

DOWNLOAD 1: Klimaatbeheersing



Uitleg over de verschillende soorten installaties voor klimaatbeheersing

In het algemeen bestaat de klimaatregeling in een kerkgebouw uit een installatie waarmee het gebouw verwarmd, gekoeld en/of geventileerd wordt.

Mogelijke installaties zijn:

1. Luchtverwarming (hoog- of laagtemperatuur, direct of indirect gestookt)
2. Radiatoren en/of convectoren (hoog of laagtemperatuur)
3. Vloerverwarming (aangestuurd door warmtepompen, HR ketels of electra)
4. Infraroodverwarming
5. Lokale verwarming
6. Combinaties van bovengenoemde systemen

1. Luchtverwarming

Luchtverwarming is een veel toegepaste verwarmingsmethode voor kerkgebouwen. Een luchtverwarmingssysteem maakt gebruik van een warmtewisselaar waar warmte wordt overgedragen aan de lucht en een ventilator de warmte de zaal inbrengt. Bij direct gestookte verwarmingssystemen wordt lucht door verbranding van op dit moment gas of olie via lucht door vlampijpen verwarmd. Indirecte luchtverwarmingssystemen maken gebruik van water dat verwarmd wordt door verbranding van gas of olie of via een water-water- of een lucht-water-warmtepomp. Het water stroomt door verwarmingsbuizen, als bij een autoradiator, waar lucht langs geblazen wordt.

Doorgaans maken luchtverwarmingssystemen gebruik van een, twee of meerdere luchtinlaten in de muur of vloer kort op de warmtewisselaar en een of twee uitlaten eveneens in de vloer, bij voorkeur niet te dicht bij de inlaten. Bij meer uitgebreidere systemen wordt de lucht door middel van luchtkanalen beter verdeeld door het kerkgebouw. Hierdoor wordt een snellere opwarming met een goede verdeling van de warme lucht bewerkstelligd, zonder dat er te veel tocht of laagvorming optreedt.

Wanneer lucht wordt verwarmd in een systeem zonder dat bevochtiging plaatsvindt, zal de relatieve luchtvochtigheid (rv) in een kerkgebouw lager worden. Tijdens winterse omstandigheden kan de absolute luchtvochtigheid in een kerkgebouw erg laag zijn. Wanneer deze lucht verwarmd wordt door het luchtverwarmingssysteem, daalt de relatieve luchtvochtigheid gemakkelijk tot waarden onder de 45% wat gevaarlijk is voor monumentale orgels en andere interieuronderdelen. Dit dient voorkomen te worden. Het is dus altijd verstandig om op de besturing van een luchtverwarmer, trouwens ook op andere

verwarmingsoorten, één of beter meerdere begrenzende temperatuur/rv-meters te plaatsen. Ondergrens rv bij ongeveer 45% en bovengrens bij ongeveer 75%.

Voordelen luchtverwarming

- Energieverbruik; luchtverwarming is een snelle manier van opwarmen
- Regelbaar; luchtverwarming reageert direct en is goed schakelbaar
- Behoud; de vochtigheidsgraad (rv) is te regelen door vocht toe te voegen of te verwijderen.
- Stof; door middel van filters in de kanalen kunnen stofdeeltjes uit de lucht verwijderd worden
- Ventilatie; het is eenvoudig om luchtverwarming met ventilatie (buitenlucht) te combineren
- Algemeen; weinig tot geen ruimtegebruik in te verwarmen ruimte

Nadelen luchtverwarming

- Energieverbruik; luchtverwarming verwarmt bij snelle opwarming de gehele kerk, dan is dit niet de meest efficiënte manier van verwarmen
- Bij snel opwarmen van de lucht en dus de kerkzaal kan schade ontstaan door een te lage vochtigheidsgraad. Luchtverwarmingssystemen moeten derhalve getemperd worden.
- Door snel verwarmen en de vele koude vlakken kan snel een föhn ontstaan en treedt versnelde verontreiniging van muur- en plafondvlakken op

Enkele algemene punten om een gelijkmatige en comfortabele temperatuur in een door een (lucht)verwarming verwarmde ruimte te krijgen, zijn:

