



Handreiking energie besparen kerken Nijmegen

10 stappen op weg naar duurzame kerken in Nijmegen

Juni 2022

10 stappen op weg naar duurzame kerken in Nijmegen



Colofon

Handreiking energie besparen kerken Nijmegen

Juni 2022

Opgesteld door: OOM Advies Erfgoedontwikkeling in opdracht van gemeente Nijmegen

Ontwerp infographics: Edo Nauta
Vormgeving: Colet Falke

Inleiding

Als onderdeel van een toekomstgerichte visie op religieus erfgoed wil de afdeling Ruimtelijke Ontwikkeling van de Gemeente Nijmegen kijken hoe de energieprestatie van de kerken, met inachtneming van de monumentenstatus, op een verantwoorde manier is te verbeteren.

Verduurzamingsmaatregelen zorgen niet alleen voor een beter milieu, maar ook voor lagere beheerskosten waardoor meer financiële ruimte wordt gegenereerd om monumenten goed te kunnen onderhouden. Vooral bij het religieus erfgoed is dit aspect van levensbelang. Het verantwoord omgaan met het energieverbruik is noodzakelijk om de exploitatiekosten te reduceren en nodig om kerken comfortabel en bruikbaar te maken zodat het gebouw het hele jaar door geëxploiteerd kan worden.

Als eerste stap in de ontwikkeling van een goede visie op het verduurzamen van religieus erfgoed heeft de gemeente Nijmegen een Pilotproject geïnitieerd waarbij een aantal kerken werden onderworpen aan een onderzoek naar verantwoorde verduurzamingsmaatregelen met respect voor de monumentale status en bouwfysische en bouwtechnische kenmerken van de gebouwen. Het pilotproject heeft inzicht gegeven in het gebruik, de problematiek en de toekomstperspectieven van kerken in de gemeente Nijmegen. Zo is gebleken dat grootschalige maatregelen voor de meeste kerkbesturen een dusdanig hoge investering vragen dat deze, ook met een aanzienlijke financiële bijdrage, maar mondesmaat worden genomen (onzekere toekomst, door groot bouwvolume sprake van grote investeringen, etc.).

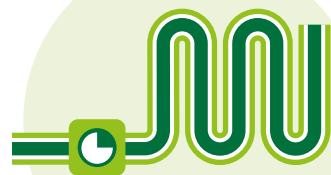
Ook blijkt dat de meeste kerken behoefte te hebben aan inhoudelijke begeleiding bij de verduurzaming van hun gebouwen. Er is bij kerkbesturen niet altijd een goed beeld hoe de verduurzaming van de kerken moeten worden aangepakt. Juist omdat de energiekosten zo hoog zijn wordt hulp en stimulering erg op prijs gesteld. Reden om voor de gemeente Nijmegen een handleiding op te stellen met heldere informatie over het verduurzamen van religieus erfgoed. Hoewel monumenten maatwerk vragen, zijn bij kerkgebouwen veel overeenkomsten te constateren in de bouwtechnische opzet en bouwfysische kenmerken en de daaraan gekoppelde problematiek van verduurzaming. Zodoende is het mogelijk om oplossingsrichtingen aan te geven die voor veel kerken kunnen gelden.

Met deze handleiding kunnen kerkbesturen een heel eind zelfstandig aan de slag en een toekomstgerichte strategie bepalen.

10 stappen op weg naar duurzame kerken in Nijmegen



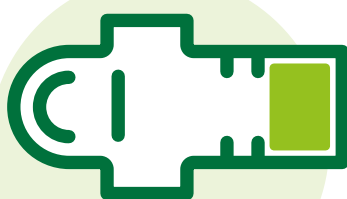
1 Optimalisatie
instelling
verwarming



2 Optimalisatie
bestaande
systemen



3 Kierdichting
en inrichting



4 Plaatselijk
verwarmen



5 Gestuurde
ventilatie



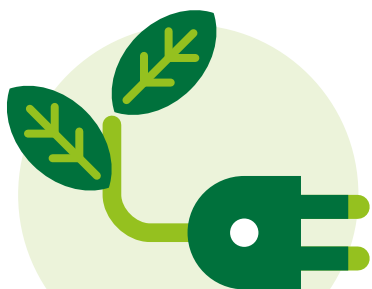
6 Moderniseren
verwarmings-
systeem



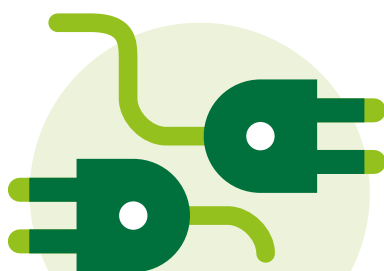
7 Isolatie-
maatregelen



8 Klimaat-
beheersing



9 Aardgasvrij



10 Elektriciteits-
verbruik



Leeswijzer

Met deze handleiding worden kerken op weg geholpen om zelfstandig maatregelen te nemen zonder direct een adviseur in te schakelen. Daarbij gaat het in eerste instantie om kerken die in gebruik zijn als kerk en die eventueel een nevenprogramma hebben. Herbestemde kerken vragen om een andere benadering; energiebesparende maatregelen bij herbestemming zijn immers sterk afhankelijk van de nieuwe gebruiksfunctie en de wijze waarop deze wordt ingepast.

In deze handleiding worden verschillende stappen behandeld waarbij wordt ingegaan op de aanpak, voordelen en eventuele nadelen, aandachtspunten en de gemiddelde investering en besparing. De volgorde van stappen is in samenhang met de gebruiksintensiteit en investering opgesteld: 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.

Stappen	Blz
1. Optimalisatie instelling verwarming	7
2. Optimalisatie bestaande verwarmingssysteem	13
3. Kierdichting en inrichting	19
4. Plaatselijk verwarmen	25
5. Gestuurde ventilatie	31
6. Moderniseren verwarmingssysteem	37
7. Isolatiemaatregelen	45
8. Klimaatbeheersing	53
9. Aardgasvrij	59
10. Elektriciteitsverbruik	65

Om te besparen op verwarmingskosten kan het volgende onderscheid worden gemaakt:

- Stap 1, 2, 3 en 4 → standaard te doorlopen
- Stap 5 en 6 → bij gemiddelde gebruiksintensiteit
- Stap 7 en 8 → bij hoge gebruiksintensiteit.

Aardgasvrij is een stap die voor iedere kerk kan gelden, ongeacht de gebruiksintensiteit. Het is een thema dat onherroepelijk ‘om de hoek komt kijken’ wanneer het bestaande verwarmingssysteem is afgeschreven.

Ook het elektriciteitsverbruik is een onderwerp dat voor alle kerken van toepassing is.



De dagelijks voor het publiek toegankelijke Petrus Canisiuskerk in het centrum van Nijmegen.

A stylized illustration featuring a thermometer and a clock. The thermometer is on the left, with a green bulb and a white scale. The clock is on the right, with a green face and white hands. Both are set against a light green circular background.

Stap

1

Optimalisatie instelling verwarming

Er valt bij kerken veel energie te besparen door een verbetering van de verwarmingsinstelling. Bij een groot aantal kerken ontbreekt een goed 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 basis-temperatuur (de temperatuur wanneer er geen activiteiten zijn) te hoog is gekozen, waardoor onnodig veel energie verloren gaat.

Invloedsfactoren bij het optimaliseren van de instelling van de verwarming

Type bestaand verwarmings-systeem	Het type installatie of installaties (soms is een combinatie van systemen toegepast) en de ouderdom hiervan bepalen voor een belangrijke mate de mogelijkheden om de verwarming af te stemmen op de vraag en het gebruik.
Omvang kerk	De omvang van een kerkgebouw speelt eveneens een grote rol bij een goede inregeling van de verwarming. Grotere kerken met een hoger volume hebben een langere opwarmtijd en vragen om een andere instelling dan kleinere en lagere kerken.
Programma	De gebruiksintensiteit en bezoekersaantallen zijn factoren die meewegen bij de instelling van een optimale inregeling van de kerkverwarming. Daarnaast is de hoedanigheid van de activiteit mede bepalend voor de comfortwens.

Voor een goede verwarmprotocol is een afstemming van het verwarmingssysteem op het gekozen programma en de gebruiksintensiteit van de kerk onontbeerlijk, maar ook de perioden tussen de activiteiten is belangrijk. Wanneer bijvoorbeeld twee dagen achter elkaar activiteiten plaatsvinden, kan voor de tussenperiode een hogere temperatuur worden aangehouden dan in een periode zonder verwarmde activiteiten omdat het doorgaans meer energie kost om een kerk weer op temperatuur te krijgen dan deze op een temperatuur te houden.

De goede instelling is ook afhankelijk van het type/hoedanigheid van de activiteiten in de kerk. Bij een tentoonstelling zullen bezoekers rondlopen waardoor een lagere temperatuur afdoende is dan bij een activiteit waarbij mensen stil zitten zoals tijdens een dienst of concert. Ook is de tijdsduur van de activiteit van invloed.

Programma	Ruimte gebruik	Tijdsduur	Bezoekers-aantal	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	beperkt en hele ruimte	2 uur	gering	beperkt	17° C
Tentoonstellingen	hele ruimte	onbepaald	variabel	beperkt	17° C
Concert, voorstelling, lezing	beperkt en hele ruimte	2 tot 3 uur	gering tot hoog	hoog	19° C
Congressen, beurzen, evenementen	hele ruimte	3 tot 6 uur	hoog	hoog	19° C
Kleine diensten; repetities etc. (in combinatie met lokale verwarming)	beperkt	n.v.t.	gering	variabel	10 - 14° C

Aanpak

Na 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 opgesteld. Hieraan kan vervolgens een automatische verwarmingsinstelling worden gekoppeld die per activiteit een vaste basis-, gebruikstemperatuur en opwarmtijd hanteert.

Instelling temperatuur

Een goed uitgangsprincipe is de temperatuurinstelling niet te hoog te kiezen met een niet te hoge opwarmsnelheid. Lagere temperaturen leiden over het algemeen minder snel tot problemen en hebben als bijkomend voordeel dat de energiekosten minder hoog zullen worden. 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 (verantwoorde) maximale temperatuur worden ingesteld die voldoet aan de ondergrens van de

bijbehorende comfortwens. Bij kleinere gezelschappen kan er ook voor worden gekozen om niet de gehele kerk te verwarmen maar alleen lokaal, daar waar de activiteit plaatsvindt, te verwarmen (zie Stap 3).

Opwarmtijd

Schade aan het interieur als gevolg van de opwarming, is ook te voorkomen door geleidelijk op te warmen. Zo zou bij luchtverwarming voor een lagere inblaasttemperatuur en een hogere inblaassnelheid kunnen worden gekozen 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 inblaasttemperatuur 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 (watergevoerde) vloerverwarming.

Aanbevolen waarden bij binnenklimaat ¹	
Basis temperatuur	8-12° 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 %

¹ Schellen, H.L., *Heating monumental churches: indoor climat and preservation of cultural heritage, dissertation TU Eindhoven, 2002.*

Metten is weten

Het is aan te bevelen om meetapparatuur in de ruimte te plaatsen die de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid registreren.

