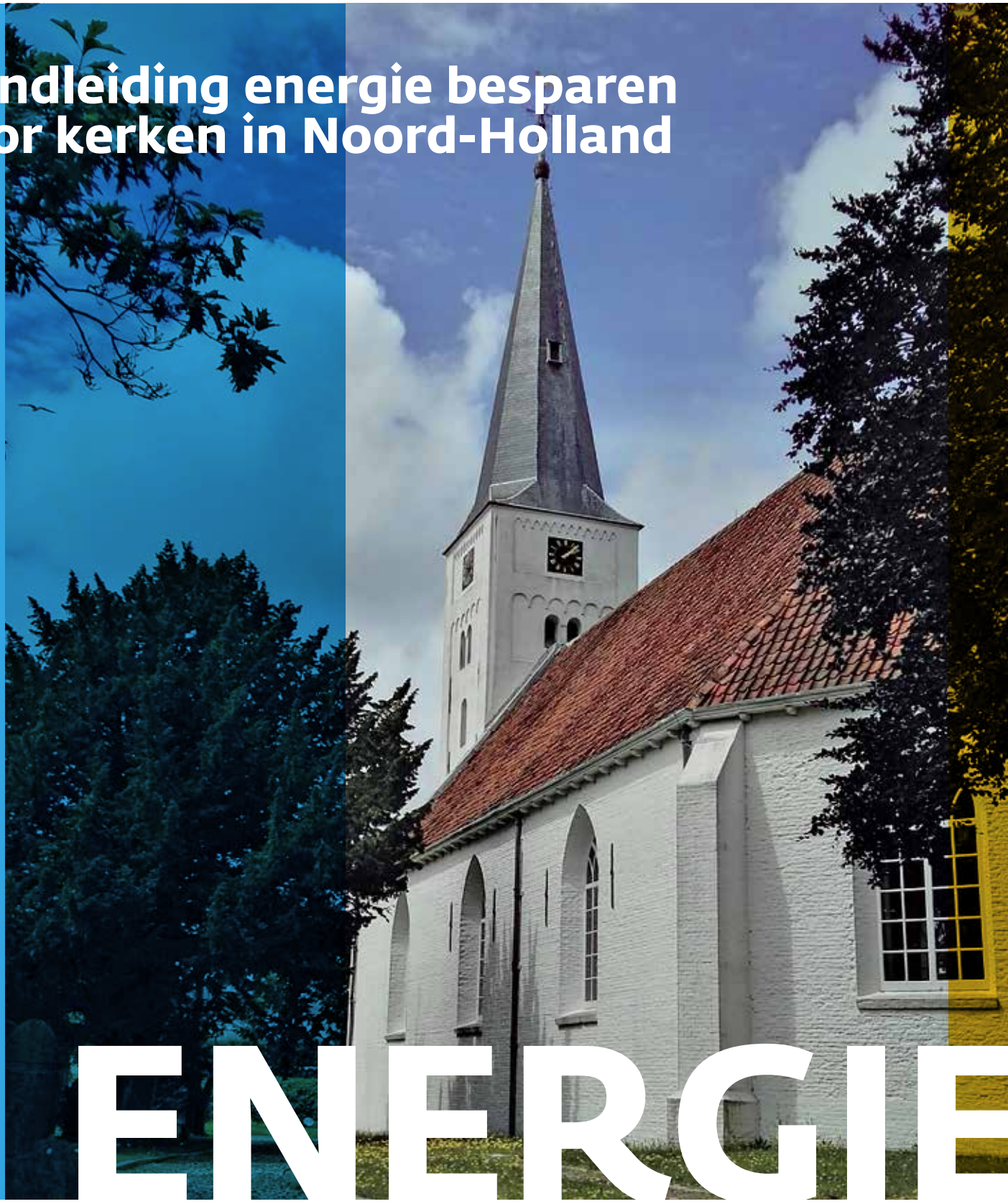
Provincie Noord-Holland

REGIONALE ECONOMIE EN ERFGOED

# Handleiding energie besparen voor kerken in Noord-Holland



ENERGIE

# Handleiding energie besparen voor kerken in Noord-Holland


**Colofon**

**Uitgave**
Provincie Noord-Holland
Postbus 123 | 2000 MD Haarlem
Tel.: 023 514 31 43 | Fax: 023 514 40 40
www.noord-holland.nl
post@noord-holland.nl

**Eindredactie**
OOM Advies in erfgoedontwikkeling
Provincie Noord-Holland
Directie Beleid | Sector Regionale Economie en Erfgoed

**Fotografie**
Oom advies

**Grafische verzorging**
Xeroxmediaservices

Deze handleiding is opgesteld door OOM Advies in erfgoedontwikkeling

**Oplage**
100 exemplaren

<< Foto omslag: Witte Kerk Heiloo,
Provincie Noord-Holland

Haarlem, april 2018

# INHOUD

4 | Verduurzaming kerken

6 | 1 Stap 1 Optimalisatie bestaande verwarmingssysteem

10 | 2 Stap 2 Kierdichting en inrichting

13 | 3 Stap 3 Lokaal verwarmen

15 | 4 Stap 4 Gecontroleerde ventilatie

17 | 5 Stap 5 Moderniseren verwarmingssysteem

20 | 6 Stap 6 Isolatiemaatregelen

23 | 7 Stap 7 Klimaatbeheersing

25 | 8 Elektriciteitsverbruik

27 | Bijlage 1 Overzicht terugverdientijden stappen

# VERDUURZAMING KERKEN

## Inleiding

Ondanks het grote belang van kerken voor onze gebouwde omgeving vormt de leegloop en dreigende sluiting van kerkgebouwen helaas een trend die al decennialang gaande is. Het is ondoenlijk om een kerk met gemiddeld twintig zondagse bezoekers in stand te houden. De kosten wegen vaak niet langer op tegen de baten. Talloze kerkgebouwen sluiten noodgedwongen de deuren. Een goede exploitatie met een aanvullend programma zou dit kunnen tegen gaan maar, de daaraan gekoppelde stijgende energiekosten hebben op hun beurt weer een nadelig effect en maken de exploitatie vaak niet sluitend.

Met alleen restauratie en onderhoud kunnen kerken vaak niet worden behouden, daarom stelt de provincie Noord-Holland in haar cultuurnota 2017-2020 dat een duurzame benutting noodzakelijk is: Het toekomstbestendig maken van het erfgoed waarbij herbestemmingskansen en verduurzaming van de gebouwen een grote rol spelen.

Het verantwoord omgaan met het energieverbruik is nodig om een kerk comfortabel en bruikbaar te maken zodat het gebouw het hele jaar door geëxploiteerd kan worden. Een goede visie op energieduurzame maatregelen is daarvoor essentieel. Als eerste stap hierin heeft de provincie door middel van de Monumentenmonitor Noord-Holland actuele data ontsloten over gas- en elektraverbruik van religieus- en industrieel erfgoed binnen de provincie. Deze data werden gecomplementeerd met data verkregen uit diverse energiescans. De data geven inzicht in gebruik, problematiek en toekomstperspectieven waardoor doeltreffende beleidsmaatregelen kunnen worden geformuleerd om de verduurzaming van erfgoed in de provincie te stimuleren. Als tweede stap werden de data geanalyseerd om de verduurzamingsproblematiek per gebouwcategorie te kunnen duiden en goede maatregelen te kunnen formuleren die een grote kans van slagen hebben.
Wat betreft het religieus erfgoed zijn een aantal algemene kenmerken naar boven gekomen. Op basis van die kenmerken heeft de provincie een stappenplan laten opstellen. Het stappenplan helpt kerkbesturen om keuzes te maken.

Uit de data is gebleken dat Noord-Hollandse kerken ook op zoek zijn naar een aanvullend programma om de exploitatie sluitend te krijgen. Het aanvullend programma bestaat meestal uit culturele activiteiten zoals concerten, voorstellingen, lezingen, tentoonstellingen, en repetities, of bijeenkomsten zoals congressen, evenementen, beurzen en recepties. Een aanvullend programma vraagt om aanvullende voorzieningen en een hoger comfortniveau zoals akoestische voorzieningen, hogere temperatuur, geluidsinstallatie, verlichting en luchtbehandeling/ventilatie. Dit hangt sterk af van het type voorzieningen en de bezoekersaantallen.

Een verzwaring van het programma betekent daarnaast ook vaak een versnippering van één naar meerdere functies in de kerk op verschillende tijdstippen en duur. Hier ligt dan ook meteen een pijnpunt want deze versnippering zal een verscheidenheid aan verwarmingseisen tot gevolg hebben. Meervoudig gebruik van de kerkzaal en nevenruimten (incidenteel en vast) noodzaakt tot specifieke verwarmingstechnieken en -protocollen. Ook hangt hier veel af van het type voorzieningen en de bezoekersaantallen.

## Energieverbruik van kerken in Noord-Holland

Het energieverbruik van kerken in de provincie Noord-Holland ligt gemiddeld hoger dan het landelijke gemiddelde.[1)] De mogelijke oorzaken hiervoor zijn de bouwwijze en de gebruiksintensiteit. De massa van het muurwerk van Noord-Hollandse kerken is overwegend iets lichter dan de massa van het muurwerk buiten de Randstad. Ook worden gewelven in Noord-Holland vaker gevormd door hout of gepleisterde gewelven (riet op stuc) in tegenstelling tot massieve gemetselde gewelven. De lichtere bouwwijze is ingegeven door de overwegend beperktere draagkracht van de bodem in Noord-Holland. Een lichtere constructie heeft in verhouding een iets lagere warmteweerstand (met name de houten gewelven) waardoor het warmteverlies in verhouding groter is.
Daarnaast is de gebruiksintensiteit van kerken in Noord-Holland hoger dan het landelijk gemiddelde. Mede door een sterkere verstedelijking en hogere bewonersaantallen is een intensiever programma sneller rendabel. Binnen de provincie is hierbij een significant verschil te zien tussen de steden en de meer landelijk gelegen kerken. In de steden hebben kerken overwegend een intensiever nevenprogramma dan plattelandskerken.

