgolvige elektrische armaturen geven geen licht af, maar zijn minder efficiënt                         | - bij gasgestookt systeem is boren voor aanleg rookgasafvoer in gewelf meestal nodig<br>- bij directe aanstraling van interieur delen kunnen die sterk en snel opwarmen en schade oplopen<br>- visuele impact door oranje/rode gloed<br>- verstoorde beleving mogelijk: kans op tikkend geluid bij uitzetten/krimpen metalen behuizing |

|                                   |   |  |
|-----------------------------------|---|--|
| <b>Lokale verwarming</b>          | Lokale verwarming bestaat meestal uit bankverwarming (elektrische infraroodstralers en elektrisch verwarmde kussens) of voetverwarming (cv-buis of elektrisch verwarmde plaat of combinatie). |  |
|                                   | <b>Pluspunten</b>   | <b>Minpunten</b>   |
| <b>Efficiëntie/energiegebruik</b> | + geeft warmte lokaal direct af aan mensen, dus energie-efficiënt   |  |
| <b>Thermisch comfort</b>          | + bankverwarming: compenseert relatief lage stralingstemperatuur van vensters/wanden en lage luchttemperatuur   | - voetverwarming: biedt alleen in combinatie met andere systemen voldoende comfort<br>- bankverwarming: kan leiden tot tocht aan benen en voeten, werk het beste als banken gesloten zijn met deurtjes |
| <b>Behoud</b>                     | + heeft minder invloed op de temperatuur in de hele kerk en daarmee de relatieve vochtigheid  | - de temperatuur in de banken is hoger en de relatieve luchtvochtigheid lager waardoor het hout van de banken eventueel  |



## Combineren

Voor voldoende capaciteit en een juiste verdeling van de warmte worden vaak twee of meer systemen gebruikt om een kerkgebouw te verwarmen. Een veel voorkomende combinatie is vloerverwarming met luchtverwarming. De eerste verhoogt de gemiddelde stralingstemperatuur op de plekken waar kerkgangers zich bevinden effectief, terwijl de luchtverwarming tijdens erediensten en andere activiteiten relatief snel kan zorgen voor een behaaglijke luchttemperatuur in de kerk. Ook andere combinaties zijn mogelijk, zoals vloerverwarming en infrarood-armaturen. Wat voor een specifieke kerk optimaal is, hangt onder meer af van de afmetingen, de bouwfysische eigenschappen en het gebruik.

### Regeltechniek

Kerkzalen worden vaak onregelmatig gebruikt. Sommige alleen voor de zondagse eredienst, andere ook voor nevenactiviteiten zoals concerten en tentoonstellingen. Bij kerken die een nieuwe bestemming hebben gekregen, kan dit nog meer variëren. Dat maakt het regelen van de temperatuur niet eenvoudig. In veel kerken in Nederland wordt bijvoorbeeld een hoge basistemperatuur gehandhaafd, omdat dit goed zou zijn voor het orgel. Maar

het snel opwarmen van de kerkzaal is in de meeste gevallen eigenlijk niet zo schadelijk voor een orgel als altijd gedacht is én het kost vaak minder energie. Een langdurig hogere temperatuur kan zelfs sneller zorgen voor beschadiging van het orgel, omdat de relatieve luchtvochtigheid langdurig laag kan zijn.

Een doordachte regeling en een gebruiksvriendelijk systeem zijn dus essentieel om de verwarmingsinstallatie optimaal te kunnen gebruiken. Daarvoor wordt steeds vaker een gebouwbeheersysteem (GBS) ingezet. Dat regelt niet alleen de verwarmingsinstallatie, maar alarmeert ook bij storingen en biedt de mogelijkheid om op afstand (via internet) kloktijden aan te passen en storingen te verhelpen. Daarbij kan een GBS voortdurend informatie leveren over de luchttemperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de kerkzaal, het buitenklimaat, CO<sub>2</sub>-concentratie, cv-watertemperaturen en inblaastemperaturen.