Gecombineerde verwarmingssystemen

Bij de aanwezigheid van verschillende verwarmingssystemen (meerledige verwarming) is het aan te bevelen om goed inzichtelijk te krijgen hoe de verschillende onderdelen worden gebruikt en hoe ze gezamenlijk functioneren. Zo is het bij een combinatie van vloer- en luchtverwarming, vaak beter om de vloerverwarming als basisverwarming in te zetten en de luchtverwarming te gebruiken om de ruimte te verwarmen tot een hogere gebruikstemperatuur.

Aandachtspunten

Thermische stratificatie

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 van de kerk sterk daalt. Hierdoor kan het hoger in de kerk erg warm en droog zijn waardoor risico op schade (scheurvorming) ontstaat bij monumentale orgels en houten onderdelen. Daarom is het bij de verwarminginstelling van belang dat rekening wordt gehouden met de temperatuurverdeling en de bijbehorende relatieve luchtvochtigheid.

Temperatuur vloerverwarming

Bij vloerverwarming treedt minder thermische stratificatie op; vloerverwarming geeft immers voor een groot gedeelte stralingswarmte af en iets minder convectiewarmte (ca. 70% stralingswarmte en 30% convectiewarmte) waardoor de temperatuur bovenin de kerk minder erg zal oplopen. Met name bij grotere en hoge kerken wordt de vloerverwarming vaak hoog ingesteld om voldoende comfort te bereiken. Het nadeel van een (te) hoge vloertemperatuur is dat het tot ongewenste luchtstromen en sterkere koudeval kan leiden die aanvoelt als tocht (thermisch gedreven luchtstromingen). Naarmate het verschil tussen de vloer- en de luchttemperatuur groter wordt, zal de intensiteit van luchtstromen groter zijn (hogere luchtsnelheden) en is het sneller onbehagelijk. Vandaar dat het aan te bevelen is de vloertemperatuur niet te hoog te kiezen. Ook is een gelijkmatig verwarmde vloer meer ideaal dan plaatselijke vloerverwarming omdat op de overgang sterke luchtstromen kunnen ontstaan.

Ouderdom installatie

Soms kan het beter inregelen van de verwarming lastig zijn als er sprake is van een oudere verwarmingsketel of warmtewisselaar die niet communiceert met een nieuwe regeling of regelkast. Het is dan zoeken naar de beste optimalisatie voor het systeem, of het noodzaakt tot meer handmatig instellen (wat in de praktijk niet altijd goed uitpakt). Bij sterk verouderde installaties moet dan ook nagedacht worden over de keus tussen reviseren, aanpassen of het volledig vervangen van een installatie (zie Stap 5).

Gemiddelde investering en gemiddelde besparing

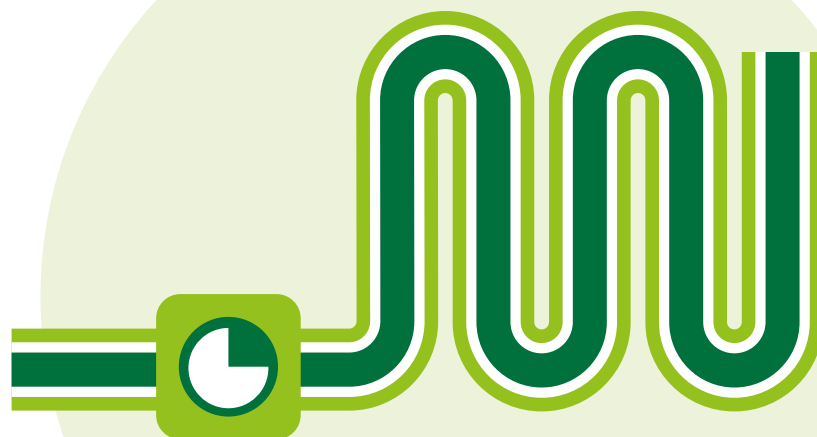
Een verlaging van de basis en/of gebruikstemperatuur met slechts 1 of 2 graden levert op jaarbasis al een aanzienlijke kostenbesparing leveren (2 tot 15%). Met een betere inregeling van de bestaande verwarming, afgestemd op het gebruik en een duidelijk verwarmingsprotocol, kan afhankelijk van de situatie 10 tot 15% op het energieverbruik worden bespaard. De optimalisatie vraagt om een gemiddelde investering tot €1.500,- met een terugverdientijd van 0 à 2 jaar.



Orgel van de Stevenskerk in Nijmegen. Hoge temperaturen, lage relatieve luchtvochtigheid en snelle opwarming kunnen ernstige schade toe brengen aan een orgel.



Leidingisolatie en het aanbrengen van isolerende mantels bij kranen en koppelingen voorkomt veel onnodig warmteverlies.



Stap

2

**Optimalisatie
bestaande
systemen**

Bestaande verwarmingssystemen kunnen vaak worden geoptimaliseerd met kleine aanpassingen, waardoor relatief eenvoudig en direct energie wordt bespaard. Zo zorgt leidingisolatie of een betere warmteverdeling in de ruimte al voor een aanzienlijke besparing.

Invloedsfactoren bij het optimaliseren van het bestaande verwarmingssysteem

Type bestaande verwarmingssysteem	Het type installatie bepaalt welke kansen er bestaan om een eventuele verbetering aan te brengen.
Opbouw kerk en systeem	In voorkomende gevallen zijn verwarmingsleidingen of luchtkanalen onder vloeren niet of erg moeilijk te bereiken.

Aanpak

Afhankelijk van het type verwarmingssysteem zijn de relatief kleinschalige verbeteringen doorgaans eenvoudig uit te voeren en geven ze direct een besparing. De maatregelen kunnen in samenspraak met een installateur worden doorgevoerd; isolerende maatregelen kunnen eventueel zelfstandig worden doorgevoerd.

Waterzijdig inregelen verwarmingssysteem

Bij verwarmingsinstallaties met radiatoren, convectoren en/of watergevoerde vloerwarming kan het voorkomen dat de doorstroming van het verwarmingswater niet optimaal is. Sommige onderdelen krijgen hierdoor minder warm water dan andere onderdelen, waardoor de installatie inefficiënt wordt. Een oplossing is de installatie door een installateur waterzijdig in te regelen waardoor de warmteverdeling verbetert. Een betere doorstroming van het water komt de warmteafgifte en warmteverdeling tussen de onderdelen ten goede, en leidt tot een energiebesparing en een comfortverbetering.

Verdeling luchtverwarming

Veel bestaande luchtverwarmingssystemen zijn uitgerust met één aanvoerrooster en meerdere afzuigroosters. Door deze constructie ontstaat het risico op een slechte warmteverspreiding waardoor aanzienlijke temperatuurverschillen kunnen optreden in de kerk. Het is dan aan te raden om met een zogenaamde rookproef te kijken hoe de luchtverdeling plaatsvindt. Wanneer de warmteverdeling ontoereikend is, kan dit vaak verbeterd worden door de plaatsing van extra inblaasunits of de plaatsing van kolommen met nozzles die een betere verspreiding van de inblaaslucht geven.

Leidingisolatie

Een relatief eenvoudige maatregel om het energieverlies in kerken te beperken, is de toepassing van leidingisolatie voor verwarmingsbuizen, koppelingen en kranen van verdeelstations, en de aan- en afvoerkanalen van de luchtverwarming. Verder beperkt de toepassing van radiatorfolie bij radiatoren (en convectoren) het warmteverlies naar de omliggende constructie.

Slimme meters

De toepassing van een zogenaamde 'slimme thermostaat' heeft het voordeel dat naast de aansturing van de verwarmingsinstallatie ook storingen worden gemeld en eventueel gegevens worden geregistreerd over de luchttemperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de kerk. Het systeem is vanaf een afstand te bedienen, en bij meerdere ruimtes is de slimme meter te combineren met slimme radiatorkranen. De temperatuur kan dan per ruimte of zone worden geregeld, waardoor de verwarming nooit onnodig aan staat.

Radiatorventilatoren

De efficiëntie van meerwandige paneelradiatoren en convectoren is eenvoudig te verhogen met radiator- of convectorventilatoren. Deze ventilatoren springen automatisch aan als de radiator of convector warm wordt en weer uit als deze afkoelt.

Aandachtspunt

Ouderdom installaties

Bij oudere installaties die op niet al te lange termijn worden gereviseerd, kan het zijn dat de maatregelen zich niet terug verdienen. Wanneer verdeelstations, leidingen en/of kanalen worden hergebruikt, hebben de investeringen uiteraard wel zin. Bij een beoogde revisering is het derhalve aan te bevelen om met een installateur af te stemmen over het nut van kleinschalige verbeteringen.

Gemiddelde investering en gemiddelde besparing

Met leidingisolatie, waterzijdig inregeling en/of verbeterde verdeling luchtverwarming, radiatorventilatoren en andere voorzieningen die de efficiëntie van het verwarmingssysteem verhogen, kan 10 tot 15% op het energieverbruik worden bespaard. De optimalisatie vraagt om een gemiddelde investering van € 2000,- tot 5000,- met een terugverdientijd van 3 à 4 jaar.



Voorbeeld van radiatorventilatoren.

Bron: Mijn Imact.



Het inblaas- en retourrooster in de Groenestraatkerk in Nijmegen liggen dicht bij elkaar waardoor het risico op 'kortsluiting' ontstaat; het staat een goede warmteverdeling in de weg.



Een luchtinblaas-unit met nozzles voor een betere warmteverdeling in de Stevenskerk in Nijmegen



Ongeïsoleerde leidingen in de kruipruimte van de Canisiuskerk in Nijmegen; ze geven veel energieverlies.





Stap

3

Kierdichting en inrichting

Het toepassen van kierdichting en tochtportalen zijn relatief eenvoudige maatregelen waardoor veel energie wordt bespaard en een hoger comfortniveau kan worden bereikt. Kieren bij ramen en deuren leiden immers tot warmteverlies en soms tot ongewenste luchtstromen, wat ten koste gaat van het comfort. Ook het aanbrengen van deurdrangers voorkomt veel onnodige tocht en energieverlies.

Kerken zijn overwegend natuurlijk geventileerd. In veel kerken zorgen klepraampjes in grote glas-in-loodvensters voor de natuurlijke ventilatie maar ook de aanwezige naden en kieren, in combinatie met sparingen in de gewelven of het plafond. De ventilatie is hierdoor vaak ongecontroleerd waardoor bijvoorbeeld bij sterke wind een aanzuigende werking kan optreden bij de gewelven en tochtstromen ontstaan door de winddruk via kieren bij ramen en deuren.

Naast kierdichting en het plaatsen van tochtportalen is ook met een goede inrichting van de kerk een hoger comfort te bereiken. Zo kan met het bankenplan of het plaatsen van stoelen rekening worden gehouden met bijvoorbeeld koudeval van ramen en luchtstromen in de kerk. Koudeval en/of luchtstromen werken immers sterk comfort verlagend.

Invloedsfactoren bij kierdichting en inrichting

Type sponning en draairichting ramen en deuren	Een deur of raam kan in een kozijn of in een steensponning vallen. Het type sponning bepaald mede de oplossing. Daarnaast is de draairichting van de deur of raam van invloed op de gewenste oplossing. Bij naar binnen draaiende elementen kan het zijn dat de oplossing buiten moet worden aangebracht, wat het aanzicht mogelijk ongewenst wijzigt.
Bestaande indeling en 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	Bij de inrichting moet rekening gehouden worden met luchtstromen die optreden bij luchtverwarming door de aanwezigheid van inblaasroosters, en luchtstromen bij een (te) hoge ingestelde vloerverwarming of gedeeltelijke vloerverwarming. Radiatoren of convectoren onder ramen voorkomen koudeval.