- De inblaasttemperatuur van een hete lucht-verwarmer moet bij opwarmen ongeveer 25 graden hoger zijn dan de ruimtetemperatuur.
- De inblaassnelheid bij voorkeur 1 meter per seconde en max. 2 meter per seconde.
- De temperatuur van de zaal met max. 2 graden per uur laten stijgen. Liever 1 graad per uur.
- De minimale temperatuur voor een kerkzaal, die maar enige uren per week gebruikt wordt, is 8 à 10 graden. Bij frequent gebruik kan dit naar boven toe bijgesteld worden. Ook bij aanwezigheid van een orgel geldt deze minimale temperatuur.
- De maximale temperatuur van een kerkzaal dient tussen de 16 en 18 graden te worden ingesteld. Bij concerten kan deze naar 21 tot 23 graden worden verhoogd. Elke graad lager stoken levert in een jaar ongeveer een 7% lager verbruik op.
- Bij de berekening voor een verwarming dient uitgegaan te worden van een buitentemperatuur van -5 graden.
- De relatieve vochtigheid (rv) in de ruimte mag niet lang onder de 45% en boven de 75%

komen. Dit kan onder meer gecontroleerd en geregeld worden door een op de besturing aangesloten vochtigheidsmeter in het retourkanaal en daarnaast een temp/rv meter in orgel en kerkruimte. Deze moeten de verwarming bij onderwaarde uitschakelen en bij een overwaarde aanschakelen.

- Als ventilatievoud van een kerkruimte kan bij het berekenen beter een 0,5 dan 2 worden aangehouden.
- Het geluidsniveau mag op 3 meter van de roosters niet hoger zijn dan 35 dBA. Er dient gekeken te worden of de inblaas en retour op de goede plaats zitten.
- Veelal kan enkel door het vervangen van de vlampijpen of brander (kleinere) een installatie weer functioneren als nieuw. Dit kost een fractie van een nieuwe ketel. Een installateur (leverancier) adviseert altijd een nieuwe ketel met vaak als reden de garantie of het niet meer kunnen leveren van onderdelen. Een nieuwe ketel zorgt veelal door gewijzigde regelgeving, tevens voor het moeten aanpassen van de ketel-opstelruimte of zelfs een volledig nieuwe ketel-opstelruimte.
- De retourkanaal opening kan beter iets kleiner zijn dan de inblaas. Door een geringe overdruk wordt föhnvorming (luchtstromingen) tegengegaan.
- Een (direct gestookte) luchtverwarmer kan ook door modulerende HR ketels of warmte-pompen in cascade met een warmtewisselaar worden vervangen.
- Door een ander toegangsprotocol, tourniquet, voorportaal met meerdere sluitende deuren achter elkaar of een warmtegordijn kan veel verlies van warmte en tocht voorkomen worden. Voor bijvoorbeeld een koorrepetitie is het nuttig om naast de gewone (lucht)verwarming op het koor een straalverwarming te hebben. De gehele kerk hoeft dan niet opgewarmd te worden.
- Na een dienst is het verstandig om gedurende 10 minuten de kerkzaal te spuien door tegenover elkaar twee deuren open te zetten.

Dus bekijk vooral waar, hoeveel en hoe vaak het verwarmen nodig is. Pas hier je installatie en regelingen op aan.

2. Radiatoren en convectoren

Radiatoren en convectoren maken deel uit van een centraal verwarmingssysteem, zoals dit vaak in woningen wordt toegepast. Vanwege het benodigde leidingwerk en de zichtbare aanwezigheid van radiatoren en convectoren (behalve wanneer deze zijn ingebouwd in convectorputten) worden dergelijke systemen minder toegepast in kerkgebouwen. Een verwarming kan met hoge temperatuur radiatoren en met lage temperatuur radiatoren uitgevoerd worden.

Het is verstandig te bekijken welke vertrekken constant en welke slechts partieel gebruikt worden. Vaak meerdere keteltjes of cascaderегeling op de te verwarmen ruimten toepassen kan nuttig zijn. Soms ook het gebruik van elektrische kachels bij kortstondig gebruik.

Voordelen radiatoren en convectoren

- Eenvoudige installatie (indien leidingwerk etc. niet weggewerkt wordt, geven warmte).
- Werkt evenals luchtverwarming (hoge temperatuur verwarming) redelijk snel.

- Voor meerdere ruimten met wisselende gebruikstijden zijn gemakkelijk meerdere keteltjes te plaatsen.
- Bij lage temperatuur radiatoren is de vervuiling geringer.
- Bij lage temperatuur radiatoren kunnen ook warmtepompen gebruikt worden. Deze kunnen werken op zelf geproduceerde groene stroom van zonnepanelen. Tot 2023 kan nog van de huidige salderingsregeling gebruik worden gemaakt, tussen 2023 en 2031 wordt deze regeling langzaam afgebouwd.