Door de jaren heen kan zo een gegevensbestand opgebouwd worden van het binnenklimaat en van de aansturing van de installatie. Op basis daarvan kan het systeem verder geoptimaliseerd worden.



Bedieningspaneel van een gebouwbeheersysteem

## Andere maatregelen

### Bevochtigen

Als de relatieve vochtigheid tijdens het stookseizoen langdurig onder een bepaalde waarde daalt, is dat op te vangen met een bevochtigingssysteem. Luchtbevochtiging dient beschouwd te worden als een laatste redmiddel wanneer de temperatuurinstelling en -regeling al zijn geoptimaliseerd. Daarbij kan de lucht in de hele kerkruimte bevochtigd worden of alleen plaatselijk – bijvoorbeeld door plaatsing van één of meer bevochtigers in het orgel. Bij een onjuist beheer kan veel schade veroorzaakt worden. Voorbeelden zijn lekkage in het orgel of overmatige bevochtiging, die leidt tot schimmelgroei.



Luchtbevochtiger met vaste wateraansluiting en een luchtbevochtiger in een orgel

### Ontvochtigen

Een ontvochtigingssysteem kan ervoor zorgen dat de relatieve vochtigheid in het kerkgebouw in een periode dat er nauwelijks gestookt wordt (de zomer en eventueel ook lente en herfst) niet te sterk oploopt.



Absorptiedroger / condensatiedroger

Dit is te bewerkstelligen door regelmatig te ventileren met buitenlucht (zie 'Ventileren'), maar ook door een hygrostaat te installeren die de verwarming activeert als de luchtvochtigheid een bepaalde grens overschrijdt.

Een andere methode is actief water aan de lucht onttrekken middels mechanische ontvochtiging. Er zijn globaal twee systemen. Bij een *absorptiedroger* wordt de lucht door een keramisch wiel geblazen, dat is geïmpregneerd met silicagel. Bij een *condensatiedroger* wordt lucht langs een koelelement geblazen. De waterdamp in de lucht condenseert en wordt opgevangen in een reservoir of direct afgevoerd naar het riool.

### Ventileren

Het ventileren van een kerkgebouw bevordert het thermisch comfort (luchtkwaliteit) en kan ook goed zijn voor het gebouw zelf – vooral bij kerken die niet meer in gebruik zijn en niet verwarmd worden. Wanneer de relatieve luchtvochtigheid binnen te hoog is en de lucht buiten minder waterdamp bevat dan binnenin de kerk, kan lucht van buiten naar binnen worden gebracht. Door klappamen met servomotoren aan te brengen, kan er via een computergestuurde regeling automatisch geventileerd worden als de buitenconditie daarvoor geschikt is.



Gasabsorptie warmtepomp

### Warmte- en energiewinning

Het is ook mogelijk warmte te onttrekken aan de buitenlucht of de bodem, en deze af te geven aan de kerk, middels een *warmtepomp*. Zo'n systeem is vooral rendabel bij langdurig gebruik, bijvoorbeeld voor een permanent gestookte vloerwarming. Tot slot kunnen *zonnepanelen* interessant zijn als er voldoende dakoppervlak beschikbaar is met een min of meer zuidelijke oriëntatie en een hellingshoek van zo'n 30%. Heeft de kerk een rijksmonumentale status, dan mogen de panelen niet in het zicht komen. Meer informatie staat in de RCE-brochure Zonne-energieplannen en monumenten.

# Aan de slag: een stappenplan

In de praktijk blijkt het goed mogelijk het binnenklimaat van een monumentale kerk in een aantal stappen te optimaliseren – met het oog op energiekosten, efficiëntie, thermisch comfort én behoud van het waardevolle historische interieur.