Aanpak

Een relatief eenvoudige oplossing om de tochtwering te verbeteren, is het plaatsen van tochtstrips in de bestaande raam- en deursponningen. Bij een deur in de steensponning is kierdichting aanbrengen minder eenvoudig. Een mogelijkheid is de steensponning uit te laten vullen met hoogwaardige constructiekit. Een andere oplossing is het plaatsen van een lat met een tochtstrip in de negge waardoor de naden worden afgedicht. 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 of de meer duurzame en efficiënte variant, de zogenaamde valdorpel (komt automatisch naar beneden als de deur sluit en gaat weer omhoog wanneer de deur opent). Uitgesleten (hardstenen) drempels kunnen echter een probleem geven. Als oplossing zou de drempel brute kunnen worden gehakt en worden aangeheeld met een reparatiemortel of er kan een nieuw stuk natuursteen worden ingezet. In sommige gevallen is het mogelijk de drempel om te draaien.

Buitendeuren die grenzen aan de kerkzaal zouden kunnen worden voorzien van een tochtportaal, eventueel van glas. Daarnaast is het van belang dat binnendeuren, die grenzen aan onverwarmde ruimtes, zoals traptorens, tochtportalen en vestibules, ook een kierdichting krijgen.

Bij houten gewelven kan gekeken worden of de naden tussen de planken kunnen worden afgedicht met bijvoorbeeld tochtlatten of met touw (breeuwen). Bij gewelven met een hoge monumentale waarde kunnen dergelijke voorzieningen soms ongewenst zijn.

Bij de inrichting van de kerk is het aan te raden om de plaatsing van de zitplaatsen af te stemmen 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.

Aandachtspunt

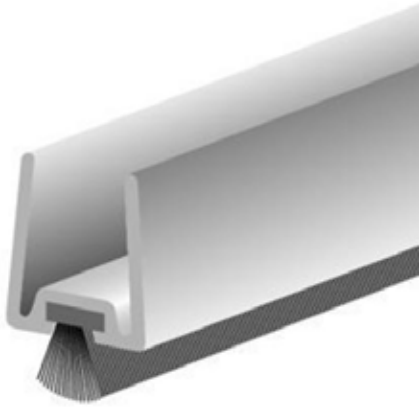
Noodzakelijke ventilatie in de kerk

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.

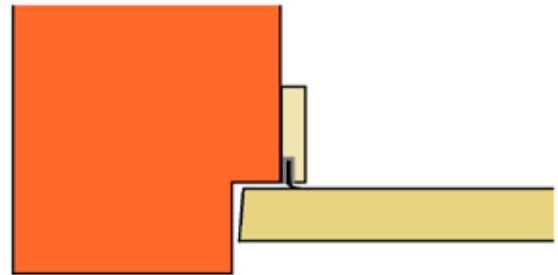
Ventilatievoorzieningen kunnen worden aangebracht in de vorm van bijvoorbeeld roosters; roosters hebben het voordeel dat de ventilatie beter beheersbaar is waardoor er afhankelijk van de behoefte meer of minder kan worden geventileerd. Zo kan bijvoorbeeld tijdens activiteiten sterker geventileerd worden dan wanneer de kerk niet in gebruik is. Het gecontroleerd en op basis van de behoefte lucht afvoeren betekent bovendien veel minder warmteverlies. Bij deze maatregel is het raadzaam om vocht- en luchtkwaliteitsmeters aan te brengen om te controleren of de ventilatievoldoende is.

Gemiddelde investering en gemiddelde besparing

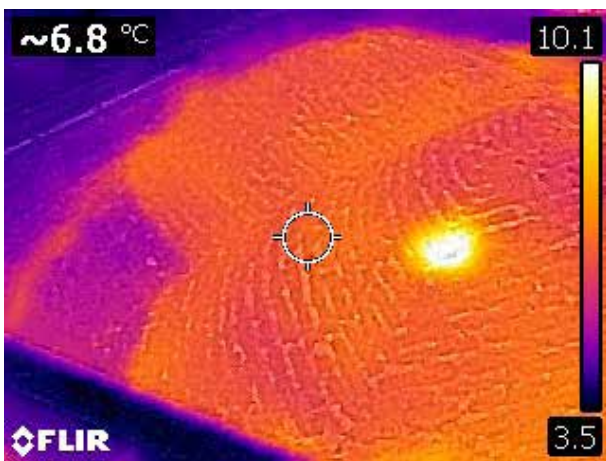
Met kierdichting en tochtwerende voorzieningen kan 10 tot 20% op het energieverbruik worden gespaard. Kierdichting vraagt om een investering van € 4000,- tot 10000,- met een terugverdientijd van 5 à 8 jaar. De kosten voor een extra tochtportaal is afhankelijk van de aard en uitvoering en kan derhalve sterk variëren.



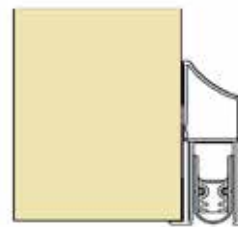
Boven: kieren bij de glazen deuren naar de kerkzaal van de Canisiuskerk in Nijmegen.
Onder: voorbeeld van een tochtstrip voor glazen deuren.
Bron: Elton B.V.



Voorbeeld met schematische weergave van een lat met kierdichting aangebracht in de negge bij een deur die in een steensponning is geplaatst.

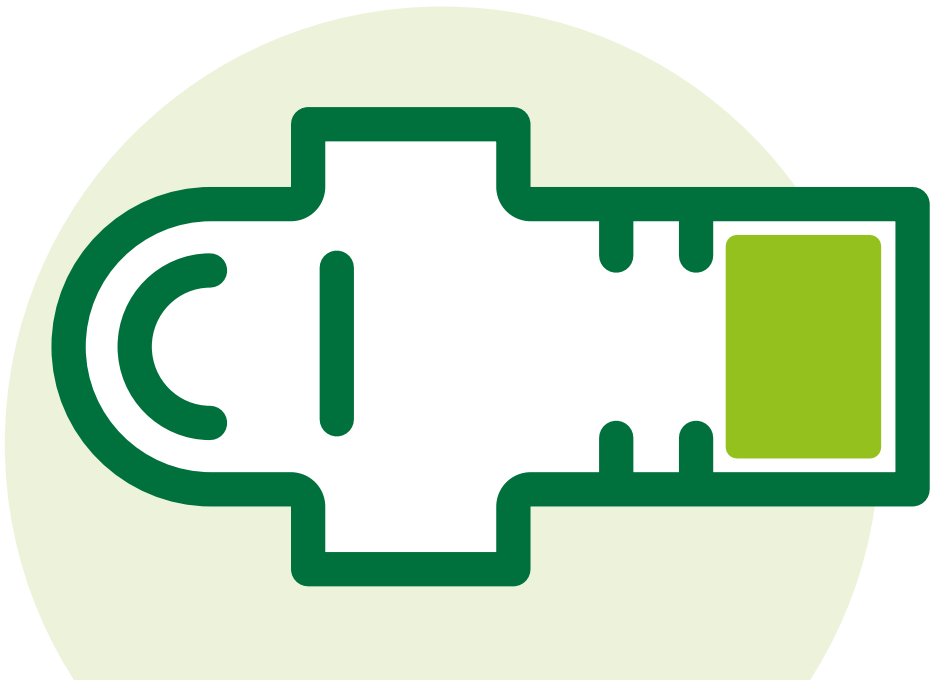


Een warmtelek ter plaatse van een sparing in de gemetselde gewelven waardoor veel warmte verloren gaat.



Boven: aanzienlijke kier bij de onderzijde van een van de entree-deuren van de Groenestraatkerk in Nijmegen.
Onder: voorbeelden van valdorpels die op of onder de deur kunnen worden gemonteerd. Ze komen automatisch naar beneden als de deur sluit en gaan weer omhoog wanneer de deur opent.





Stap

4

Plaatselijk verwarmen

Bij bepaalde activiteiten die kleinere bezoekersaantallen vragen, kan gekozen worden om 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.

Plaatselijke verwarming bestaat meestal uit elektrische infraroodstralers (mobiel of vast) of bankverwarming zoals elektrisch verwarmde kussens, voetverwarming (cv-buis of -balk, elektrisch verwarmde platen) of een combinatie hiervan. Bij al deze soorten worden de aanwezige bezoekers rechtstreeks verwarmd waardoor ze zich met een lagere luchttemperatuur toch behaaglijk voelen. Het voordeel van de infrarood panelen of stralers is dat ze nauwelijks een opwarmtijd hebben en uit kunnen worden gezet bij het verlaten van de ruimte. Hierdoor wordt er alleen verwarmd op het moment dat iemand gebruik maakt van de ruimte.

Invloedsfactoren bij plaatselijk verwarmen

Bestaande inrichting en activiteiten	Factoren die belangrijk zijn voor de keuze van een plaatselijk verwarmingssysteem zijn de locatie van de activiteit en de vorm van de activiteit. Zitten de bezoekers op een vaste plek of bewegen zij door de ruimte. Heeft de kerk vaste banken of stoelen. Welke mogelijkheden bestaan er om armaturen of elementen aan te brengen of op te hangen en de daaraan gekoppelde afstand van de verwarming tot gebruiker.
Bestaand verwarmingssysteem	Het type bestaande verwarming is mede bepalend voor de keuze van een lokaal verwarmingssysteem. Bij vloerverwarming bijvoorbeeld worden bezoekers ook van onderaf aangestraald waardoor verwarmingselementen bij voeten en benen minder noodzakelijk zijn. In dat geval is het verstandiger om te kijken naar plaatselijke verwarmingsmogelijkheden gericht op het bovenlijf.
Monumentale waarden interieur	Elementen die in de ruimte worden gehangen kunnen voor het monumentale beeld een detonerende werking hebben. Sommige systemen zoals cv-voetverwarming met een buis of balk, vragen om de aanleg van leidingen. Het kan zijn dat de aanleg daarvan niet te verenigen is met een monumentale vloer. Ook is het soms niet mogelijk om voorzieningen aan te brengen zonder schade aan kerkbanken, en kunnen stralingselementen door de plaatselijk sterke opwarming tot scheuring van houten onderdelen in de kerk leiden.

Aanpak

Allereerst moet geïnventariseerd worden op welke locatie behoefte is aan plaatselijke verwarming (bijvoorbeeld de eerste rijen banken, een kapel voor kleinere diensten of een locatie in het koor). Vervolgens moet een keuze worden gemaakt in de juiste vorm van plaatselijk verwarmen voor de plek en activiteit.

Zo kunnen bijvoorbeeld tegen kolommen, wanden of aan trekstangen van de kerk elektrische stralingselementen worden aangebracht of juist gekozen worden voor stralingselementen op losse standaards, die het voordeel hebben dat ze flexibel en gericht op de bezoekers kunnen worden ingezet. Wel geeft deze oplossing het nadeel dat er wellicht meer stroomkabels over de vloer lopen en zullen meerdere stopcontacten moeten worden aangebracht.