## Leeswijzer

Deze brochure is opgesteld om kerken te ondersteunen bij het nemen van verantwoorde energieduurzame maatregelen. Waar begin je? Wie schakel je op welk tijdstip in? Hoe kun je passend bij het gebruik van de kerk, met zo klein mogelijke investeringen significante besparingen realiseren? Wat is de mogelijke besparing en rendement?
Het stappenplan helpt kerken op weg om zelfstandig maatregelen te nemen zonder direct een adviseur in te schakelen.
Het stappenplan is bedoeld voor kerken die in gebruik zijn als kerk met eventueel een nevenprogramma en niet voor de herbestemming. Zinvolle energiebesparende maatregelen bij herbestemming zijn sterk afhankelijk van de nieuwe gebruiksfunctie en de wijze waarop deze wordt ingepast en vragen om een andere benadering.

Hieronder staan de opeenvolgende stappen die gemaakt zijn in samenhang met de gebruiksintensiteit en investering. Het begint bij kleinschalige maatregelen die zich snel terugverdienen en loopt op in omvang en kosten. Daarbij is rekening gehouden met de mate van gebruiksintensiteit:

- Stap 1, 2 en 3 → standaard te doorlopen
- Stap 3, 4 en 5 → bij gemiddelde gebruiksintensiteit
- Stap 5, 6 en 7 → bij hoge gebruiksintensiteit.

Vanuit het stappenplan kan vervolgens een strategie worden bepaald.

## Stappenplan

1 Optimalisatie bestaande verwarmingssysteem
2 Kierdichting en inrichting
3 Lokaal verwarmen
4 Gestuurde ventilatie
5 Moderniseren verwarmingssysteem
6 Isolatiemaatregelen
7 Klimaatbeheersing

1) Beeld dat voortkomt uit de analyse van de landelijke energiescans en de data van de Monumentenmonitor Noord-Holland.

# STAP 1
# OPTIMALISATIE BESTAANDE VERWARMINGSSYSTEEM

Er valt veel energie te besparen bij kerken door het optimaliseren van het bestaande verwarmingssysteem. Bij veel kerken ontbreekt een eenduidig verwarmingsprotocol en wordt vaak inefficiënt met het bestaande systeem omgegaan. Zo is de opwarmtijd soms te lang of te kort en zijn de temperatuurinstellingen te hoog en/of niet afgestemd op de gebruiksintensiteit. Ook komt het voor dat de basistemperatuur (de tempartuur wanneer er geen activiteiten zijn) relatief hoog is waardoor veel energie verloren gaat. Voor een goede inregeling is een afstemming op het gekozen programma en de gebruiksintensiteit van de kerk onontbeerlijk, maar ook de perioden tussen de activiteiten. Wanneer bijvoorbeeld twee dagen achter elkaar activiteiten plaatsvinden kan voor de tussenperiode een hogere temperatuur worden aangehouden dan in een periode zonder verwarmde activiteiten. De inregeling is ook afhankelijk van het type/hoedanigheid van de activiteiten in de kerk. Bij een tentoonstelling zullen bezoekers rondlopen waardoor een lagere temperatuur nodig is dan bij een activiteit waarbij mensen stil zitten zoals een dienst, mis of concert. Ook is de tijdsduur van de activiteit van invloed op de comfortwens.

### Invloedsfactoren bij het optimaliseren van het bestaande verwarmingssysteem

| | |
|---|---|
| **Bestaande verwarmingssysteem** | Het type van het bestaande systeem is bepalend voor de mogelijkheden. Vaak is een combinatie van systemen toegepast, bijvoorbeeld vloerverwarming met luchtverwarming. |
| **Omvang kerk** | De omvang van een kerkgebouw is eveneens bepalend voor de optimale inregeling. Grotere kerken met een hoger volume hebben een langere opwarmtijd en vragen om een andere instelling dan kleinere, lagere kerken. |
| **Programma** | De gebruiksintensiteit en bezoekersaantallen zijn factoren die meewegen bij een optimale inregeling van de kerkverwarming. De hoedanigheid van de activiteit is daarnaast van invloed op de comfortwens. |

## Aandachtspunten

Warme lucht stijgt op waardoor het bovenin de kerk meestal warmer is dan bij de grond. Dit verschijnsel heet thermische stratificatie. Daarnaast kan warme lucht meer vocht bevatten dan koude lucht, waardoor de relatieve luchtvochtigheid bij opwarming sterk daalt. Hierdoor kan het hoger in de kerk erg warm en droog zijn waardoor schade (scheurvorming) kan ontstaan bij aan monumentale orgels en houten onderdelen. Daarom is het bij de verwarminginstelling van belang dat rekening wordt gehouden met de temperatuursverdeling en de bijbehorende relatieve luchtvochtigheid om schade aan de kerk te voorkomen.
Het kan voorkomen dat een verwarmingsketel niet kan communiceren met de nieuwe regeling of regelkast. Het is dan zoeken naar beste optimalisatie voor het systeem of het vraagt om meer handmatig instellen (wat in de praktijk vaak ongunstiger blijkt). Bij sterk verouderde installaties moet nagedacht worden over het reviseren, aanpassen of zelfs volledig vervangen van een installatie (zie stap 5).

### Aanbevolen waarden bij binnenklimaat [2)]

| | |
|---|---|
| Basis temperatuur | 8-10 °C |
| Maximale temperatuur | 20 °C |
| Maximale opwarmsnelheid | 2 °C/uur |
| Relatieve luchtvochtigheid (Rv) | 45-75 % |
| Maximale verandering Rv per dag | 10 % |
| Maximale verandering Rv per jaar | 30 % |

2) Schellen, H.L., Heating monumental churches: indoor climat and preservation of cultural heritage, dissertation TU Eindhoven, 2002..

Een goed uitgangsprincipe is de temperatuursinstellingen niet te hoog te kiezen met een niet te hoge opwarmsnelheid. Lagere tempraturen leiden over het algemeen minder snel tot problemen en hebben als bijkomend voordeel minder hoge energiekosten.
Een lagere temperatuur betekent echter een minder behaaglijke ruimte. Het is daarom van belang een goede balans te vinden tussen het gewenste comfort, het energieverbruik en het behoud van de kerk. Afhankelijk van de activiteit kan een maximale tempratuur worden ingesteld die voldoet aan de ondergrens van de bijbehorende comfortwens.

| Programma | Ruimte gebruik | Tijdsduur | Bezoekersaantal | Comfortvraag | Voorbeeld gemiddelde temperatuur-instellingen kerk |
|---|---|---|---|---|---|
| Basis | hele ruimte | onbepaald | geen | geen | 10 °C |
| Basistempratuur bij een intervalperiode korter dan 16 uur | hele ruimte | tot 16 uur | geen | geen | 14 °C |
| Dienst/mis | compact tot hele ruimte | 2 uur | gering | beperkt | 16 °C |
| Tentoonstellingen | hele ruimte | onbepaald | variabel | beperkt | 17 °C |
| Concert, voorstelling, lezing | compact tot hele uimte | 2 tot 3 uur | gering tot hoog | hoog | 19 °C |
| Congressen, beurzen, evenementen | hele ruimte | 3 tot 6 uur | hoog | hoog | 19 °C |

## Aanpak

Op basis van een inventarisatie van de activiteiten, frequentie van de activiteiten en de bestaande temperatuurinstellingen en opwarmtijd, kan in samenspraak met een installateur een optimale inregeling en een verwarmingsprotocol worden vervaardigd. Hieraan kan een automatische verwarmingsinstelling worden gekoppeld die per activiteit een vaste basis-, gebruikstemperatuur en opwarmtijd hanteert.

Schade aan het interieur is ook te voorkomen door geleidelijk op te warmen. Bij voorbeeld bij luchtverwarming zou een lagere inblaastemperatuur gekozen kunnen worden en een hogere inblaassnelheid om minder sterke thermische stratificatie te krijgen. Een hogere inblaassnelheid leidt echter sneller tot tocht waardoor het aan te bevelen is om deze maatregel vooral gedurende de opwarmtijd toe te passen. Na het bereiken van de gewenste temperatuur en bij aanvang van de activiteit zou de inblaassnelheid weer kunnen worden verlaagd en de inblaastempratuur worden verhoogd.
Verder kan, afhankelijk van het type verwarmingssysteem, 45 tot 15 minuten voor het einde van een activiteit de verwarming alvast op de lage stand worden gezet. Systemen zoals luchtverwarming koelen hierbij sneller af dan bijvoorbeeld radiatoren en vloerverwarming.

Het is aan te bevelen om in de ruimte meetapparatuur te plaatsen die de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid registreren. Dikwijls wordt hiervoor een gebouwbeheersysteem (GBS) gekoppeld aan de verwarming die niet alleen de verwarmingsinstallatie regelt maar ook storingen meldt en gegevens registreert over de luchttemperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de kerk. Een groot voordeel van het systeem is dat het vanaf een afstand te bedienen is.

Bij de aanwezigheid van verschillende verwarmingssystemen, een meerledige verwarming, moet gekeken worden naar de hoedanigheid. Zo kan bij een combinatie van bijvoorbeeld vloer- en luchtverwarming, de vloerverwarming dienen als basisverwarming en de luchtverwarming gebruikt worden om te verwarmen tot een hogere gebruikstemperatuur.