Nadelen radiatoren en convectoren

- Alleen toepasbaar in relatief kleine kerkgebouwen (minder dan 200 zitplaatsen). In grotere ruimtes kunnen hoge temperatuur radiatoren en convectoren voor aanzienlijke tocht zorgen.
- Langere opwarmtijd.
- Aantasting van het (monumentale) interieur door plaatsing van radiatoren.
- Boven de verwarming vuilaanslag.

3. Vloerverwarming

Vloerverwarming wordt met name in woningbouw veelvuldig toegepast vanwege het hoge comfort. In navolging van de succesvolle toepassing van vloerverwarming in goed geïsoleerde woningen zijn ook moderne kerkgebouwen, met dezelfde mate van isolatie en een beperkte hoogte, voorzien van vloerverwarming. Door het succes van vloerverwarming in moderne kerkgebouwen is vloerverwarming ook toegepast in monumentale kerkgebouwen.

In (monumentale) kerkgebouwen zijn de omstandigheden meestal niet geschikt voor toepassing van vloerverwarming; de vloeren, wanden en gewelven zijn doorgaans niet geïsoleerd en de hoogte van de gebouwen is aanzienlijk. Hiernaast is het vloeroppervlak relatief beperkt wanneer dit vergeleken wordt met het warmteverlies via muren, vloeren en gewelven. Vloerverwarming heeft in deze gevallen vaak onvoldoende verwarmingscapaciteit. Ook zijn de kosten van het onder een monumentale vloer aanbrengen van een vloerverwarming enorm. Toepassing van alleen vloerverwarming in (monumentale) kerken kan leiden tot een verlaagd thermisch comfort vanwege tocht. Vloerverwarming wordt meestal in bestaande kerken, als men toch al werkzaamheden aan de vloer moet verrichten, naast de hoofdverwarming toegepast om een constante basistemperatuur in de kerk van 8 à 10 graden aan te houden. Deze 8 à 10 graden is nodig om schimmelvorming te voorkomen. Met de hoofdverwarming kan in relatief korte tijd opgewarmd worden tot het gewenste temperatuurniveau.

Voordelen vloerverwarming

- Het thermisch comfort is bij vloerverwarming meestal hoog (vooral toegepast bij ruimtes met geringe hoogte).

- Vloerverwarming zorgt door de permanente manier van verwarmen voor uitstraling van warmte naar wanden en plafonds, die daardoor minder last van condensatie hebben en beter behouden blijven (minder vervuiling).
- Het vloerverwarmingssysteem is niet zichtbaar aanwezig in het kerkgebouw.
- Voor een vloerverwarming is warm water van 30 tot maximaal 35 graden voldoende. Dit kan ook buiten aardgas en waterstofketels met een warmtepomp op groene stroom (uit bij voorkeur eigen zonnepanelen) worden gemaakt. Bij temperaturen tot 19 graden is normaal gesproken geen bijverwarming nodig.

Nadelen vloerverwarming

- Hoger energieverbruik, langere opwarmtijden.
- Kans op ontstaan van tocht door verschillen in temperatuur tussen vloeren en plafond.
- Vanwege de ontstane tocht kan stof en vuil door het kerkgebouw verspreid worden en afgezet worden op wanden en plafonds.
- Wanneer de vloer historische / monumentale waarde heeft dan kan het aanbrengen van een vloerverwarmingssysteem een aanzienlijk risico op (onherstelbare) schade met zich meebrengen.
- Wanneer geen goede tochtsluis-werking bij de ingang tot de kerkzaal is kan het systeem temperatuurval, door bijvoorbeeld open staande deuren, niet opvangen.
- Bij bestaande ruimten alleen financieel aantrekkelijk als het gehele vloersysteem gerenoveerd moet worden.

4. Infraroodverwarming

Infraroodverwarming is een vorm van stralingsverwarming waarmee snel en gericht verwarmd kan worden. Een infraroodpaneel warmt dus alleen het aangestraalde deel op, en dit betekent dus dat de rest van het interieur niet of nagenoeg niet van temperatuur verandert. Infraroodverwarming is relatief energie-efficiënt omdat de opwarming van de lucht gering is en de warmte geleverd wordt op plaatsen waar deze nodig is. Groot nadeel is echter dat veel van de toegepaste infraroodsystemen gebruik maken van aardgas als brandstof. Door verbranding van aardgas worden grote hoeveelheden waterdamp, CO₂ en overige verbrandingsgassen het kerkgebouw ingebracht. Er bestaan ook elektrische infraroodverwarming panelen, deze panelen werken geruisloos en stoten geen waterdamp, CO₂ of overige verbrandingsgassen in de kerkzaal uit.