Een belangrijk aandachtspunt is de afstand van het stralingselement tot de gebruiker. Naarmate deze groter wordt is exponentieel meer stralingsvermogen nodig om voldoende comfort te bieden. Indien mogelijk is het aan te bevelen om de elementen dicht bij de bezoekers te plaatsen (2,5 à 3,5 m) omdat dan aanzienlijk minder vermogen nodig is. Een nadeel van plaatselijk verwarmen is dat niet het hele lichaam wordt verwarmd waardoor lichaamsdelen koud aan kunnen voelen en een oncomfortabel gevoel kan optreden.

In plaats van stralers boven de bezoekers kunnen ook elementen onder banken worden aangebracht of zitting en/of rugverwarming worden toegepast. De verwarming kan eventueel per bank of vak worden ingeschakeld, afhankelijk van het aantal bezoekers. Een dergelijke voorziening vraagt een aanzienlijk minder groot vermogen dan stralingselementen. De investering daarentegen is wel hoger. Wanneer de kerk is ingericht met 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.

Aandachtspunten

De minimale ruimtetemperatuur

Een belangrijk aandachtspunt bij plaatselijke verwarmen is de ruimtetemperatuur. Naarmate deze lager is, zal meer stralingswarmte nodig zijn voor een behaaglijk gevoel van de gebruikers. Het is daarom aan te bevelen om de kerk niet te sterk te laten afkoelen en een minimale basistemperatuur van bijvoorbeeld 10 à 12 °C te handhaven.

Noodzakelijk vermogen installatie

Bij de toepassing van een grote hoeveelheid elektrische verwarmingselementen is de bestaande elektrische installatie vaak niet toereikend en is een (kostbare) verzwaring van deze noodzakelijk. Vanaf een vermogen hoger dan 175 kVA is een eigen transformatorstation nodig.

Nadelen gasgestookte stralingselementen

Bij gasgestookte stralingsarmaturen komt bij verbranding veel waterdamp en CO₂ vrij. Het vocht kan nadelig werken voor interieuronderdelen zoals orgels en tot sterke condensatie op bijvoorbeeld gewelven etc. leiden. Daarnaast vraagt de aanleg van gasleidingen vaak om ongewenste boringen in monumentale (vloer)onderdelen. Vandaar dat gasarmaturen overwegend niet zijn aan te bevelen als kerkverwarming. Ook sluit het gebruik van gas niet aan bij de huidige klimaatdoelstellingen.

Gemiddelde investering en gemiddelde besparing

Met plaatselijk verwarmen kan 20 tot 50% op het energieverbruik worden bespaard. Het aanbrengen van lokale verwarming vraagt om een investering van € 6000,- tot 16.000,- met een terugverdientijd van 3 à 8 jaar².

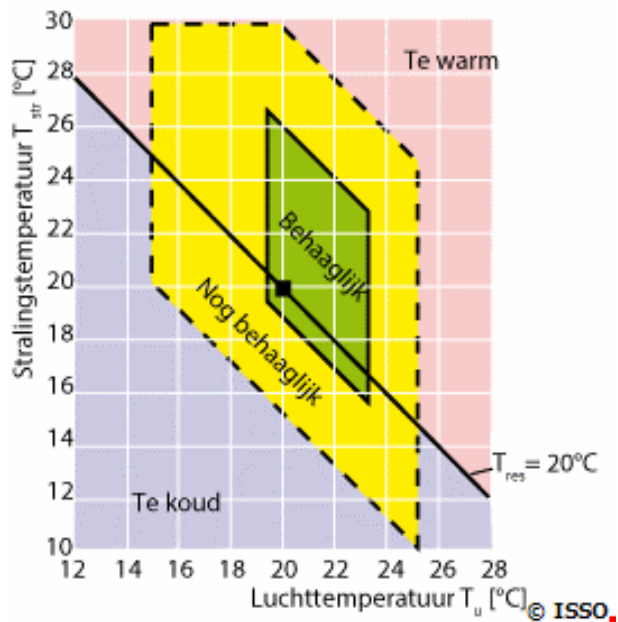
² Geen rekening houdend met een eventueel noodzakelijke aanpassing van de elektrische installatie (meterkast).



Voorbeeld van infrarood stralers.



Boven: stralingselement onder een kerkbank.
Onder: zitting- en rugverwarming op kerkbanken.
Bron: PKN Vianen



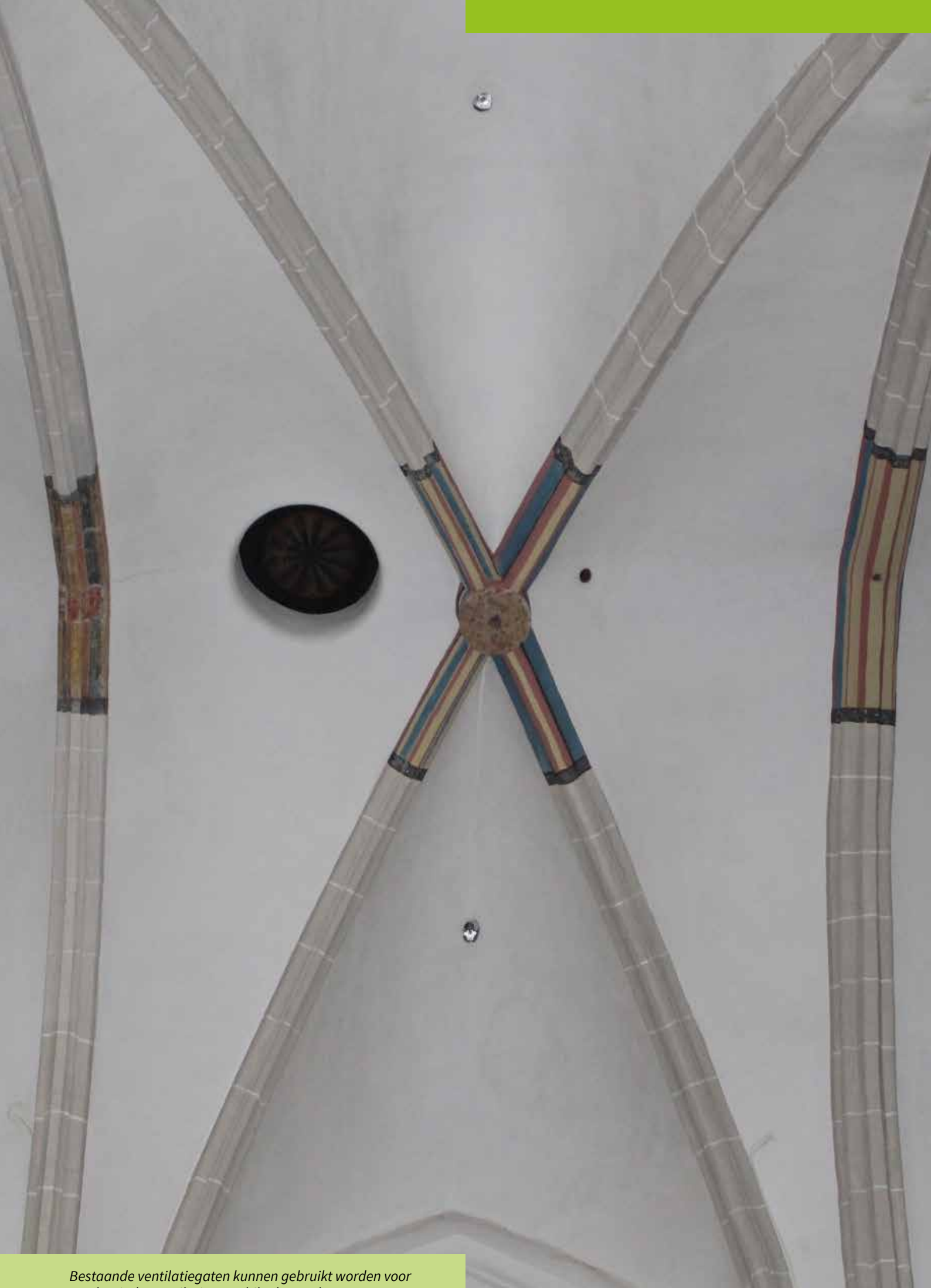
Samenhang tussen luchttemperatuur en stralings-
temperatuur bij een relatieve vochtigheid van 30 tot
70% en een luchtbeweging van 0,1 tot 0,2 m/s
 T_{res} is de gemiddelde temperatuur van de stralings-
temperatuur en luchttemperatuur.

Bron: ISSO



Mobiel stralingselement.

Bron: Veito.





Stap

5

**Gestuurde
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 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. Een andere optie is luchttoevoer te koppelen aan de bestaande luchtverwarming.

Omvangrijkere systemen zoals gebalanceerde ventilatiesysteem vragen om een aanzienlijke ingreep en zijn relatief kostbaar, deze worden behandeld in Stap 7.

Invloedsfactoren bij gecontroleerde ventilatie

Omvang kerk	Naarmate de kerk een groter volume heeft, wordt de benodigde capaciteit van het ventilatiesysteem groter. Een optie is op verschillende plekken afzonderlijke afzuig- of inblaassystemen te plaatsen, echter boven een kerkvolume van 7.000 m ³ is bij een beperkt aantal gebruiksuren en beperkt aantal bezoekers niet direct een ventilatievoorziening nodig. Bij een meer intens gebruik is de vereiste capaciteit dusdanig dat beter onderzocht kan worden of een klimaatinstallatie of Gebouw Beheers Systeem (GBS) een beter alternatief is (zie Stap 7).
Monumentale waarden	De meeste kerken zijn voorzien van ventilatiesparingen waarop de mechanische ventilatie goed kan worden aangesloten. Het kan echter ook voorkomen dat een kerk geen geschikte ventilatiesparingen heeft; dan moeten er sparingen worden aangebracht waarop het systeem kan worden aangesloten. Dit moet zoveel mogelijk gebeuren zonder schade aan de monumentale waarden van het gebouw.
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 (zoals bij houten gewelven), zullen de mechanische systemen een te beperkt effect hebben. Ook is het aantal sparingen t.b.v. bijvoorbeeld lampen van invloed.

Bestaande ventilatievoorzieningen	De hoedanigheid van de bestaande (natuurlijke) ventilatie is eveneens van invloed op de mogelijkheden. Bij de meeste kerken bevinden zich ventilatiesparingen in de gewelven, maar ook komt het voor dat in de zijwanden van het middenschip (in open verbinding met de zolders van de zijbeuken) sparingen zijn aangebracht. Vaak is het is redelijk eenvoudig om hier een mechanische afzuig- of inblaassysteem op aan te laten sluiten. Voor kerken die alleen met ventilatie-klepramen zijn uitgerust, bestaan zogenaamde Servomotoren die mechanisch (naar gelang de ventilatiebehoefte) het raam openen of dichtten.
Bestaand verwarmings-systeem	Bij de meeste luchtverwarmingssystemen bestaat de mogelijkheid om het te koppelen aan het nieuwe ventilatiesysteem. Afhankelijk van de ventilatiebehoefte kan de benodigde hoeveelheid verse lucht worden aangevoerd en de binnenlucht verder worden gerecirculeerd.