## Gemiddelde investering en gemiddelde besparing

Met een betere inregeling van de bestaande verwarming, afgestemd op het gebruik en een duidelijk verwarmingsprotocol kan afhankelijk van de situatie 15 tot 20% op het energieverbruik worden bespaard. De optimalisatie vraagt om een investering van € 1200,- tot 2000,- met een terugverdientijd van 2 à 3 jaar.

Hoge temperaturen, lage Relatieve luchtvochtigheid en -snelle opwarming kunnen ernstige schade toe brengen aan een orgel.

Leidingisolatie voorkomt veel onnodig warmteverlies.

# STAP 2
# KIERDICHTING EN INRICHTING

Met relatief eenvoudige maatregelen als kierdichting en het aanbrengen van tochtportalen valt veel energie te besparen en een hoger comfortniveau te bereiken. Kieren bij ramen en deuren leiden tot warmteverlies en kunnen tot ongewenste luchtstromen leiden, wat ten koste gaat van het comfort. Naast kierdichting en het plaatsen van tochtportalen kan met een goede inrichting van de kerk ook een hoger comfort worden bereikt. Zo kan met het bankenplan of het gebruik van zitplaatsen rekening worden gehouden met bijvoorbeeld koudeval van ramen en luchtstromen in de kerk (door bijvoorbeeld convectie of luchtverwarming). Koudeval en/of luchtstromen werken immers sterk comfort verlagend. Daarnaast kan het aanbrengen van deurdrangers veel onnodige tocht en energieverlies voorkomen.

### Invloedsfactoren bij kierdichting en inrichting

| | |
|---|---|
| **Bestaande ventilatievoorzieningen** | Kerken zijn overwegend natuurlijk geventileerd. In veel kerken zorgen klepraampjes voor de natuurlijke ventilatie maar ook de aanwezige naden en kieren, in combinatie met sparingen in de gewelven of het plafond.<br>De ventilatie is hierdoor vaak ongecontroleerd waardoor bijvoorbeeld bij sterke wind een aanzuigende werking bij de gewelven kan optreden en door de winddruk via kieren bij ramen en deuren extra tochtstromen ontstaan. |
| **Type gewelf** | Kerkzolders zijn in de regel goed geventileerd met buitenlucht en vaak heerst er een semi buitenklimaat. Een goede ventilatie van deze zolders is van groot belang om de houtconstructie in een goede conditie te houden. Onderbreken van de ventilatie kan tot schade aan deze constructie leiden.<br>In tegenstelling tot gemetselde en gepleisterde gewelven zijn houten gewelven door kieren en naden bij de planken in de regel veel meer open.<br>Bij houten gewelven heeft deze ventilatie een veel groter effect op de kerkzaal omdat deze in vergelijking met gemetselde en gepleisterde gewelven meer kieren en naden bevatten. |
| **Bestaande indeling, inrichting** | Veel kerken hebben een vast bankenplan waardoor de inrichting niet of nauwelijks is aan te passen. Kerken met losse stoelen hebben dit probleem uiteraard niet. |
| **Type verwarming** | Met name luchtverwarming leidt tot luchtstromen op gebruiksniveau door de aanwezigheid van inblaasroosters.<br>Radiatoren onder ramen voorkomen koudeval. |

## Aandachtspunten

Bij een verbetering van de kierdichting verdient de ventilatie van een kerk bijzondere aandacht. Ventilatie is noodzakelijk voor het afvoeren van vocht om het gebouw in een goede conditie te houden en is noodzakelijk voor verse lucht voor de gebruikers. Het volledig dicht maken van een kerkzaal is derhalve ongewenst. Het is aan te bevelen om ventilatievoorzieningen aan te brengen in de vorm van bijvoorbeeld roosters; ook bij de bestaande sparingen in de gewelven. Ventilatieroosters hebben het voordeel dat de ventilatie beter beheersbaar is waardoor er afhankelijk van de behoefte meer of minder kan worden geventileerd. Zo kan bijvoorbeeld tijdens activiteiten sterker geventileerd worden dan wanneer de kerk niet in gebruik is. Het gecontroleerd en op basis van de behoefte lucht afvoeren betekent bovendien veel minder warmteverlies. Ook bij deze maatregel is het raadzaam om vocht- en luchtkwaliteitmeters aan te brengen om te controleren of de ventilatievoud afdoende is.

## Aanpak

Allereerst moet de bestaande tochtwering, aanwezigheid van tochtportalen en de bestaande ventilatievoorziening in kaart worden gebracht. In overleg met een bouwkundig adviseur of architect, kan gekeken worden waar de kierdichting te wensen over laat en hoe de (natuurlijke) ventilatie is te regelen.

In de bestaande raam- en deursponningen kunnen eenvoudig tochtstrips worden aangebracht. Bij deuren met bommerscharnieren moet gecontroleerd worden of de rubberprofielen (of borstels) tussen de deuren nog voldoende aansluiten. De grootste naden bevinden zich vaak aan de onderzijde van deuren.

Hier kunnen tochtwerende borstels worden aangebracht. Een meer duurzame en efficiënte vorm van kierdichting is een zogenaamde valdorpel.
Buitendeuren die grenzen aan de kerkzaal zouden kunnen worden voorzien van een tochtportaal. Bij ruimtes met monumentale waarden, kan dit eventueel een glazen tochtportaal zijn. Daarnaast is het van belang dat binnendeuren, die grenzen aan onverwarmde ruimtes, zoals traptorens, ook een kierdichting krijgen.
Bij houten gewelven kan gekeken worden of de naden tussen de planken kunnen worden afgedicht met bijvoorbeeld tochtlatten of de naden te dichten met bijvoorbeeld touw (breeuwen). Bij gewelven met een hoge monumentale waarde kunnen dergelijke voorzieningen soms ongewenst zijn.

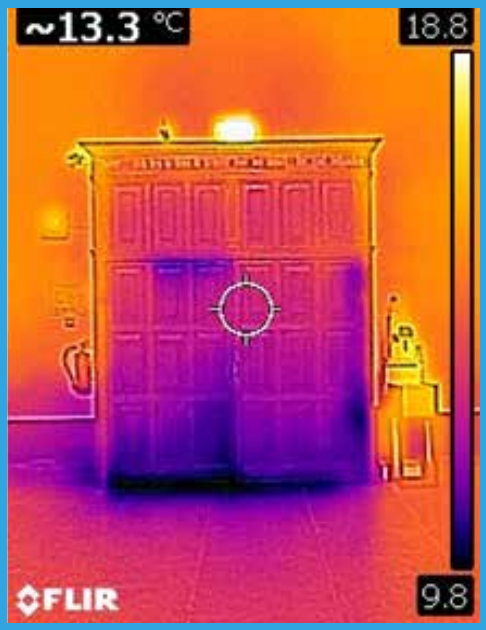
De inrichting van de kerk en de plaatsing van de zitplaatsen kan goed worden afgestemd op de aanwezigheid van koudeval en luchtstromen in de kerk. Wanneer mensen geen 'tocht' voelen hebben ze het sneller, dus bij een lagere temperatuur, behaaglijk. Wanneer de kerk is uitgerust met een vast bankenplan kan ervoor gekozen worden om zitplekken die minder comfortabel zijn, af te schermen.

## Gemiddelde investering en gemiddelde besparing

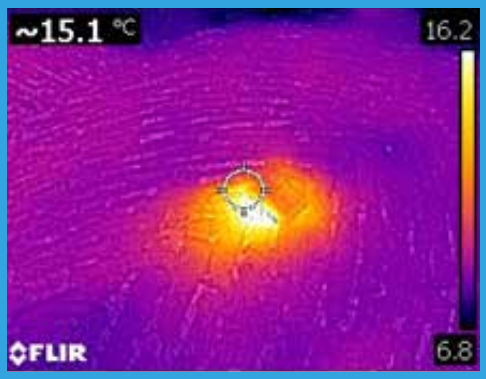
Met kierdichting en tochtwerende voorzieningen kan 10 tot 20% op het energieverbruik worden gespaard. De optimalisatie vraagt om een investering van € 3000,- tot 4000,- met een terugverdientijd van 5 à 7 jaar.

Links: naden bij deuren leidt tot tocht en warmteverlies.

Een tochtportaal kan veel warmteverlies voorkomen.



Warmtebeeldopname van een tochtportaal met een slechte kierdichting, met name aan de onderzijde.



Een warmtelek ter plaatse van een sparing in de gemetselde gewelven waardoor veel warmte verloren gaat.

Gewelven met veel gaten waardoor warmteverlies optreedt.

# STAP 3
# LOKAAL VERWARMEN

Bij bepaalde activiteiten die kleinere bezoekersaantallen meebrengen, kan er voor gekozen worden niet de gehele kerkruimte te verwarmen maar dit alleen plaatselijk te doen. Door niet de gehele kerk te verwarmen maar alleen ter plaatse van de aanwezige bezoekers, wordt veel energie bespaard. Daarnaast is lokaal verwarmen gunstig voor het binnenklimaat aangezien er geen grote wisselingen optreden in de temperatuur en de relatieve luchtvochtigheid van de kerkzaal.
Lokale verwarming bestaat meestal uit bankverwarming zoals elektrische infraroodstralers en elektrisch verwarmde kussens, voetverwarming zoals een cv-buis, of -balk, elektrisch verwarmde platen, of infra roodstralers (of een combinatie hiervan). Bij al deze soorten worden de aanwezige bezoekers rechtstreeks verwarmd waardoor ze zich met een lagere luchttemperatuur toch behaaglijk voelen.