Voordelen infraroodverwarming

- Lage investeringskosten.
- Korte brandduur en daardoor ook lage energiekosten.
- Relatief efficiënte verwarming (aardgas infrarood).
- Snelle warmteafgifte.

- Kan plaatselijk goed aanwarmen.
- Met eigen zonnepanelen kunnen de kosten van elektrisch verwarmen lager worden gehouden.

Nadelen infraroodverwarming

- Infraroodverwarming is niet symmetrisch; ongelijke verwarming van het lichaam en kan tot een oncomfortabel gevoel leiden. Ook geïntegreerd in verlichtingsarmaturen zijn het vaak storende en lompe objecten.
- Behoud van het kerkgebouw; bepaalde delen van het kerkgebouw en het -interieur kunnen zeer snel hoge temperaturen bereiken wat tot schade aan materialen kan leiden.
- Emissie van gassen; bij verbranding van aardgas ten behoeve van infraroodverwarming komen grote hoeveelheden waterdamp, CO₂ en overige verbrandingsgassen in de kerkzaal vrij. Dit betekent dat constant zwaar geventileerd moet worden en er veel condens afzetting op de koude delen van de kerkzaal plaatsvindt met daardoor veel vuilafzetting.
- Geluid; de branders en elementen van een gas infrarood-installatie kunnen een aanzienlijk geluid bij opstarten en afkoelen produceren, dat als hinderlijk ervaren wordt.
- Elektrische infrarood panelen hebben een lager vermogen dan gas infrarood-systemen, hierdoor is zijn meer panelen nodig.
- Het benodigd elektrisch vermogen kan te groot zijn voor de elektrische aansluiting, die dan onder hoge kosten (extra trafohuis, hogere vaste lasten) vergroot moet worden.
- Vaak veel storend kabel, leidingwerk, beluchting en schoorsteenwerk.

5. Lokale verwarming

Lokale verwarmingssystemen zijn meestal terug te vinden in de nabijheid van de zitplaatsen in een kerkgebouw en kunnen bestaan uit verwarmingsbuizen of (buis-)convectoren (voetverwarming), stralingspanelen, luchtverwarming of stoelverwarming. De warmte wordt direct afgegeven op de plaats waar deze nodig is. Dit soort verwarming is redelijk efficiënt. Ook bijruimten kunnen beter bij andere en langere gebruikstijden lokaal verwarmd worden.

Voordelen lokale verwarming

- Energieverbruik; omdat de warmte direct aan de mensen wordt afgegeven is de benodigde warmtecapaciteit beperkt, hierdoor is ook het energieverbruik beperkt.
- Door het lokale karakter is er meestal minder condensvorming.

Nadelen lokale verwarming

- Comfort; hoewel lokale verwarming als comfortabel beschouwd kan worden kan een oncomfortabele situatie ontstaan doordat de lokale verwarming tocht laat ontstaan juist op de plaats waar comfort gewenst is.

- Het zitten op een elektrische stoelverwarming wordt door de ene mens als comfortabel en de andere als irritant warm ervaren.

Vergelijking verwarmingssystemen

In onderstaande tabel zijn de meest voorkomende typen verwarming gesorteerd op basis van geschiktheid voor toepassing in (monumentale) kerkgebouwen. De sortering is op basis van een groot aantal kenmerken tot stand gekomen, hierbij is onder andere gekeken naar:

- Het energieverbruik
- De benodigde verwarmingscapaciteit
- Het thermisch comfort
- Invloed van het verwarmingssysteem op het behoud van het kerkgebouw
- Invloed van het verwarmingssysteem op het (eventuele) monumentale karakter van een kerkgebouw
- Kosten van installatie
- Meerdere systemen zijn naast elkaar bruikbaar.

Lokale verwarming
Luchtverwarming, beperkt aantal roosters
Luchtverwarming, gedistribueerde inblaas
Infraroodstraling
Vloerverwarming
Radiatoren
Convectoren

Uit de tabel blijkt dat lokale verwarming op alle kenmerken het hoogst scoort, gevolgd door luchtverwarming met een beperkt aantal roosters. Radiatoren en convectoren scoren op alle typerende kenmerken laag en worden derhalve in het algemeen niet aangeraden voor toepassing in (monumentale) kerkgebouwen. Voor moderne kerkgebouwen die een hoge mate van isolatie kennen en beperkt in hoogte zijn kan toepassing van radiatoren, convectoren of vloerverwarming uiteraard wel een voor de hand liggende keuze zijn.