Aanpak

Allereerst moet gekeken worden of de kerk geschikt is voor mechanische ventilatie. Is de kierdichting afdoende, is de buitenschil (bijvoorbeeld het type gewelf) niet te open en is het volume van de kerkzaal niet te groot (zie bovenstaande tabel). 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 bovenin 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 luchtkwaliteitsmeters sturen de ventilatie units dan aan waardoor de afzuiging op een lage stand draait of uit staat wanneer de kerk niet in gebruik is.

De keuze voor een systeem dat afzuigt of inblaast is afhankelijk van het type kerk en het verwarmingssysteem. 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 een koppeling van het ventilatiesysteem aan het bestaande luchtverwarmingssysteem wordt automatisch voor inblaas gekozen.

Het gecontroleerd en op basis van de behoefte lucht afvoeren betekent veel minder warmteverlies. Ook kunnen de aanvoer-roosters bij mechanische afzuiging en een goede kierdichting, van een onderdruk klep worden voorzien, waarmee de ventilatie nog beter is gereguleerd. Het energieverlies is verder te beperken door de ventilatie CO₂ en Rv gestuurd te laten plaatsvinden, zodat alleen geventileerd wordt wanneer noodzakelijk.

Aandachtspunten

Ventilatie zolderruimte

Wanneer de units in de zolderruimte uitblazen, moet deze goed worden geventileerd of worden voorzien van een afvoerkanaal in het dak. In sommige gevallen kan hiervoor een dakkapel worden benut. Een andere optie is de toepassing van monnikskappen in een leien dak of ventilatiepannen die minder ontsierend werken dan een afvoerkanaal.

Bovenin inblazen of afzuigen

Wanneer boven bij de gewelven wordt ingeblazen, mengt de verse lucht zich ook met de warme lucht en treedt er minder thermische stratificatie op. Wel zal de stijgende warme lucht en de dalende koude lucht luchtstromen geven, die tot tocht en daarmee extra onbehagelijke plekken in de kerk kunnen leiden. Bij afzuiging zal dit minder het geval zijn. Een nadeel van afzuigen bovenin bij gewelven of plafond is 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.

Gemiddelde investering en gemiddelde besparing

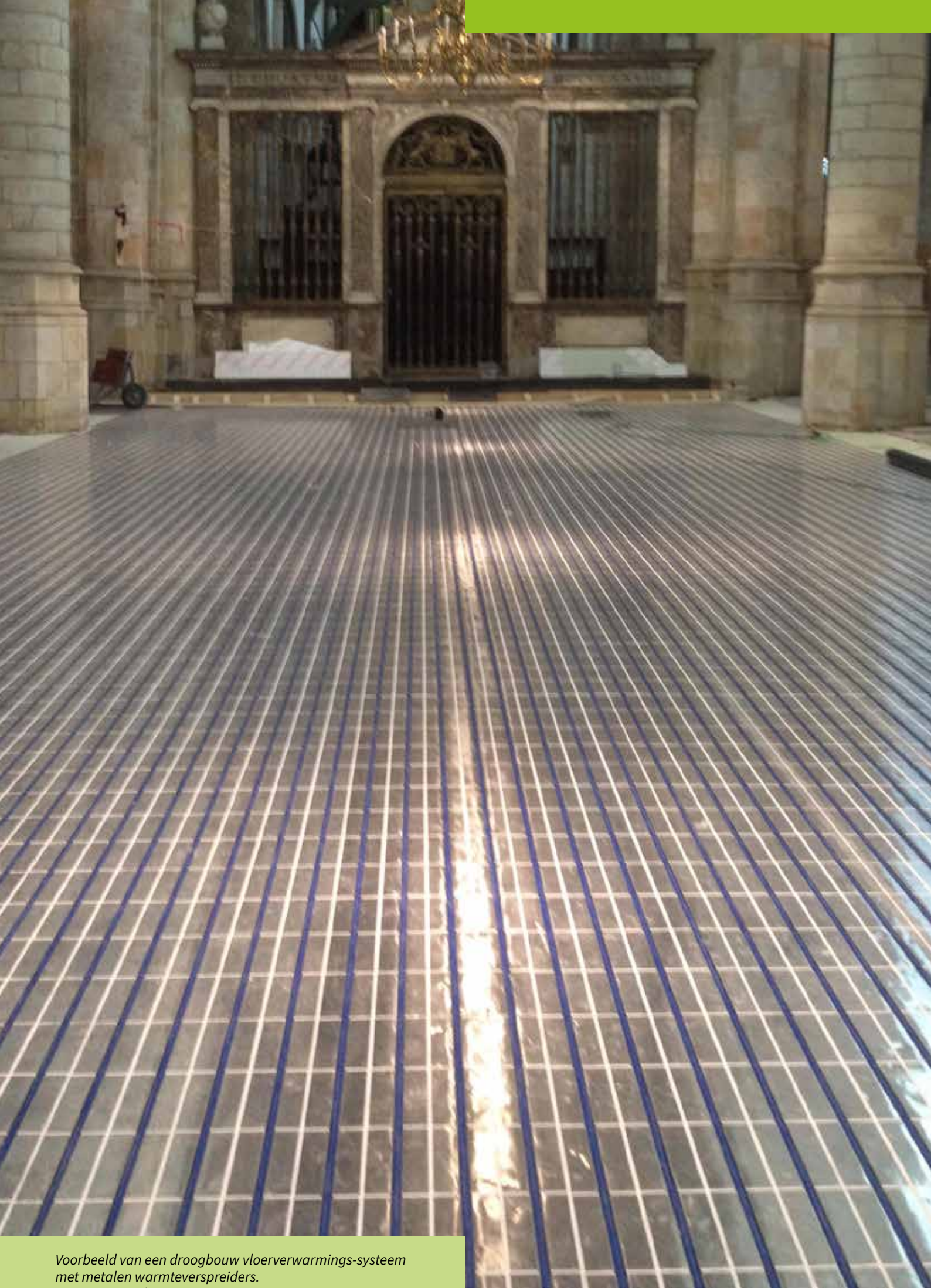
Met mechanische ventilatie kan 10 tot 20% op het energieverbruik worden bespaard. Het aanbrengen van mechanische ventilatie vraagt om een investering van € 8.000 tot 20.000,- met een terugverdientijd van 8 tot 15 jaar.



Een ventilatie pan



Een monnikskap



Voorbeeld van een droogbouw vloerverwarmings-systeem
met metalen warmteverspreiders.
Bron: Jupiter vloerverwarming



Stap

6

Moderniseren verwarmings- systeem

Het moderniseren van het verwarmingssysteem kan zowel het volledig vervangen als het aanpassen en aanvullen van het bestaande systeem betekenen. Het vervangen of aanpassen/aanvullen van het verwarmingssysteem is aan de orde als het systeem verouderd is en technische mankementen vertoont. In sommige gevallen is de warmtevraag gewijzigd, door bijvoorbeeld een intensiever gebruik, waardoor een aanvulling en/of een nieuw zuiniger systeem voordelen biedt. Ook kunnen oude systemen vaak niet goed communiceren met moderne regelapparatuur (zie ook Stap 1) waardoor een revisering is aan te bevelen.

Op het moment dat een installatie is afgeschreven en aan vervanging of revisering toe is, kan meteen gekeken worden of de wijze van verwarming nog wel aansluit bij de wensen en het gebruik van de kerk of dat een aanpassing en/of uitbreiding beter is. Bij een modernisering van het systeem is, indien relevant, het sterk aan te bevelen meteen te kijken hoe te anticiperen is op een aardgasvrije toekomst en welk alternatief voor aardgas in de wijk of gemeente wordt beoogd (zie stap 8 Aardgasvrij).

Voor veel kerken biedt een combinatie van systemen voordelen. Het toevoegen van een aanvullend 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, waardoor de ruimtetemperatuur wat lager kan worden gehouden. Vloerverwarming wordt ook vaak als de basisverwarming toegepast terwijl de luchtverwarming wordt gebruikt voor de gewenste gebruikstemperatuur. Maar ook andere combinaties van verwarmingssysteem komen voor.

Een andere optie is om het verwarmingssysteem alleen te gebruiken om de kerk te verwarmen tot een minimale basis-temperatuur en alleen bij te verwarmen daar waar de activiteit plaatsvindt, door bijvoorbeeld infrarood stralingspanelen of elektrische vloerverwarming. Door niet de hele ruimte op een hogere temperatuur te brengen maar de bezoekers rechtstreeks te verwarmen, kan (met name bij grote kerken) veel energie worden bespaard.

Wat voor een kerk het meest optimaal is, hangt o.a. af van het programma, de omvang van de kerk en de aanwezige monumentale waarden.

Invloedsfactoren bij de modernisering van het verwarmingssysteem

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 her te gebruiken met moderne toevoegingen zoals bijvoorbeeld nieuwe warmtewisselaars en/of warmtebronnen, geniet dit meestal de voorkeur.
Programma	De gebruikintensiteit 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. 3000 m ³) of als bijverwarming. 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.
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 niet altijd goed toepasbaar bij kerken met monumentale vloeren.

Aanpak

Het aanpassen van een bestaand of aanleggen van een nieuw systeem 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. Wanneer een systeem totaal ongeschikt blijkt te zijn voor het verwarmen van de kerk, is het vervangen van het systeem een zinvolle optie. Voor de keuze van een nieuw geschikt verwarmingssysteem zal een gespecialiseerd installatietechnisch adviseur moeten worden ingeschakeld waarbij, indien relevant, meteen wordt gekeken hoe te anticiperen is op een aardgasvrije toekomst (zie stap 8). Daarnaast is inzicht in het binnenklimaat noodzakelijk. Hiervoor zal op diverse plaatsen moeten worden gemeten, zowel op gebruiksniveau als bij het(de) orgel(s) bovenin de kerk. Op basis van 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.

De wijze van verwarmen heeft grote invloed op het binnenklimaat, 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 een helder verwarmingsprotocol (afgestemd op het programma, de gebruiksfrequentie en comfortwens) onmisbaar, waarbij het aan te bevelen is de temperatuurinstellingen niet te hoog te kiezen met een niet te hoge opwarmingsnelheid. Een andere optie is de temperatuur laag te houden en alleen de gebruikers rechtstreeks te verwarmen. Afhankelijk van de activiteit kan een maximale temperatuur worden ingesteld die voldoet aan de ondergrens van de bijbehorende comfortwens (zie Stap 1).

Aandachtspunten

Bij vloerverwarming

Bij veel kerken is de bestaande vloerverwarming relatief diep onder de zerkken aangebracht. Wanneer de leidingen van de vloerverwarming te diep in de grond liggen, is het systeem erg lastig in te regelen, en regeert deze (te) traag op temperatuurwijzigingen. Ook is de vloerisolatie bij oudere systemen beperkt of ontbreekt deze, waardoor veel energie verloren gaat. Inefficiënte vloerverwarmingssystemen zijn vaak niet goed te modificeren waardoor vervangen de enige optie is. Nieuwe vloerverwarming kan eventueel worden ondergebracht onder (indien aanwezig) houten vlonders waarop de kerkbanken zijn geplaatst. Hier kan dan een zogenaamd droog systeem worden toegepast (met metalen verdelers); wel zal de bestaande plankenvloer in de meeste gevallen moeten worden vervangen door een dunner exemplaar.