### Invloedsfactoren bij lokaal verwarmen

| | |
|---|---|
| **Bestaande indeling, inrichting** | Een invloedsfactor is de plek waar de kleinere groepen mensen zich in de kerk bevinden. Een voor de hand liggende plek is de eerste rijen banken of stoelen. Deze locatie kan eenvoudig van lokale verwarming worden voorzien mits deze goed wordt afgebakend. Het komt ook voor dat bijvoorbeeld een koor of een gezelschap op een andere plek in de kerk om verwarming vraagt. |
| **Bestaand verwarmingssysteem** | Het type bestaande verwarming is mede bepalend voor de keuze van een lokaal verwarmings-systeem. Bij vloerverwarming bijvoorbeeld worden bezoekers ook van onderaf aangestraald waardoor verwarmingselementen bij voeten en benen minder noodzakelijk zijn. In dat geval is het verstandiger te kijken naar lokale verwarmingsmogelijkheden gericht op het bovenlijf. |
| **Monumentale waarden interieur** | Sommige systemen zoals cv-voetverwarming met een buis of balk, vragen om leidingen die vanwege monumentale vloeren niet aan te leggen zijn. Ook is het soms niet mogelijk om voor-zieningen aan te brengen zonder schade aan kerkbanken en kunnen stralingselementen, door de plaatselijk sterke opwarming, leiden tot houtscheuring. Vooral bij monumentale kerkban-ken wordt dit als onwenselijk beschouwd. kan dit spelen en kunnen |

## Aandachtspunten

De montage van lokale verwarmingsvoorzieningen mogen niet tot onevenredige schade van monumentale onderdelen leiden.
Bij gasgestookte stralingsarmaturen komt bij verbranding veel waterdamp en $CO_2$ vrij. Het vocht kan nadelig werken voor interieuronderdelen zoals orgels en tot sterke condensatie op bijvoorbeeld gewelven etc. leiden. Daarnaast vraagt het aanleggen van gasleidingen vaak tot ongewenste boringen in monumentale (vloer)onderdelen. Vandaar dat gasarmaturen overwegend niet geschikt zijn voor kerkverwarming.
Bij toevoeging van een omvangrijkere hoeveelheid elektrische verwarmingselementen is vaak de bestaande elektrische installatie niet toereikend en is een (kostbare) verzwaring van deze noodzakelijk.
Een nadeel van lokaal verwarmen is dat niet het hele lichaam wordt verwarmd waardoor lichaamsdelen koud aan kunnen voelen en een oncomfortabel gevoel kan geven.

## Aanpak

Allereerst moet geïnventariseerd worden op welke locatie behoefte is aan lokale verwarming. (bijvoorbeeld de eerste rijen banken). Vervolgens moet een keuze worden gemaakt wat voor de kerk een (combinatie van) geschikte oplossing(en) is (zijn). Vooral bij voetverwarmingselementen aangesloten op een CV is het van belang of en hoe op een verantwoorde en niet te ingrijpende manier leidingen kunnen worden aangelegd.
Bij elektrische bankverwarming is overwegend eenvoudig een voeding te realiseren.
Bij rijen stoelen zijn deze oplossingen echter niet geschikt. Hier kan gekeken worden of er stralings-elementen kunnen worden geplaatst. Zo kunnen bijvoorbeeld tegen kolommen van de kerk elektrische stralingselementen worden aangebracht. Een nadeel is dat voor de bevestigingspunten gaten moeten worden geboord in de kolommen. Een alternatief is de stralingselementen op losse standaards te plaatsen met als voordeel dat deze meer flexibel en gericht op de bezoekers kunnen worden ingezet. Dergelijke

mobiele elementen zouden ook bij koren en/of het altaar kunnen worden ingezet. Wel geeft deze oplossing het nadeel dat er wellicht meer stroomkabels over de vloer lopen waardoor eventueel struikelgevaar en de vraag om de nodige stopcontacten ontstaan. Bij stoelen kan ook gebruik worden gemaakt van elektrische vloermatten waar de voeten op kunnen worden geplaatst. Doorgaans hebben bezoekers met warme voeten het niet koud. Voor altaren bestaan ook elektrische altaar- en vloerkleden die ervoor zorgen dat de persoon bij het altaar zich toch behaaglijk voelt.

## Gemiddelde investering en gemiddelde besparing

Met lokaal verwarmen kan 30 tot 50% op het energieverbruik worden bespaard. Het aanbrengen van lokale verwarming vraagt om een investering van € 4000,- tot 10.000,- met een terugverdientijd van 3 á 6 jaar. [3)]

Voorbeelden van infrarood stralers.

Kerkbank verwarming

3) Geen rekening houdend met een eventueel noodzakelijke aanpassing van de elektrische installatie (meterkast).

# STAP 4
# GECONTROLEERDE VENTILATIE

Ventilatie is noodzakelijk om het gebouw in een goede conditie te houden en de bezoekers van verse lucht te voorzien. Een nadeel van ventilatie is echter dat het tot energieverlies leidt, immers de verwarmde lucht wordt afgevoerd ten behoeve van verse koude lucht. Door de ventilatie beter te beheersen en beter af te stemmen op de ventilatiebehoefte valt veel energie te besparen. Volledig natuurlijke ventilatie via ventilatiesparingen is ongecontroleerd en kan, bij bijvoorbeeld krachtige wind of temperatuurverschillen, tot aanzienlijke luchtstromen leiden. Om dit te beperken kunnen mechanische systemen worden toegevoegd zodat de ventilatie beter beheersbaar is. Het gaat bij deze stap om eenvoudige systemen waarbij mechanisch lucht wordt ingeblazen of afgezogen. Omvangrijkere systemen zoals gebalanceerde ventilatiesysteem vragen om een aanzienlijke ingreep en zijn relatief kostbaar en worden behandeld in stap 7.

### Invloedsfactoren bij gecontroleerde ventilatie

| | |
|---|---|
| **Omvang kerk** | Naarmate de kerk een groter volume heeft, is de noodzakelijke capaciteit van de installatie groter. Op verschillende plekken kunnen afzonderlijke afzuig- of inblaassystemen worden geplaatst, echter boven een kerkvolume van 9.000 m³ is de vereiste capaciteit dusdanig dat beter onderzocht kan worden of een klimaat installatie of Gebouw Beheers Systeem (GBS) geen beter alternatief is (zie stap 7). |
| **Monumentale waarden** | De meeste kerken zijn voorzien van ventilatiesparingen waarop de mechanische ventilatie goed kan worden aangesloten. Meestal bevinden deze zich in het plafond of gewelf, maar ook komt het voor dat in de zijwanden van het middenschip, in open verbinding met de zolders van de zijbeuken, sparingen zijn aangebracht. Daarnaast functioneren klepramen vaak als ventilatiesparingen. Het kan echter ook voorkomen dat een kerk geen geschikte ventilatiesparingen heeft. Vaak is het goed mogelijk om sparingen voor mechanische ventilatie aan te brengen zonder schade aan het gebouw te brengen. In de situaties waar het ten koste gaat van de monumentale waarden zal in overleg met monumenteninstanties gekeken moeten worden naar een oplossing. |
| **Aanwezige kierdichting** | Voor gecontroleerde (mechanische) ventilatie (afzuig of inblaas) moet de kerk een zekere mate van kierdichting hebben. De ventilatieopeningen voor aan- of afvoer moeten afgestemd zijn op de ventilatievoud. Als de kierdichting onvoldoende is, is het effect van een mechanisch systeem te beperkt, en treedt nog steeds veel warmteverlies op door ongewenste infiltratie. |
| **Type gewelf** | Wanneer de gewelven een te open karakter hebben met sparingen die niet goed zijn af te dichten, zullen de mechanische systemen een te beperkt effect hebben. In tegenstelling tot gepleisterde en stenen gewelven kunnen houten gewelven erg open zijn. Ook is het aantal sparingen t.b.v. bijvoorbeeld lampen van invloed. |
| **Bestaande ventilatievoorzieningen** | De wijze waarop de (natuurlijke) ventilatie is geregeld is van invloed op de mogelijkheden. Bij de meeste kerken zijn in de gewelven ventilatiesparingen aangebracht. Het is redelijk eenvoudig om hier een mechanische afzuig- of inblaassysteem aan te laten sluiten.<br>Daarnaast moet worden gekeken waar de aan- of afvoer van verse lucht plaats vindt.<br>Voor kerken die alleen met ventilatie-klepramen zijn uitgerust, bestaan de zogenaamde Servomotoren die mechanisch (naargelang de ventilatiebehoefte) het raam openen of dichten. |
| **Bestaand verwarmingssysteem** | Bij de meeste luchtverwarmingssystemen bestaat de mogelijkheid het ventilatiesysteem aan het luchtverwarmingssysteem te koppelen. Afhankelijk van de ventilatiebehoefte kan de benodigde hoeveelheid verse lucht worden aangevoerd en de binnenlucht verder worden gerecirculeerd. |