## Stap 1: inventariseren van de wensen en problemen

De insteek kan variëren. Misschien bestaat de wens het thermisch comfort te verhogen, bijvoorbeeld omdat de kerk gaandeweg voor meer doeleinden gebruikt wordt. Of het is hard nodig de stookkosten in te perken. Ook kan er ernstige schade aan het waardevolle interieur vastgesteld zijn, die mogelijk samenhangt met het binnenklimaat. Het is in alle gevallen belangrijk te bepalen in welke mate de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid verbeterd moeten worden.

## Stap 2: vastleggen temperatuur en relatieve vochtigheid in de kerk

Om de juiste maatregelen te kunnen treffen, zijn gerichte metingen noodzakelijk. Hierbij dient primair gemeten te worden in het orgel, in het verblijfsgebied en in inblaaskanaal (bij luchtverwarming). Lees hiervoor ook de RCE-brochure *Meten van het binnenklimaat*. Waarom, waar? Mogelijk zijn er al gegevens beschikbaar via het gebouwbeheersysteem.

## Stap 3: data-analyse

Het beoordelen van de meetgegevens is niet eenvoudig. Schakel hiervoor de hulp in van een specialist. Afhankelijk van de vraag is dat bijvoorbeeld iemand die het effect van het binnenklimaat op het kostbare interieur goed kan inschatten, of een specialist op het gebied van thermisch comfort (bouwfysicus).

## Stap 4: aanpassen bestaande regeling of nieuw regelsysteem

Wanneer uit de analyse van de meetresultaten en toetsing aan het programma van eisen of algemene richtlijnen voor kerkverwarming blijkt dat het binnenklimaat niet voldoet, is de volgende stap het *aanpassen* van de regeling voor de verwarming of het *vernieuwen* van de regeling. Een regeltechnicus kan hiervoor een voorstel schrijven. Kies iemand die ervaring heeft met monumentale kerkgebouwen.

## Stap 5: aanpassen of vervangen verwarmingssysteem

Soms kan de bestaande verwarmingsketel niet communiceren met de nieuwe regeling, of is de economische of technische levensduur van de ketel verstreken. In dat geval moet ook deze vervangen worden, en in het uiterste geval het hele verwarmingssysteem. Die mogelijkheid dient zich vaak alleen aan bij een restauratie of herbestemming van een kerk. Schakel hiervoor een installatietechnisch adviseur in. Hij kan verschillende mogelijkheden voor de betreffende kerk op een rij zetten, met de voor- en nadelen en een kostenindicatie voor de specifieke situatie.

## Stap 6: aanbrengen van bevochtiging

Het aanbrengen van een bevochtigingsinstallatie is pas aan de orde wanneer het verwarmingssysteem is geoptimaliseerd en de relatieve luchtvochtigheid nog steeds niet afdoende beheerst kan worden. Het is een laatste redmiddel en alleen bestemd om de meest extreme lage relatieve luchtvochtigheid te voorkomen. Bouwfysisch onderzoek is nodig om de risico's in kaart te brengen. Schakel ook hiervoor de specialist uit stap 5 in.

## Colofon

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed

Smallepad 5 | 3811 MG Amersfoort

Postbus 1600 | 3800 BP Amersfoort

[www.cultureelerfgoed.nl](http://www.cultureelerfgoed.nl)

Tekst: Marc Stappers (RCE), Edgar Neuhaus (Ingenieursbureau PHYSITEC)

Hebt u vragen? Uitgebreidere documentatie is op aanvraag beschikbaar via 033 – 421 7 456

of via mail: [info@cultureelerfgoed.nl](mailto:info@cultureelerfgoed.nl).

Aan deze uitgave kunnen geen rechten worden ontleend.  
September 2016



Bij klimaatbeheersing in monumentale kerken is het de kunst om een compromis te vinden in behaaglijkheid, behoud van het historisch erfgoed en energiegebruik. Deze brochure belicht veelgebruikte verwarmingssystemen met hun voor- en nadelen en aanvullende maatregelen om te komen tot een optimale klimaatbeheersing.

Met kennis en advies geeft de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed de toekomst een verleden.