Bij luchtverwarming

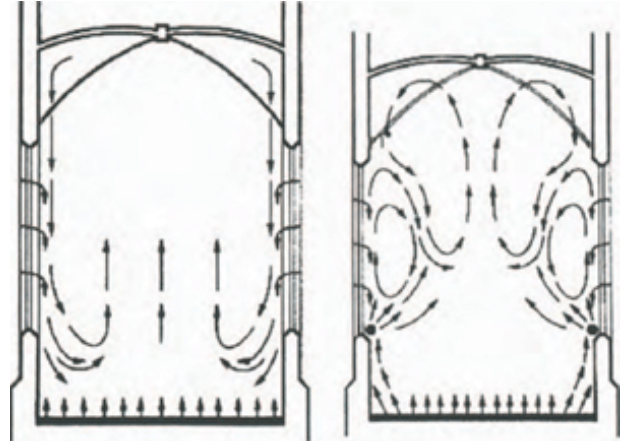
Bij bestaande luchtverwarmingssystemen kan een slechte warmteverspreiding optreden door het éénzijdig (met groot vermogen) inblazen waardoor aanzienlijke temperatuurverschillen in de kerk kunnen voorkomen. Een betere verspreiding van de lucht door het aanbrengen van extra inblaaspunten en/of het toepassen van nozzles, kan de situatie verbeteren.

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. € 15.000 tot 200.000,-. De terugverdientijd is sterk afhankelijk van de situatie; logischerwijs is de terugverdientijd korter bij een afgeschreven (en inefficiënt) bestaand verwarmingssysteem.



Voorbeelden van voorgefreesde vezelplaten met vloerverwarming
Bron: Fermacell



Luchtstromingen in een kerkzaal. Links zonder verwarmingselementen onder de ramen en rechts met. De koudeval van ramen en gewelven wordt hierdoor ter hoogte van de bezoekers gereduceerd. Bron: A. Pfeil, Untersuchungen über das Raumklima.



Voetverwarming in de Remonstrantse Kerk in Nijmegen, bestaande uit een tranenplaat met daaronder de verwarmingsleiding. Door het ontbreken van contact tussen de verwarmingsbuizen en de platen is de warmtegeleiding beperkt en werkt de voetverwarming niet goed. Als oplossing kunnen de buizen worden uitgerust met metalen geleiders (strips) om het warmtetransport naar de tranenplaat te verhogen.



Voorbeeld verwarmingselement onder een kerkraam



Warmtebeeldopname van de gewelven in de Groenestraatkerk in Nijmegen. De opname laat zien dat het gewelf bij de locatie van het inblaasrooster van de luchtverwarming veel warmer is dan de overige gewelven. Het onderstreept het gegeven dat warme lucht sterk opstijgt (thermische stratificatie), waardoor de luchtverdeling vaak niet optimaal is.

Voor- en nadelen verwarmingstypen

	Voordelen	Nadelen
Lucht verwarming	• Directe en snelle opwarming. • Wijzigingen in instellingen hebben een snel effect. • Eenvoudig te koppelen aan ventilatie. • Via het systeem kan eventueel worden bevochtigd en ontvochtigd. • Geschikt voor het verwarmen van grote ruimtes.	• Er treedt snel thermische stratificatie op met relatief hoge temperaturen bovenin de kerk. • Risico van grote temperatuurschommelingen en sterke verlaging van de relatieve luchtvochtigheid. • De luchtkanalen en installatie nemen veel ruimte in en vragen om een omvangrijke ingreep in het gebouw. • In de buurt van inblaasroosters kan een gevoel van tocht optreden. • Een hogere luchttemperatuur is noodzakelijk voor een behaaglijk gevoel (geen stralingswarmte). • Kans op ongewenste luchtcirculatie
Vloerverwarming	• Door het direct verwarmen en aanstralen van de bezoekers kan worden volstaan met een lagere luchttemperatuur. • Door direct aanstralen wordt sneller een behaaglijk gevoel bereikt. • Het systeem is een lage temperatuurverwarming (LTV) en verbruikt daardoor relatief minder energie. Verder is het systeem eenvoudig te koppelen aan duurzame energie-opwekking zoals een warmtepomp. • Zeer geschikt als basisverwarming. • Door het grote aandeel stralingswarmte (ca. 70 %) en minder convectiewarmte treedt geen wezenlijke thermische stratificatie op.	• Systeem reageert traag en heeft een lange opwarmtijd. • Kostbaar en ingrijpend in aanleg en niet geschikt voor kerken met monumentale vloeren. • Bij een te hoge vloertemperatuur of een gedeeltelijke vloerverwarming kunnen ongewenste luchtstromen ontstaan. • Wanneer de leidingen te diep in de vloer liggen is het systeem lastig in te regelen en reageert het (te) traag op temperatuurwijzigingen.
Radiatoren	• Radiatoren onder ramen beperken koudeval. • Stralingswarmte van de radiatoren geeft extra comfort, waardoor met een lagere luchttemperatuur kan worden volstaan (geldt alleen voor zitplaatsen nabij de radiatoren). • Kan als voetverwarming bij banken worden gebruikt (kokers of buizen) waardoor een bezoeker zich sneller (bij een lagere ruimtemtemperatuur) behaaglijk voelt. • Eenvoudig en relatief goedkoop systeem.	• Alleen geschikt voor kleinere kerken (tot ca. 3000 m³) of als bijverwarming. • Afhankelijk van de grootte van de ruimte heeft het systeem een lange opwarmtijd. • Radiatoren in de kerkruimte kunnen afbreuk doen aan de visuele gaafheid. • Met name ledenradiatoren blijven lang warm na het uitzetten van de verwarming en het duurt lang om ze op te warmen.

	Voordelen	Nadelen
Convectoren	• Convectoren onder ramen beperken koudeval. • Eenvoudig en relatief goedkoop systeem. • Er bestaan ook laag temperatuur convectoren die in verhouding minder energie verbruiken en een relatief snelle opwarming kunnen geven.	• Alleen geschikt voor kleinere kerken (tot ca. 3000 m³). • Afhankelijk van de grootte van de ruimte heeft het systeem een lange opwarmtijd. • Wandconvectoren in de kerkruimte kunnen afbreuk doen aan de visuele gaafheid. • Converterputten kunnen lastig toepasbaar zijn bij kerken met monumentale vloeren. • 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. • Geen opwarmtijd, verwarmt direct wanneer nodig en is daarmee energie efficiënt. • Zeer beperkt effect op de luchttemperatuur en relatieve luchtvochtigheid. • Zeer geschikt als lokale verwarming.	• Bij een omvangrijker systeem is een aanpassing van de elektrische installatie noodzakelijk. • Kosten-technisch minder geschikt voor de verwarming van grotere kerkzalen (meer dan 200 zitplaatsen). • Kan door eenzijdige verwarming tot koude lichaamsdelen leiden. • Kan door de plaatselijk sterke opwarming van interieuronderdelen tot schade leiden.





Stap

7

Isolatie- maatregelen

Om extra energie te besparen, met name bij een hogere gebruiksintensiteit en hogere comforteisen, kan het na-isoleren van de kerk uitkomst bieden. Het na-isoleren van kerken vraagt door de doorgaans grote afmetingen wel om omvangrijke en kostbare maatregelen. Hierdoor is het aan te bevelen om deze alleen als onderdeel van een grootschalige restauratie en/of renovatie door te voeren.

De zwakste schakels zijn meestal de vensters. Naast het voorkomen van warmteverlies leidt het verbeteren van de isolatiewaarde van de ramen ook tot minder koudeval (comfort).

Ook treedt veel warmteverlies op via gewelven of plafonds en een wat kleiner aandeel via de vloeren.

Invloedsfactoren bij isolatiemaatregelen

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 25 uur per week) en de temperatuurinstelling vanuit de comfortwens wat hoger is (≥ 18 °C) wordt het toepassen van isolerende maatregelen financieel pas interessant.
Monumentale waarden	Bij de aanwezigheid van hoge monumentale onderdelen zoals gewelfschilderingen, monumentale vloeren, glas-in-lood en gebrandschilderd glas, dient men extra voorzichtig en terughoudend te zijn bij de toepassing van isolerende maatregelen. Een foutieve toepassing van isolerende voorzieningen kan immers tot schade aan het erfgoed leiden.
Bouwfysische condities	Bij de isolatie van plafonds, gewelven en wanden kunnen op de overgangen tussen onderdelen zogenaamde koudebruggen ontstaan. Dit kan tot condensatie in en tegen de onderdelen leiden, met alle mogelijke schadegevolgen van dien. Het is dan ook van belang dat de te nemen maatregelen bouwfysisch worden doorgerekend op hun gevolgen voor de constructie.

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.

Vensters

Het overgrote deel van de kerken is uitgerust met glas-in-lood vensters. Voor de verbetering van de energieprestatie van dergelijke vensters kan gekozen worden voor buiten- of binnen-voorzetbeglazing. Het voordeel van buitenbeglazing is dat deze het glas-in-lood meteen beschermt. Een nadeel is dat de isolatiewaarde van het glas lager zal zijn dan binnen-voorzetbeglazing omdat bij glas aan de buitenzijde tussen de ramen met buitenlucht moet worden geventileerd. Een alternatief is het buiten-voorzetraam uit te voeren in isolatieglas en het kiervrij aan te brengen waarbij middels sparingen aan de onderzijde tussen het oorspronkelijke glas-in-lood en het buiten-voorzetraam geventileerd wordt met binnenlucht.

Een hoogwaardige alternatief is de plaatsing van een binnen-voorzetraam, maar alleen als het kozijn kiervrij aansluit op de bestaande constructie en wanneer de ruimte tussen het nieuwe raam aan de binnenzijde en het oorspronkelijke raam aan de buitenzijde met buitenlucht wordt geventileerd, wederom om condens te voorkomen (condens kan tot een kortere levensduur van het glas leiden).

Voor ramen met een hoge monumentale waarde kan ook gekozen worden voor een zogenaamde museale opstelling: 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.

Glas-in-beton vensters

Een bijzondere plaats nemen glas-in-betonvensters in, onderdelen die in veel na-oorlogse kerken zijn toegepast. Door de dunne laag beton in combinatie met het glas hebben dit soort vensters een relatief hoge warmtedoorgangscoëfficiënt en

geven derhalve veel warmteverlies.

Om de isolatiewaarde te verbeteren kunnen ook hier voorzetramen worden toegepast. Wel is het beeld bij de meeste glas-in-betonramen vooral vanuit het interieur van belang en zijn binnen-voorzetramen door het risico van extra spiegeling (met name bij kunstlicht) minder ideaal. Bij de toepassing van voorzetramen zullen net als bij andere kerkramen ventilatiesparingen moeten worden aangebracht om condens te voorkomen. Vooral dit punt zal bij veel glas-in-betonramen lastig zijn te verwezenlijken. In veel gevallen is het meest praktisch om beschermende buiten-voorzetbeglazing aan te brengen, maar het aanvullend isolerend vermogen hiervan zal door de noodzakelijke ventilatie met buitenlucht, beperkt zijn.