## Aandachtspunten

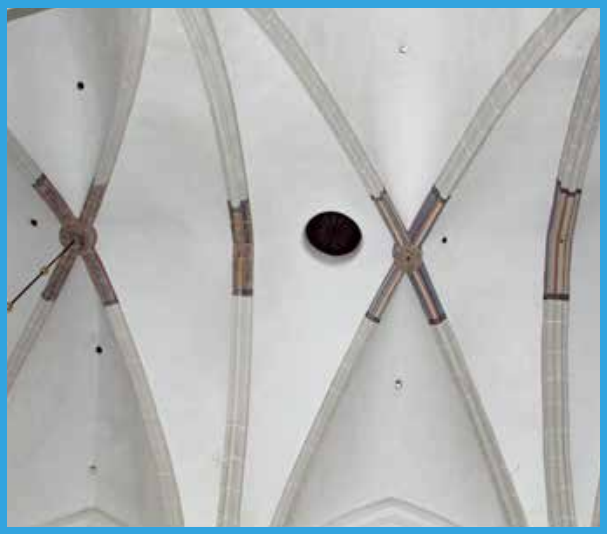
De keuze voor een systeem dat afzuigt of inblaast is afhankelijk van het type kerk en het verwarmingssysteem al geeft afzuiging overwegend een beter comfort. Bij inblaas ontstaat overdruk in de kerk en wordt lucht afgevoerd via ventilatiesparingen en nog aanwezige kieren en naden. Bij afzuiging ontstaat onderdruk in de kerk en wordt juist de verse lucht aangevoerd via deze sparingen.
Bij het luchtverwarmingsysteem kan gekeken worden of het mogelijk is de ventilatie aan het systeem te koppelen, waarmee automatisch voor inblaas wordt gekozen. Wanneer boven bij de gewelven wordt

ingeblazen met verse lucht mengt deze zich enigszins met de warme lucht en treedt er minder thermische stratificatie op. Een groot nadeel is dat er sterke luchtstromen ontstaan door de stijgende warme lucht en de dalende koude lucht die tot tocht en daarmee extra onbehagelijke plekken in de kerk kunnen leiden. Bij afzuiging zal dit minder het geval zijn. Wel is een nadeel van bovenin afzuigen bij gewelven of plafond dat juist de meest warme lucht wordt afgevoerd (warme lucht stijgt immers).Toch is dit energieverlies betrekkelijk aangezien de afzuiging gecontroleerd gebeurt en is afgestemd op de ventilatiebehoefte.

## Aanpak

Allereerst moet gekeken worden of de kerk geschikt is voor mechanische ventilatie. Is de kierdichting afdoende, de buitenschil, bijvoorbeeld het type gewelf, niet te open en is het volume van de kerkzaal niet te groot. Verder moet gekeken worden waar zich de bestaande (ventilatie)sparingen bevinden en wanneer deze ontbreken, of het eenvoudig is deze aan te brengen. Het meest effectief is te kiezen voor afzuiging boven in de kerk waarbij de plaatsing van mechanische units boven (ventilatie)sparingen in het plafond of gewelf het meest eenvoudig te realiseren is. Het is daarbij aan te bevelen om de mechanische ventilatie automatisch te laten aansturen. Vocht- en luchtkwaliteitmeters sturen de ventilatie units dan aan waardoor de afzuiging op een lage stand draait wanneer de kerk niet in gebruik is. Het gecontroleerd en op basis van de behoefte lucht afvoeren betekent veel minder warmteverlies.
Wanneer de units uitblazen in de zolderruimte moet deze goed worden geventileerd; anders moet een afvoerkanaal in het dak worden aangebracht. In sommige gevallen kan hiervoor een dakkapel worden benut.

## Gemiddelde investering en gemiddelde besparing

Met mechanische ventilatie kan 15 tot 20% op het energieverbruik worden bespaard. Het aanbrengen van mechanische ventilatie vraagt om een investering van € 6.000 tot 12.000,- met een terugverdientijd van 8 á 15 jaar.

Bestaande ventilatiegaten kunnen gebruikt worden voor mechanische ventilatie.

Mechanische afzuigunits.

# STAP 5
# MODERNISEREN VERWARMINGSSYSTEEM

Moderniseren kan zowel het volledig vervangen als het aanpassen en aanvullen van het bestaande verwarmingssysteem betekenen. Het vervangen of aanpassen van het verwarmingssysteem is aan de orde als het systeem verouderd is of als de warmtevraag dusdanig hoog is, door bijvoorbeeld een intensief gebruik, dat een nieuw zuiniger systeem voordelen biedt. Wanneer een bestaande installatietechnisch nog niet is afgeschreven is het voor de gemiddelde kerk economisch niet aantrekkelijk om de installatie ingrijpend te reviseren of te vervangen.

Voor veel kerken biedt een combinatie van systemen de meeste voordelen. Het toevoegen van een systeem naast het bestaande, geeft een (gewenste) uitbreiding van de capaciteit en kan een meer gelijkmatige en/of toegespitste verwarming bieden.
Een veel voorkomende combinatie is luchtverwarming met vloerverwarming. De luchtverwarming zorgt relatief snel voor de gewenste luchttemperatuur in de kerk en de vloerverwarming biedt comfort door extra (stralings)warmte voor de bezoekers. De vloerverwarming wordt vaak als de basisverwarming toegepast terwijl de luchtverwarming wordt gebruikt voor de gewenste gebruikstemperatuur. Maar ook andere combinaties van verwarmingssysteem komen voor. Wat voor een specifieke kerk het meest optimaal is, hangt onder meer af van de aanwezige monumentale waarden, het programma en de omvang van de kerk.

### Invloedsfactoren bij de modernisering van het verwarmingssysteem

| | |
|---|---|
| **Monumentale waarden** | De mogelijkheden om een nieuw of aanvullend verwarmingssysteem toe te passen is sterk afhankelijk van de monumentale waarden. De aanleg van leidingen, kanalen en verwarmingsvoorzieningen vragen vaak om ingrepen in het monument. Zo is vloerverwarming vaak niet goed toepasbaar bij kerken met monumentale vloeren. Een oplossing hiervoor is de toepassing van verhoogde vlonders bij de kerkbanken waaronder de vloerverwarming kan worden aangebracht. Toch moeten er nog steeds voedingsleidingen worden aangebracht, bovendien ontneemt een vlonder het zicht op de vloer wat onwenselijk kan zijn. |
| **Programma** | De gebruiksintensiteit en bezoekersaantallen zijn factoren die meewegen bij het bepalen en dimensioneren van het verwarmingssysteem. De hoedanigheid van de activiteit is daarnaast van invloed op de comfortwens. |
| **Omvang kerk** | De omvang van een kerk is ook bepalend voor de keuze van het verwarmingssysteem. Een groter volume vraagt om een grotere capaciteit en sommige verwarmingssystemen zoals radiator en convector verwarming, zijn alleen geschikt voor kleinere kerken (tot ca. 2000 m³). Bij grotere kerken is het vaak aan te bevelen om een combinatie van verwarmingssystemen toe te passen, zoals vloerverwarming voor de basistemperatuur luchtverwarming voor de gewenste gebruikstemperatuur en lokaal verwarmen voor kleinere gebruiksgroepen. |
| **Bestaand verwarmingssysteem** | Bij het moderniseren van het verwarmingssysteem is het aan te bevelen om het bestaande systeem in beginsel als uitgangspunt te nemen aangezien een nieuw systeem vaak om ingrijpende wijzigingen vraagt. Wanneer het bestaande systeem (deels) is te hergebruiken met moderne toevoegingen zoals bijvoorbeeld nieuwe ketels, geniet dit meestal de voorkeur. |

## Aandachtspunten

De wijze van verwarmen heeft grote invloed op het binnenklimaat en de conditie van de kerk en het interieur. Grote schommelingen in de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid kunnen tot schade aan het interieur leiden. Daarom is het bij de verwarminginstelling van belang dat rekening wordt gehouden met de tempertuursverdeling (thermische stratificatie) en de bijbehorende relatieve luchtvochtigheid (zie stap 1).
Verder is een helder verwarmingsprotocol, afgestemd op het programma, de gebruiksintensiteit en comfortwens, onmisbaar, waarbij het aan te bevelen is de temperatuursinstellingen niet te hoog te kiezen met een niet te hoge opwarmsnelheid. Het is van belang een goede balans te vinden tussen het gewenste comfort, het energieverbruik en het behoud van de kerk. Afhankelijk van de activiteit kan een maximale tempratuur worden ingesteld die voldoet aan de ondergrens van de bijbehorende comfortwens.

### Voor- en nadelen verwarmingstypen

| | Voordelen | Nadelen |
|---|---|---|
| **Lucht verwarming** | • Directe en snelle opwarming;<br>• Wijzigingen in instellingen hebben een snel effect.<br>• Eenvoudig te koppelen aan ventilatie.<br>• Via het systeem kan worden bevochtigd en ontvochtigd.<br>• Geschikt voor het verwarmen van grote ruimtes. | • Er treedt snel thermische stratificatie op met relatief hoge temperaturen bovenin de kerk.<br>• Risico van grote temperatuurschommelingen en sterke verlaging van de relatieve luchtvochtigheid.<br>• De luchtkanalen en installatie nemen veel ruimte in en vragen om een omvangrijke ingreep in het gebouw.<br>• In de buurt van inblaasroosters kan een gevoel van tocht optreden<br>• Een hogere luchttemperatuur is noodzakelijk voor een behaaglijk gevoel (geen stralingswarmte).<br>• Kans op ongewenste luchtcirculatie. |
| **Vloerverwarming** | • Door het direct verwarmen en aanstralen van de bezoekers kan worden volstaan met een lagere luchttemperatuur.<br>• Door direct aanstralen wordt snel een behaaglijk gevoel bereikt.<br>• Het systeem is een lage temperatuurverwarming en verbruikt daardoor relatief minder energie. Verder is het systeem eenvoudig te koppelen aan duurzame energieopwekking zoals een warmtepomp.<br>• Zeer geschikt als basisverwarming | • Systeem reageert traag en heeft een lange opwarmtijd<br>• Kostbaar en ingrijpend in aanleg en niet geschikt voor kerken met monumentale vloeren.<br>• Bij een te hoge vloertemperatuur of een gedeeltelijke vloerverwarming kunnen ongewenste luchtstromen ontstaan. |
| **Radiatoren** | • Radiatoren onder ramen beperken koudeval.<br>• Stralingswarmte van de radiatoren geeft extra comfort, waardoor met een lagere luchttemperatuur kan worden volstaan (geldt niet voor zitplaatsen op een afstand van de radiatoren)<br>• Eenvoudig en relatief goedkoop systeem. | • Alleen geschikt voor kleinere kerken (tot ca 4000 m³).<br>• Afhankelijk van de grote van de ruimte heeft het systeem een lange opwarmtijd.<br>• Radiatoren in de kerkruimte kunnen afbreuk doen aan de visuele gaafheid. |
| **Convectoren** | • Convectoren onder ramen beperken koudeval.<br>• Eenvoudig en relatief goedkoop systeem. | • Alleen geschikt voor kleinere kerken (tot ca 4000 m³).<br>• Afhankelijk van de grote van de ruimte heeft het systeem een lange opwarmtijd.<br>• Wandconvectoren in de kerkruimte kunnen afbreuk doen aan de visuele gaafheid.<br>• Convertorputten zijn niet toepasbaar bij kerken met monumentale vloeren.<br>• Een hogere luchttemperatuur is noodzakelijk voor een behaaglijk gevoel (geen stralingswarmte) |
| **Infrarood verwarming** | • Door direct verwarmen van de bezoekers kan met een lage luchttemperatuur worden volstaan.<br>• Geen opwarmtijd, verwarmt direct daar waar nodig, wanneer nodig en is daarmee energie efficiënt.<br>• Zeer beperkt effect op de luchttemperatuur en relatieve luchtvochtigheid.<br>• Zeer geschikt als lokale verwarming. | • Bij een omvangrijker systeem is een aanpassing van de elektrische installatie noodzakelijk.<br>• Kosten-technisch minder geschikt voor de verwarming van grotere kerkzalen (meer dan 200 zitplaatsen).<br>• Kan door eenzijdige verwarming leiden tot koude lichaamsdelen.<br>• Kan door de plaatselijk sterke opwarming van interieuronderdelen tot schade leiden. |