Duurzaam gebruik van de verwarmingsinstallatie

Het gebruik en inrichting van de verwarmingsinstallatie bepaalt in grote mate de relatieve luchtvochtigheid in een kerkgebouw. Een verstandig gebruik van de verwarmingsinstallatie is dan ook essentieel voor het behoud van het kerkgebouw en het interieur. Door effectief gebruik van de verwarming kan de relatieve luchtvochtigheid en het CO₂ gehalte van de lucht beheerst worden en wordt condensatie op koude oppervlakken veelal voorkomen.

In het algemeen wordt aanbevolen om de basistemperatuur in een (monumentaal) kerkgebouw op 10 °C in te stellen. Bij deze temperatuur heeft de luchtvochtigheid een waarde die goed is voor het conditioneren van het kerkgebouw en het interieur. Hiernaast zal de luchtvochtigheid in belangrijke mate bijdragen aan een aangenaam en comfortabel gevoel tijdens de kerkdiensten, wanneer de temperatuur is ingesteld op de zogenaamde comforttemperatuur (advies temperatuur 16 tot 18 °C). Naast de basistemperatuur en de comforttemperatuur is de opwarmingssnelheid ook een belangrijke factor binnen het duurzaam gebruik van de klimaatregeling. Aangeraden wordt om de temperatuur met niet meer dan 1 tot 2 °C per uur toe te laten nemen.

Verwarmen met warmtepompen

De werking van een warmtepomp wordt vaak vergeleken met die van een koelkast, maar dan voor verwarming omgekeerd en koeling op eenzelfde wijze. De warmtepomp verbruikt een geringe hoeveelheid stroom.

Er zijn diverse soorten van warmtepompen:

- Warmte uit lucht onttrekkend. De lucht-water warmtepomp met een verdamper-unit buiten
- Warmte uit de bodem onttrekkend. Via een vlakke plaatcollector, soort van vloerverwarmingssysteem op ongeveer 1,5 meter onder het maaiveld in de bodem maar dan omgekeerd werkend als die koelkast.
- Warmte uit aardsondes onttrekkend. Dit zijn gesloten buissystemen verticaal in de grond aangebracht die warmte uit het grondwater opnemen.
- Warmte uit bodemwater onttrekkend op diepte (een bron circuit). Bodem-waterpomp met scheidingswisselaar kan gemakkelijk omgebouwd worden tot een water-waterpomp.
- Warmtebron ijsaccumulator/zonne-luchtcollector. Water wordt in de veelal ondergrondse silo verwarmd door omringende bodem en zonnecollectoren. De warmte wordt onttrokken aan het in de silo aanwezige water. Bij ijsvorming in de silo wordt de kristallisatiewarmte tevens gebruikt.

Een combinatie van deze systemen is mogelijk. Ook de extra toepassing van een buffervat voor de opslag van warm water dat snel toegepast kan worden. Bij omgekeerde werking kan het systeem volledig koelen.

Op momenten dat snel opgewarmd moet worden of de temperatuur in korte tijd beduidend hoger moet zijn kan dit gebeuren door bijvoorbeeld enige elektrische wandkachelletjes of door een van de eerdere besproken eveneens aanwezige systemen.

Het is van belang de warmtepomp goed te dimensioneren. Versnelde slijtage en storingen volgen uit een slechte dimensionering. Te klein is niet goed maar te groot zorgt door te vaak opstarten voor een korte levensduur.

Ketels op waterstof

In plaats van aardgas wordt waterstof gebruikt. Met wat kleine aanpassingen kan daarvoor het huidige gasnet gebruikt worden. Het is een schone energiedrager.

Waterstof kan door elektrolyse worden geproduceerd. Met veel elektrisch vermogen kan water gesplitst worden in waterstof en zuurstof. De elektriciteit kan vooral in de zomerse periode uit zonnepanelen en daarnaast uit windenergie gehaald worden. De meeste huidige HR ketels op aardgas zouden door het verwisselen van de brander, gasklep en de ventilator simpel op waterstof omgebouwd kunnen worden.

Het stoken op waterstof is jarenlang opgehouden. Met de huidige energietransmissie komt deze schone milieuvriendelijke techniek bovendrijven.