Gewelven

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 en gebogen vormen. Dit vraagt om de toepassing van flexibele isolatiedekens. Het nadeel van deze producten is dat ze kunnen uitzakken of bij veroudering uiteen kunnen vallen, waardoor de gewelven niet overal meer gelijkmatig zijn geïsoleerd en er koudebruggen ontstaan. Wanneer de complexiteit van de vorm van het gewelf toeneemt, is het lastiger de isolatie naadloos toe te passen en de kans op vochtproblemen groter.

Er zijn kerken waar spuitsystemen zoals PUR-isolatie zijn toegepast. Een groot nadeel is dat deze oplossing niet reversibel is en volledig dampdicht.

Voor moeilijk bereikbare delen van het gewelf (vaak de onderste delen) biedt de toepassing van cellulosevlokken die op de gewelven worden geblazen, uitkomst. Een nadeel is dat het tevens een warm onderkomen voor ongedierte kan bieden. Verder ontstaat een vocht risico wanneer de ruimte tussen het dakbeschot en het gewelf met vlokken zijn gevuld, omdat er niet meer wordt geventileerd en eventueel vocht (bijvoorbeeld bij lekkage) moeilijk weg kan.



Vloeren

Vaak vindt vloerisolatie plaats in combinatie met vloerverwarming. Wanneer de kerkvloer rechtstreeks op de ondergrond is aangebracht, is een oplossing de kerkvloer uit te nemen. 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 kerkrimte en kan aansluitingsproblemen geven bij bijvoorbeeld deuren die moeten worden ingekort. Eventueel kan onder bestaande houten vlonders (bij kerkbanken) isolatie worden aangebracht (samen met vloerverwarming).

Bij de kerken die voorzien zijn van kelders en of kruipruimtes, is het doorgaans eenvoudig om vanaf de onderzijde isolatie aan te brengen.

Gevelisolatie

Kerken hebben overwegend dikke massieve buitenmuren. Dit gegeven brengt met zich mee dat de na-isolatie ervan minder effect heeft en dat het bestaande accumulerend vermogen (het vasthouden van warmte of koude) van de muren bij na-isolatie grotendeels verdwijnt. Ook leidt na-isolatie van buitenmuren vaak tot bouwfysische risico's door aansluitingsproblemen bij o.a. venters en gewelven. Zo kunnen door de veel toegepaste constructiewijze bij kerken, zogenaamde koudebruggen ontstaan die condensatieproblemen geven. Tenslotte kan na-isolatie ook ten koste gaan van eventuele binnenafwerkingen, schilderingen en wandkust. Vandaar dat kerkmuren doorgaans niet geschikt zijn voor gevelisolatie.

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.

Aandachtspunten

Ventilatie

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.

Isolatie spouwmuren

Bij spouwmuren lijkt na-isolatie een relatief goedkoop en eenvoudig toe te passen maatregel te zijn (de spouw wordt volgeblazen met een isolatiemateriaal) met een verbetering van de energieprestatie van 15 tot 20%. Toch 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 van de muur. Vaak wordt de spouw bij kerken onderbroken ter hoogte van steunberen of bij een raam of deur waar een latei die van het binnen- naar het buitenblad doorloopt, is toegepast. 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 en de aanwezigheid van onderbrekingen worden gecontroleerd.

Gemiddelde investering en gemiddelde besparing

Met het na-isoleren van een kerk kan gemiddeld 10 tot 40% 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. € 60.000 tot 2.000.000,- of hoger bij grote kerken. De terugverdientijd 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 in de regel relatief goedkoper.



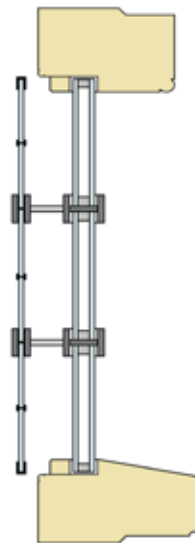
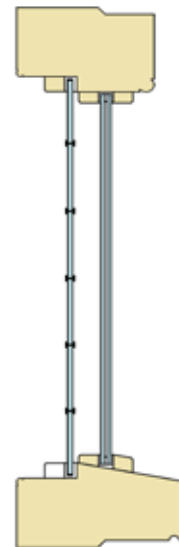
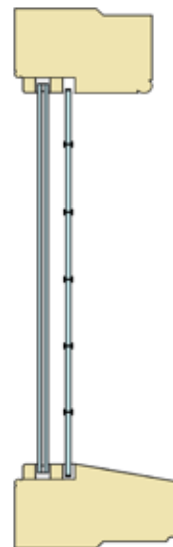
Een glas-in-betonraam van de Canisiuskerk vanaf de buiten- en binnenzijde.



Voorbeeld van gewelven waarbij condensatieproblemen ontstonden als gevolg van plaatselijk uitgezakte isolatie.



Boven: ventilatiesleuf aan de onderzijde van het glas-in-lood bij een buiten-voorzetraam.
Onder: condensvorming bij een buiten-voorzetraam.



Boven: Schematisch detail van een glas in lood binnen-voorzetraam (links) en buiten-voorzetraam (rechts).

Een museale opstelling van een glas-in-lood-raam.



Luchtbehandelingsinstallaties die zijn gekoppeld aan een Gebouw Beheers Systeem



Stap

8

Klimaat- beheersing

Voor omvangrijke kerken met een hoge gebruiksintensiteit en hogere comforteisen kunnen klimaatinstallaties diverse voordelen bieden. Naast het verlagen van de energievraag voor verwarming is het binnenklimaat beter constant te houden waardoor betere condities worden gecreëerd voor houten onderdelen zoals orgels. Het aanbrengen van een klimaatinstallatie vraagt echter om een aanzienlijke investering waardoor dit alleen rendabel is voor intensief gebruikte, grotere kerken.

Een klimaatinstallatie regelt het binnenklimaat waaronder de temperatuur, de luchtkwaliteit en de ventilatie. Meestal wordt hiervoor een gebalanceerd ventilatie systeem toegepast waarbij de aan- en afvoer van de lucht mechanisch is geregeld. Om energieverlies te voorkomen wordt hier een Warmte Terug Win systeem (WTW) aan gekoppeld, waarbij de uitgaande lucht de inkomende lucht verwarmt in een warmtewisselaar. Aan het ventilatiesysteem kunnen luchtkwaliteit en relatieve luchtvochtigheidsmeters worden gekoppeld die het systeem aansturen. Een nadeel van dergelijke installaties is dat het om luchtkanalen vraagt en verschillende aan- en afvoerroosters in de buitenschil, wat in veel gevallen lastig is uit te voeren.

Ook kan een zogenaamd Gebouw Beheers Systeem (GBS) worden toegepast waarbij de installaties (verwarming en ven-

tilatie) centraal worden aangestuurd. Een GBS is een instrument (software) dat een zo optimaal mogelijk binnenklimaat nastreeft en zorgt voor een optimale afstemming van de energievraag en het energieverbruik. Een voordeel is dat een 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 ruimtes. 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 de relatieve luchtvochtigheid na de optimalisatie van het verwarmingssysteem nog steeds niet afdoende kan worden beheerst.

Invloedsfactoren bij klimaatbeheersing

Programma	De gebruiksintensiteit, bezoekersaantallen en comfortwensen zijn factoren die meewegen bij de vraag of klimaatbeheersing rendoert. Wanneer een kerk vaker wordt verwarmd (tijdens het stookseizoen gemiddeld meer dan 30 uur per week) en de temperatuurinstelling vanuit de comfortwens wat hoger is ($\geq 18^{\circ}\text{C}$), wordt de toepassing van klimaatbeheersing financieel 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 m^3 kan een dergelijk systeem voordelen bieden.
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.
Constructief	Vaak kunnen de installaties op de zolder worden geplaatst. Grotere installaties hebben een aanzienlijk gewicht en kunnen dikwijls 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. Hetzelfde geldt voor de openheid van gewelven. Wanneer de gewelven een te open karakter (zoals bij ongeïsoleerde houten gewelven) hebben, is de kerk mogelijk niet geschikt voor een klimaatinstallatie.

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.

Aandachtspunten

Binnenklimaat

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.

Geluid

Klimaatinstallaties produceren geluid. Vaak moeten voorzieningen als een geluiddempende vloer onder de installatie worden toegepast om geluidsoverlast voor de kerkzaal te voorkomen.

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. € 20.000 tot 400.000,-. De terugverdientijd is 13 tot 50 jaar.

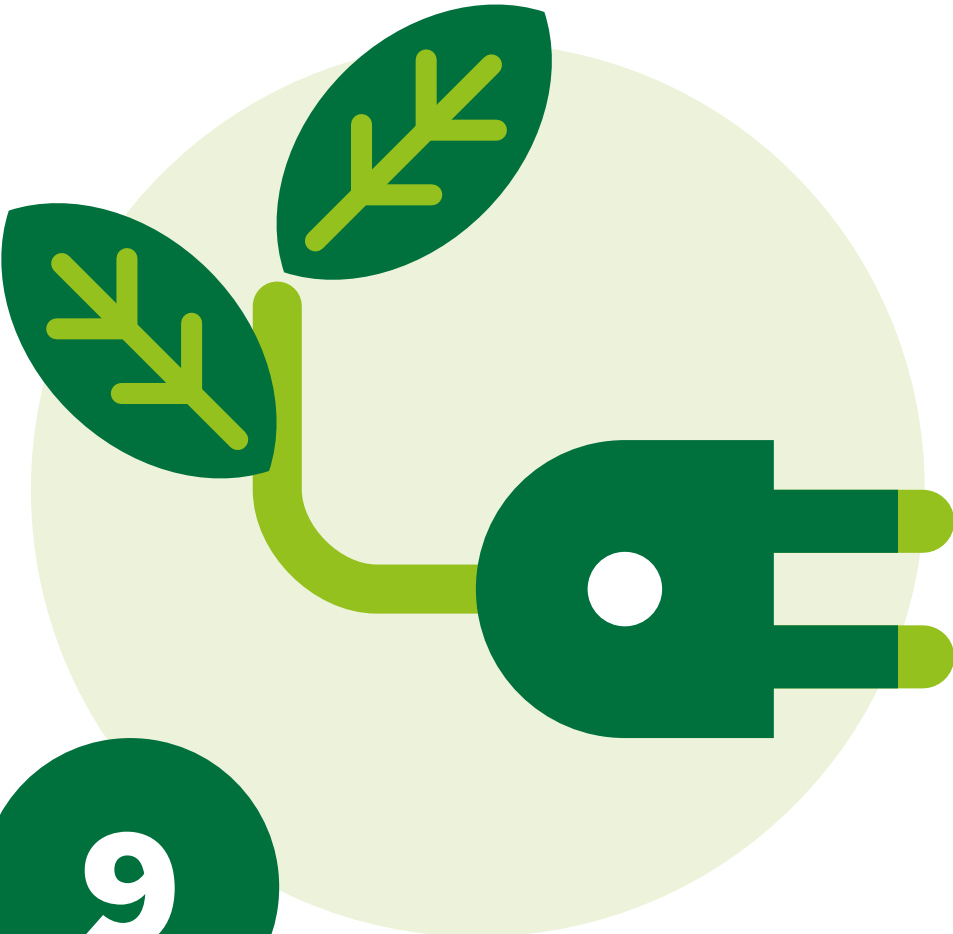


19

Overzicht terugverdiëntijden stappen

Stap	Gemiddelde besparing	Gemiddelde investering	Terugverdiëntijd
1. Optimalisatie instelling verwarming	10-15 %	tot € 1.500,-	tot 2 jaar
2. Optimalisatie bestaande verwarmingssysteem	10-15%	€ 2.00,- tot € 5.000,-	3 tot 4 jaar
3. Kierdichting en inrichting	10-20%	€ 4.000,- tot € 10.000	5 tot 8 jaar
4. Plaatselijk verwarmen	20-50%	€ 6000,- tot € 16.000	3 tot 8 jaar
5. Gestuurde ventilatie	10-20%	€ 8000,- tot € 20.000,-	8 tot 15 jaar
6. Moderniseren verwarmingssysteem	20-60%	€ 15.000,- tot €150.000	12 tot 50 jaar
7. Isolatiemaatregelen	10-20%	€ 40.000,- tot > € 2.000.000	20 tot >100 jaar
8. Klimaatbeheersing	20-40%	€20.000,- tot €400.000,-	13 tot 50 jaar