## Aanpak

Een nieuw systeem aanleggen vraagt vaak om forse ingrepen in de kerk. Vandaar dat het aan te bevelen is om eerst te kijken in welke mate het bestaande systeem, en onderdelen van het systeem, her te gebruiken zijn en te integreren in een nieuw verwarmingsplan. Pas wanneer een systeem totaal ongeschikt is voor het verwarmen van de kerk is het vervangen van het systeem een optie. Voor de keuze van een nieuw geschikt verwarmingssysteem zal een gespecialiseerd installatietechnisch adviseur moeten worden ingeschakeld. Daarnaast is inzicht in het binnenklimaat noodzakelijk. Hiervoor zal op diverse plaatsen moeten worden gemeten, zowel op gebruiksniveau als bij het(de) orgel(s) boven in de kerk.
Op basis van de metingen, het programma, de bouwtechnische en bouwfysische condities kan een adviseur aangeven welke systemen geschikt zijn voor de specifieke situatie en, in combinatie met een indicatie van de kosten, welke voor- en nadelen aan de oplossingen kleven.

## Gemiddelde investering en gemiddelde besparing

Met het reviseren, aanpassen of vervangen van het verwarmingssysteem kan 20 tot 60% op het energieverbruik worden bespaard. Veel is afhankelijk van het oude systeem en de aard en omvang van de ingreep. De kosten kunnen daarom uiteenlopen van ca. € 10.000 tot 100.000,-. De terugverdientijd is sterk afhankelijk van de situatie, logischerwijs is de terugverdientijd korter bij een afgeschreven (en inefficiënt) bestaand verwarmingssysteem.

Radiatoren zijn alleen voor kleinere kerken geschikt als verwarming.

Verwarmingsplaten in de vloer.
Vloerverwarmingsroosters

# STAP 6
# ISOLATIEMAATREGELEN

Om extra energie te besparen, met name bij een hogere gebruiksintensiteit en hogere comforteisen, en verwijderen (kan het na-isoleren van de kerk overwogen worden.
Het na-isoleren van kerken vraagt in de regel om omvangrijke en kostbare maatregelen. Daardoor is het doorvoeren van isolerende maatregelen vaak alleen aantrekkelijk als onderdeel van een grootschalige restauratie en/of renovatie.
De zwakste schakels zijn meestal de vensters, daar valt dan ook het meeste rendement te behalen. Naast het voorkomen van warmteverlies leidt het verbeteren van de isolatiewaarde van de ramen ook tot minder koudeval.
Ook treedt veel warmteverlies op via gewelven of plafonds en een wat kleiner aandeel via de vloeren.
Kerken hebben overwegend dikke buitenmuren. Dit gegeven brengt met zich mee dat de na-isolatie ervan minder effect geeft en dat bij na-isolatie het bestaande accumulerend vermogen (het vasthouden van warmte of koude) van de constructie, gedeeltelijk verdwijnt. Ook leidt na-isolatie van buitenmuren vaak tot bouwfysische problemen door aansluitproblemen bij o.a. venters en gewelven; dit geldt in veel gevallen ook voor spouwmuren. Tenslotte kan na-isolatie ook ten koste gaan van eventuele binnenafwerking, schilderingen en wandkust. Vandaar dat kerken doorgaans niet geschikt zijn voor gevelisolatie.

### Invloedsfactoren bij isolatiemaatregelen

| | |
|---|---|
| **Monumentale waarden** | Bij de aanwezigheid van hoge monumentale onderdelen zoals gewelfschilderingen, monumentale vloeren en gebrandschilderd glas, dient men extra voorzichtig en terughoudend te zijn bij de toepassing van isolerende maatregelen. Een foutieve toepassing en/of een te hoog isolatieniveau kan tot schade aan het erfgoed leiden. |
| **Programma** | De gebruiksintensiteit, bezoekersaantallen en comfortwensen zijn factoren die meewegen bij de vraag of na-isoleren rendeert. Wanneer een kerk vaker wordt verwarmd (tijdens het stookseizoen gemiddeld meer dan 15 uur per week) en de temperatuurinstelling vanuit de comfortwens wat hoger is (≥18 °C) wordt het toepassen van isolerende maatregelen economisch meestal pas interessant. |
| **Type kerkramen** | Het overgrote deel van de kerken is uitgerust met glas-in-lood vensters. Bij de toepassing van isolerende beglazing bij glas-in-lood vensters kan gekozen worden voor buiten- of binnenvoorzetbeglazing. Het voordeel van buitenbeglazing is dat deze meteen het glas-in-lood beschermd. Een nadeel is dat het beeld aan de buitenzijde verandert. Bij binnenbeglazing is dit niet het geval maar bestaat er wel een grotere kans op condens op het glas-in-lood waardoor de levensduur wat korter wordt. Voor ramen met een hoge monumentale waarde is het daarom beter om buitenvoorzetbeglazing toe te passen. Voor ramen met een hoge kunsthistorische waarde kan men ook overwegen om een zogenaamde museale opstelling toe te passen: op de plek van het bestaande glas wordt nieuwe isolerende beglazing geplaatst en voor het raam aan de binnenzijde wordt in een nieuwe frame het bestaande glas-in lood geplaatst. |
| **Type gewelf** | Bij na-isolatie van gewelven is het van groot belang dat zich geen naden bevinden in de isolatie en dat de isolatie gelijkmatig over het gehele gewelf kan worden toegepast. Gewelven hebben vaak samengestelde gebogen vormen. Dit vraagt om de toepassingen van flexibele isolatie<br>dekens. Het nadeel van deze producten is dat ze kunnen uitzakken of bij veroudering uiteenvallen, waardoor de gewelven niet overal meer gelijkmatig zijn geïsoleerd en er koudebruggen ontstaan. De mate van complexiteit van de vorm van het gewelf geeft de moeilijkheidsgraad van het naadloos toepassen van de isolatie. Ook hier weer is er een risico tot ontstaan van koudebruggen en condensatie van de gewelven.<br>Er zijn kerken waar spuitsystemen zoals PUR-isolatie zijn toegepast. Een groot nadeel is dat deze oplossing niet reversibel is en volledig dampdicht.<br>Er zijn ook systemen waarbij cellulosevlokken op de gewelven worden geblazen. Het voordeel is dat deze producten vochtregulerend zijn, waardoor zich minder snel vochtproblemen voordoen, een nadeel is dat het een warm onderkomen voor ongedierte kan bieden. |
| **Type vloer** | Vaak vindt vloerisolatie plaats in combinatie met vloerverwarming. Wanneer de kerkvloer rechtstreeks op de ondergrond is aangebracht zal de kerkvloer moeten worden uitgenomen. Dit kan vanuit monumentaal of archeologisch perspectief onwenselijk zijn. In sommige gevallen is een zwevende, geïsoleerde vloer een optie, maar dit wijzigt wel sterk het beeld van de kerkruimte.<br>Bij de kerken die voorzien zijn van kelders en of kruipruimtes, is eenvoudig vanaf de onderzijde isolatie aan te brengen. |
| **Bouwfysische condities** | Bij de isolatie van plafonds, gewelven en wanden kunnen op de overgangen tussen onderdelen zogenaamde koudebruggen ontstaan. Dit leidt doorgaans tot condensatie in en tegen de onderdelen met alle mogelijke schadegevolgen van dien. De kans op problemen wordt kleiner wanneer er niet een te hoog isolatieniveau wordt gekozen. Het is van belang dat de te nemen maatregelen bouwfysisch worden doorgerekend op hun gevolgen voor de constructie. |

## Aandachtspunten

Hoewel het na-isoleren van spouwmuren n de regel vrij eenvoudig is (in de spouw wordt een isolatiemateriaal gespoten), de kosten relatief laag zijn en het voor een gemiddeld pand een verbetering van de energieprestatie van 15 tot 20% betekent, is het een maatregel waaraan veel risico's kleven. Zo is het van belang dat er geen verbindingen bestaan tussen het binnen- en het buitenblad. Vaak wordt de spouw bij kerken onderbroken ter hoogte van steunberen of bij een latei die van het binnen- naar het buitenblad doorloopt. Bij dergelijke verbindingen ontstaan als gevolg van de na-isolatie koudebruggen en kan condensatie optreden, waardoor vochtplekken en/of schimmel op het binnenblad kunnen optreden. Ook vergroot het de kans op schade bij kozijnen. Met een endoscoop (een speciale camera) kan de staat van de spouw worden gecontroleerd.
Bij de isolatie van ramen en/of gewelven kan het zijn dat de bestaande ventilatievoorzieningen (klepramen, ventilatiesparingen) niet meer kunnen functioneren. Er moet dan opnieuw gekeken worden hoe het beste geventileerd kan worden. Als alternatief voor gevelisolatie kan bij kerken waar verwarmd wordt met radiatoren, een warmte reflecterende folie achter de radiatoren worden geplaatst. Dit betreft een eenvoudige en goedkope oplossing die veel onnodig energieverlies voorkomt. Een andere zogenaamde quick win is uiteraard leidingisolatie.

## Aanpak

Voor de keuze van verantwoorde oplossingen om de isolatiewaarde van de kerk te verbeteren is een analyse van de bouwtechnische en -fysische condities en de aanwezige monumentale waarden noodzakelijk. Het is hierbij van belang dat tevens naar de duurzaamheid van de oplossingen op lange termijn wordt gekeken. Maatregelen die door veroudering op termijn (bouwfysische) problemen kunnen veroorzaken, moeten worden vermeden. Voor het bepalen van een verantwoorde oplossing zal een gespecialiseerd adviseur of restauratiearchitect moeten worden ingeschakeld.

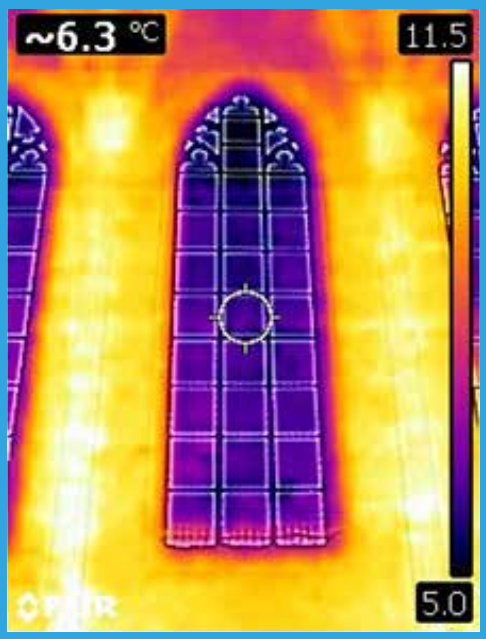
## Gemiddelde investering en gemiddelde besparing

Met het na-isoleren van een kerk kan gemiddeld 10 tot 30% op het energieverbruik worden bespaard. Veel is afhankelijk van het type en de omvang van de maatregelen. De kosten kunnen daarom sterk uiteenlopen van ca. € 40.000 tot 200.000,-. De terug-verdientijd is o.a. afhankelijk van de gebruiksintensiteit en de temperatuurinstellingen en kan variëren van 20 tot meer dan 100 jaar. Wanneer de maatregelen onderdeel uitmaken van een grootschaligere restauratie of renovatie zijn ze relatief goedkoper.

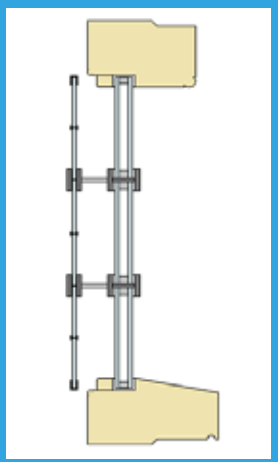
Complexe gewelfvormen zijn lastig te isoleren. In de meeste gevallen is het af te raden.

Voor ramen met een hoge monumentale waarde is het beter om buitenvoorzetbeglazing toe te passen. Voor ramen met een hoge kunsthistorische waarde kan men ook overwegen om een zogenaamde museale opstelling toe te passen.

Houten tongewelven geven vaak veel warmteverlies.



Warmtebeeldopname vanaf de binnenzijde van een glas-in-loodraam. Via de ramen treedt veel warmteverlies op.



Links: schematische weergave van een binnen-voorzetraam bij een glas-in-loodraam.

Rechts: schematische weergave van een museale opstelling van glas-in-lood.

© OOMAdvies

# STAP 7
# KLIMAATBEHEERSING

Voor omvangrijke kerken met een hoge gebruiksintensiteit en hogere comforteisen (luchttemperatuur) kan een klimaatinstallatie diverse voordelen bieden. Naast het verlagen van de energievraag voor verwarming is het binnenklimaat beter constant te houden waardoor betere condities worden gecreëerd voor onderdelen zoals orgels. Het aanbrengen van een klimaatinstallatie vraagt echter om een aanzienlijke investering waardoor dit alleen rendabel is voor intensief gebruikte, grotere kerken.
Met een klimaatinstallatie kan veel energie worden bespaard. Een klimaatinstallatie regelt het binnenklimaat (temperatuur, luchtkwaliteit) en zo ook de ventilatie. Een nadeel van (natuurlijke) ventilatie is dat het tot energieverlies leidt, immers de verwarmde lucht wordt afgevoerd ten behoeve van verse koude lucht. Om dit te voorkomen kunnen volledig mechanische systemen, oftewel gebalanceerde ventilatiesystemen, gekoppeld worden aan een Warmte Terug Win systeem, een zogenaamde WTW, waarbij de uitgaande lucht de inkomende lucht verwarmt in een warmtewisselaar. De aan- en afvoer van de lucht is mechanisch geregeld. De systemen zijn los te plaatsen maar ook te koppelen aan vloerverwarming. Een nadeel van deze installaties is dat het om luchtkanalen vraagt en aan- en afvoerroosters in de buitenschil, wat in veel gevallen lastig is uit te voeren.
Luchtkwaliteit en relatieve luchtvochtigheidmeters kunnen gekoppeld worden aan het ventilatiesysteem en deze aansturen. Ook kan een zogenaamd Gebouw Beheers Systeem (GBS) worden toegepast waarbij de installaties (verwarming en ventilatie) centraal worden aangestuurd. Een GBS is een instrument dat zo optimaal mogelijk binnenklimaat nastreeft en zorgt voor een optimale afstemming van de energievraag en het energieverbruik.
Een voordeel is dat GBS niet alleen de installaties regelt en op elkaar afstemt, maar ook alarmeert bij storingen en het de mogelijkheid biedt om het systeem op afstand te sturen. Daarnaast geeft het GBS voortdurend informatie over o.a. de luchttemperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de kerkzaal. Deze gegevens kunnen nuttig zijn voor het verder optimaliseren van het klimaat.
Eventueel kan aan het GBS systeem een bevochtigingsinstallatie worden gekoppeld. Het is aan te bevelen om een bevochtigingsinstallatie pas toe te passen als blijkt dat na de optimalisatie van het verwarmingssysteem de relatieve luchtvochtigheid nog steeds niet afdoende kan worden beheerst.

### Invloedsfactoren bij klimaatbeheersing

| | |
|---|---|
| **Monumentale waarden** | Klimaatinstallaties zijn in de regel omvangrijk en vragen om diverse leidingen, kanalen en beluchtingsroosters die ten kosten kunnen gaan van monumentale waarden en de visuele gaafheid. |
| **Programma** | De gebruiksintensiteit, bezoekersaantallen en comfortwensen zijn factoren die meewegen bij de vraag of klimaatbeheersing rendeert. Wanneer een kerk vaker wordt verwarmd (tijdens het stookseizoen gemiddeld meer dan 20 uur per week) en de temperatuurinstelling vanuit de comfortwens wat hoger is (≥18 °C), wordt de toepassing van klimaatbeheersing economisch pas interessant. |
| **Omvang kerk** | Daarnaast vormt de grootte van een kerk een belangrijke factor voor het wel of niet renderen van een klimaatinstallatie. Voor kleinere kerken zijn dergelijke systemen doorgaans niet rendabel. Bij kerken met een volume vanaf 7000 m³ kan een dergelijk systeem voordelen bieden. |
| **Constructief** | Vaak kunnen de installaties op de zolder worden geplaatst. Grotere installaties hebben een aanzienlijk gewicht en kunnen daarom vaak niet zonder een constructieve verstijving of aanvullend dragende vloer worden geplaatst. |
| **Type verwarmingssysteem** | Luchtverwarming is meestal goed te koppelen aan een klimaatinstallatie. Bij andere verwarmingssystemen wordt een losse luchtbehandelingsinstallatie naast het verwarmingssysteem geplaatst. Bij een GBS kunnen de twee worden gekoppeld en regelen ze (computer)gestuurd het binnenklimaat. |
| **Aanwezige kierdichting** | Voor een klimaatinstallatie moet de kerkzaal een zekere mate van kierdichting hebben. Als de kierdichting onvoldoende is, is het effect van een klimaatinstallatie beperkt en is het systeem moeilijk in te regelen. Ook dienen bestaande natuurlijke ventilatieopeningen te worden gedicht aangezien de aan- en afvoer van lucht centraal (of decentraal) is geregeld.<br>Hetzelfde geldt voor de openheid van gewelven. In tegenstelling tot gepleisterde en stenen gewelven kunnen houten gewelven erg open zijn. Wanneer de gewelven een te open karakter hebben, is de kerk mogelijk niet geschikt voor een klimaatinstallatie. |

## Aandachtspunten

Een klimaatinstallatie heeft grote invloed op het binnenklimaat en de conditie van de kerk en het interieur. Een goede afstemming en regelmatige controle van het binnenklimaat is essentieel om te grote schommelingen in de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid tegen te gaan (zie ook stap 1).
Vaak is er meer behoefte aan bevochtigen (de RV is te laag) dan ontvochtigen (de RV is te hoog). Van het laatste is vaak alleen sprake bij kerken die weinig worden gebruikt en niet of nauwelijks worden verwarmd. De hoge luchtvochtigheid is dan vaak al op te lossen met een verbetering van de ventilatie.
Het zo maar aanbrengen van installaties die be- of ontvochtigen zonder degelijk beheerssysteem kan ernstige gevolgen hebben voor bijvoorbeeld orgels. Een overmatige bevochtiging, bijvoorbeeld door het plaatsen van een losse bevochtiger, kan tot schimmel, corrosie en houtaantasting leiden.
Klimaatinstallaties produceren geluid. Vaak moeten voorzieningen als een geluiddempende vloer worden toegepast om geluidsoverlast voor de kerkzaal te voorkomen.

## Aanpak

Om een klimaatinstallatie op een verantwoorde manier in te passen, is een analyse van de bouwtechnische en bouwfysische condities noodzakelijk, evenals inzicht in de aanwezige monumentale waarden. Vervolgens moet onderzocht worden of de kierdichting van de kerk toereikend is voor de installatie, en of deze zo nodig op een verantwoorde manier verbeterd kan worden. Om de luchtdichtheid te testen is in sommige gevallen een zogenaamde blowerdoortest noodzakelijk. Voor het inpassen van een klimaatinstallatie zal een gespecialiseerd installatieadviseur moeten worden ingeschakeld.

## Gemiddelde investering en gemiddelde besparing

Met het toepassen van een klimaatinstallatie kan gemiddeld 20 tot 40% op het energieverbruik worden bespaard. Veel is afhankelijk van o.a. de bestaande verwarmingsinstallatie en omvang van de ingreep. De kosten kunnen daarom erg uiteenlopen van ca. € 10.000 tot 80.000,-. De terugverdientijd is 13 tot 50 jaar.

# ELEKTRICITEITSVERBRUIK

8

Ook op het gebied van elektriciteit kan veel worden bespaard, vaak door middel van redelijk eenvoudige maatregelen. Zo kan met ledverlichting, bewegingsmelders en centrale aan- en uitschakelaars veel op het elektriciteitsverbruik worden bespaard. Een meer omvangrijke maatregel die maar in een beperkt aantal gevallen tot de mogelijkheid behoort, is het toepassen van zonne-energie.

## Ledverlichting

Het algemeen toepassen van ledverlichting zal een duidelijke besparing tot gevolg hebben. Ledverlichting verbruikt ca. 8 maal minder energie dan gloeilampen en heeft daarmee een terugverdientijd van minder dan een jaar. Een spaarlamp verbruikt ca. 4 maal minder energie dan een gloeilamp. Ledverlichting gaat relatief lang mee met een levensduur van 15 tot 25 jaar. Een goede ledlamp kan tot 50.000 branduren meegaan en daarmee is de levensduur ca. 50 maal zo lang dan die van een reguliere gloeilamp. De gemiddelde spaarlamp heeft een levensduur van ongeveer 8 jaar. Overigens is het gebruik van spaarlampen bij kerken die in het bezit zijn van bijzondere kunstschatten als schilderijen, muurschilderingen of wandkleden, af te raden. Door een relatief hoog gehalte aan ultra violet licht verkleuren de objecten sneller.
Ledverlichting vraagt door de hogere prijs van de lampen om een hogere investering maar, door de langere levensduur en het lage elektriciteitsverbruik is het verreweg de meest duurzame verlichting.

## Bewegingsmelders

Vooral voor kerken met een gevarieerd programma kunnen bewegingsmelders een besparing opleveren op het elektriciteitsgebruik. Zo voorkomen automatische aan/uit schakelaars voor de verlichting bij toiletten of bij zijkapellen veel onnodige branduren. De gemiddelde terugverdientijd van een bewegingsmelder is 3 tot 5 jaar.

## Centrale aan/uitschakelaars

Een centrale aan/afwezigheid-schakelaar bij de entree is een middel dat ervoor zorgt dat zaken in en om de kerk en bijgebouwen in- of uitschakelen. Deze oplossing is met name interessant voor kerken met veel bijvertrekken en verlichting met afzonderlijke schakels. Het voorkomt dat zaken per ongeluk onnodig aan of stand-by staan. Aan de

centrale schakelaar kunnen de hoofdverlichting en andere elektrische apparaten zoals de geluidsinstallatie, die geen functie hebben tijdens sluitingstijden, worden gekoppeld. Wanneer bijvoorbeeld de verwarmingsinstallatie onderdeel uitmaakt van dezelfde groep moet dit worden aangepast.
De gemiddelde terugverdientijd van een centrale aan- en uitschakelaar is sterk afhankelijk van de kerk en het gebruiksprotocol en varieert hierdoor van2 tot 8 jaar.

## Controle bestaande elektrische installatie

Oudere elektrische installaties kunnen soms energielekken hebben of plaatselijk veel warmte genereren wat tot energieverlies leidt. Lekstroom kan bijvoorbeeld ontstaan door een fout in de aarding. Het is daarom aan te bevelen de installatie te laten doormeten om te zien of er onevenredig hoog energieverlies optreedt. Ook zijn contactdozen, verdelers of transformatoren die relatief veel warmte produceren, eenvoudig op te sporen met een infrarood camera. Naast het voorkomen van energieverlies, is het controleren ook aan te bevelen uit het oogpunt van brandveiligheid. De meeste branden ontstaan door kortsluiting of het doorbranden van de eclectische installatie.
Een keuring van de eclectische installatie kost gemiddeld € 300,- tot € 1200,-

## Zonne-energie

Kerken zijn doorgaans uitgerust met prominente daken die in het zicht liggen. Zonnepanelen die in het zicht liggen, worden bij monumenten in de regel als detonerend ervaren en zijn daarom onwenselijk. Dakvlakken die niet direct zichtbaar zijn, zoals daken van zijbeuken, en niet grenzend aan de openbare ruimte, renderen vaak onvoldoende door schaduw van de omliggende daken en opstanden. Hoewel sommige kerken zijn uitgerust met platte daken of anderzijds daken waar zonder verstoring van het beeld rendabel panelen kunnen worden geplaatst, zijn kerken in het algemeen minder geschikt voor het toepassen van zonne-energie.

Wel kan er gekeken worden of er in de omgeving mogelijkheden bestaan voor het collectief plaatsen van zonnepanelen op geschikte daken. Zo biedt de zogenaamde postcoderoos-regeling mogelijkheden; eigenaren kunnen bij deze regeling binnen hun eigen en aangrenzende postcodes collectief zonnepanelen plaatsen. Wel betreft de Postcoderoos een fiscale regeling die op het overgrote deel van de kerken niet van toepassing is.
Kerken komen wel in aanmerking voor een teruggave van 50% van de energiebelasting (EB) die de energieleverancier in rekening heeft gebracht.
De meeste kerken worden door de belastingdienst erkend als een Algemeen Nut Beogende Instelling (ANBI) waardoor het schenken van zonnepanelen voor de schenker aftrekbaar is van de belasting. Daarnaast is de kerkelijke instelling zelf vrijgesteld van schenkbelasting.

Een standaard zonnepaneel levert gemiddeld 200 kWh per jaar op (ca. 120 kWh/m² per jaar) en heeft een terugverdientijd van ongeveer 10 jaar. Het is sterk aan te bevelen een vermogen te plaatsen dat onder het eigen gebruik ligt; hogere vermogen is onrendabel en brengt bovendien de ANBI status in gevaar.

Er bestaan ook dakpannen en leien waarin zonnecellen zijn verwerkt die daardoor minder in het oog springen. Bij pannen leidt het overigens wel tot een wezenlijke wijziging van het beeld omdat deze pannen (nu nog) alleen vlak worden uitgevoerd en dus afsteken tegen de bij monumenten veel toegepaste gegolfde Hollandse pannen.
Een nadeel is dat de kosten ca. driemaal zo hoog zijn en het rendement per vierkante meter ca. 20% lager ligt. Een tweede nadeel is dat zonnecellen na 25 jaar zijn afgeschreven terwijl een pannendak eenvoudig 100 jaar en een leien dak 80 jaar of langer mee gaat. Vanuit het oogpunt van kosten en duurzaamheid is het plaatsen van panelen op het dak, met handhaving van de bestaande dakbedekking, een aantrekkelijker alternatief.

# OVERZICHT TERUGVERDIENTIJDEN STAPPEN

| Stap | Gemiddelde besparing | Gemiddelde investering | terugverdientijd |
|---|---|---|---|
| 1) Optimalisatie bestaande verwarmingssysteem | 10-20 % | €1.200,- tot € 2.000,- | 2 tot 3 jaar |
| 2) Kierdichting en inrichting | 10-20% | € 2.000,- tot € 4.000,- | 5 tot 7 jaar |
| 3) Lokaal verwarmen | 30-50% | € 4000,- tot € 10.000,- | 3 tot 6 jaar |
| 4) Gestuurde ventilatie | 15-20% | € 6000,- tot € 12.000,- | 8 tot 13 jaar |
| 5) Moderniseren verwarmingssysteem | 20-60% | € 10.000,- tot €100.000,- | 12 tot 40 jaar |
| 6) Isolatiemaatregelen | 10-20% | € 40.000,- tot € 200.000,- | 20 tot 100 jaar |
| 7) Klimaatbeheersing | 20-40% | €10.000,- tot € 80.000,- | 13 tot 50 jaar |

BIJLAGE

HAARLEM, APRIL 2018

# BESPAREN