Stap 9

Aardgasvrij

Wanneer een CV-ketel is afgeschreven en aan vervanging toe is, ontstaat de vraag (daar waar met gas wordt verwarmd) hoe te anticiperen is op een aardgasvrije toekomst. Het vervangen van de ketels biedt een goede aanleiding om te onderzoeken welke potentiële scenario's geschikt zijn voor de kerk. Aangezien een nieuwe installatie vaak een aanzienlijke investering betekent, is het van belang dat er een weloverwogen keus wordt gemaakt die ook aansluit bij de beoogde energietransitie voor de wijk waarin de kerk staat. De gemeente is derhalve het eerste loket om te informeren welk alternatief er voor aardgas komt.

Nijmegen wil in 2045 energieneutraal en aardgasvrij zijn. In veel wijken zal echter niet voor 20XX worden aangevangen met het doorvoeren van de energietransitie. In veel gevallen is het voor kerken waar de ketel aan vervanging toe is, dan ook aan te bevelen om in afwachting van de potentiële toekomstige warmtebron een ‘tussenstap’ te nemen en te kiezen voor moderne HR CV-ketels, of al voor een hybride systeem te kiezen met een combinatie van moderne CV-ketels en een luchtwarmtepomp.

Warmtenet

In de warmtevisie van Nijmegen wordt bij een stedelijke omgeving met hoge bouwingsdichtheid (en veel gestapelde bouw) mogelijk ingezet op een warmtenet. Hierbij wordt afhankelijk van de wijk gedacht aan een midden-temperatuur warmtenet omdat dit in de meeste gevallen te combineren is met monumentale gebouwen. De historische panden hoeven dan in vergelijking met een laag-temperatuur warmtenet maar beperkt in hun isolatieniveau worden verbeterd. Bij hoog-temperatuur warmtenetten zijn in principe geen aanpassingen noodzakelijk om de gebouwen te kunnen verwarmen. De aanleg van een hoog temperatuurnet is echter veel kostbaarder en vraagt om veel meer energie om de hoge temperatuur op te wekken. Voor buitenwijken zijn meer variaties mogelijk. Daar wordt vaak ook gekeken naar kleinschaligere lokale warmtenetten die veelal een laag temperatuur systeem betreffen.

Hoog, midden en laag temperatuur verwarming

Van een hoog temperatuur warmtenet wordt gesproken als het verwarmingswater 70 °C of hoger is. Traditionele verwarmingselementen als radiatoren kunnen worden gehandhaafd en er zijn geen aanvullende isolerende maatregelen noodzakelijk om de kerk en bijgebouwen te verwarmen.

Van een midden temperatuur wordt gesproken wanneer het verwarmingswater tussen de 55 en 70 °C is. Bij midden temperatuur kan het zijn dat een aanvullende verwarmende voorziening moet worden aangebracht en/of er eventueel isolerende maatregelen moeten worden getroffen.

Van een laag temperatuur wordt gesproken als het verwarmingswater tussen de 35 en 55 °C is. Bestaande warmtewisselaars, radiatoren en convectoren zijn meestal niet verenigbaar met laag temperatuurverwarming. Vloerverwarming sluit hier wel goed bij aan. Daarnaast vraagt laag temperatuurverwarming in de regel om een goed geïsoleerd pand. Bij een lager isolatieniveau (wat bij kerken meestal het geval is), is het vaak lastig om een ruimte in koudere periodes naar de gewenste temperatuur te verwarmen. Een optie is het water op te warmen naar een midden temperatuur (bijverwarming) en/of voor een minimale ruimtetemperatuur te kiezen en met name van elektrische stralingswarmte gebruik te maken.

Tot slot bestaat ook een zeer laag warmtenet met een temperatuur van het verwarmingswater tot 35 °C. In de regel is dit ontoereikend voor verwarming en zal opwaarderen van de temperatuur noodzakelijk zijn.

Warmtepomp

Een warmtepomp haalt met een warmtewisselaar warmte uit onuitputtelijke bronnen zoals water, lucht of bodem. Warmtepompsystemen gebruiken daardoor geen fossiele brandstof en veroorzaken weinig milieubelasting. Wel maakt een warmtepomp gebruik van elektriciteit; het stroomverbruik is afhankelijk van het vermogen van de warmtepomp. Veelal ligt het stroomverbruik op ca. 20-25% van het afgegeven warmtevermogen in kW. Een warmtepompsysteem is in veel gevallen niet geschikt voor het verwarmen van een kerk. De systemen geven onvoldoende capaciteit en/of sluiten niet aan bij de specifieke warmtevraag van een kerk.

Warmtepompen vragen om een zogenaamde Laag Temperatuur Verwarming (LTV) zoals vloerverwarming. Bestaande warmtewisselaars van de luchtverwarming, radiatoren en convectoren, gevoed door reguliere hoog temperatuur Cv-ketels, zullen met LTV waarschijnlijk onvoldoende vermogen kunnen leveren voor het verwarmen van de kerk naar de gewenste gebruikstemperatuur. Bij de toepassing van luchtwarmtepompen zullen voor een gemiddelde kerk meerdere units in cascade moeten worden opgesteld. Daarbij kan het zijn dat de luchtwarmtepomp in koude perioden onvoldoende vermogen kan leveren.

Een alternatief is een hybride warmtepomp waarbij een reguliere CV-ketel bijverwarmt of het over neemt wanneer de luchtwarmtepomp onvoldoende vermogen levert. Met een hybride warmtepomp kan 30 tot 40% op het gasverbruik worden bespaard. Een nadeel voor omwonenden kan zijn dat de buiten-units van de warmtepomp geluid produceren. Het geluidsniveau is weliswaar niet hoog maar wordt door sommigen toch als hinderlijk ervaren³.

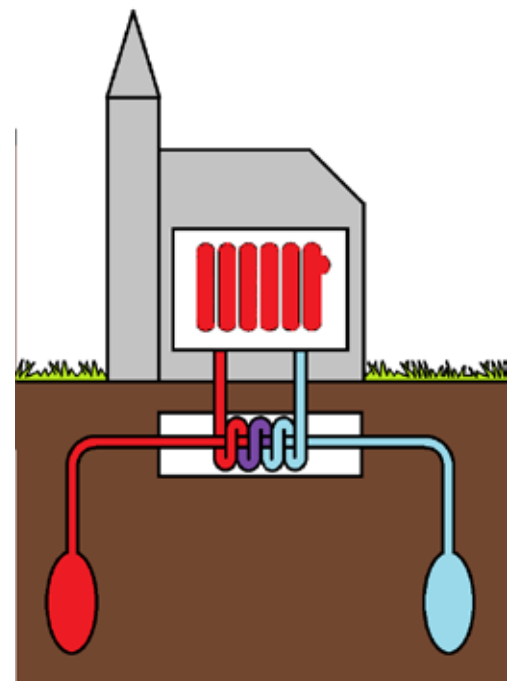
Een WKO installatie (warmte-koudeopslag) ofwel een warmtepomp die gebruik maakt van bodemwarmte, is in de regel niet geschikt omdat bij een dergelijk systeem zowel een warmte-

vraag als een koelvraag moet bestaan⁴; een kerk heeft in de zomer doorgaans geen koelvraag.

Eventueel kan gekeken of er gezamenlijk met een partij in de nabije omgeving een installatie kan worden aangelegd die wel een duidelijke koelvraag in de zomer heeft en die in balans is met de warmtevraag van de kerk in de winter.

Eventueel kan onderzocht worden of seizoensgebonden warmteopslag tot de mogelijkheden behoort. Warmte-energie, bijvoorbeeld van zonnecollectoren, wordt dan in de bodem opgeslagen en in koudere perioden aangewend voor de verwarming van de kerk.

Om te zien of het systeem rendabel is, zal een energiebalans moeten worden opgemaakt. De vraag is of het systeem voldoende warmte genereert voor de verwarming van de kerk gedurende het stookseizoen. Het systeem is in verhouding kostbaar; het vraagt immers om een bodembron met warmtepomp en zonnecollectoren. Ook zijn zonnecollectoren op het dak lang niet altijd mogelijk; collectoren die in het zicht liggen, worden bij monumenten in de regel als detonerend ervaren en zijn daarom onwenselijk (zie ook Stap 10, Elektriciteitsverbruik; Zonne-energie). Een mogelijk alternatief is een systeem waarbij warmte wordt opgevangen vanaf de pannen of leien. Bij deze systemen vangen metalen geleiders warmte op die bij de dakbedekking ontstaat door bezonning. Via een met vloeistof gevuld leidingstelsel wordt de warmte-energie getransporteerd naar een warmtewisselaar. Vanuit kostentech-nisch oogpunt is het alleen zinvol om een dergelijk systeem toe te passen als onderdeel van een technisch noodzakelijke dakrenovatie.



Schematische weergave van een WKO installatie.

³ De meeste buitenunits van lucht/water warmtepompen produceren gemiddeld 35 tot 40 decibel. Dit is vergelijkbaar met het zoemend geluid van een reguliere koelkast.

⁴ Om de bodembron van een WKO goed te laten functioneren, moet in de zomer warmte worden opgeslagen in de bodem (door het onttrekken van koude), welke in de winter weer kan worden aangewend voor verwarming (door het opslaan van koude).

Elektrisch

Een andere mogelijkheid is de kerk volledig elektrisch (met stralingswarmte) te verwarmen. Voor kerken met een grotere omvang en/of een meer gevarieerd programma is elektrisch verwarmen minder ideaal. Het volledig elektrisch verwarmen van een kerk vraagt immers om een relatief groot vermogen. Voor de meeste kerken volstaat een uitbreiding van de bestaande stoppenkast niet en is een eigen transformator noodzakelijk. Een transformatorruimte vraagt om een plaatsing op maaiveldniveau en een toegang vanaf de buitenzijde; een geschikte locatie zal voor het merendeel van de monumentale kerken lastig te verwezenlijken zijn.

Wanneer kleinere ruimten moeten worden verwarmd of wanneer alleen een beperkt gedeelte van de kerkzaal met een beperkte tijdsduur wordt gebruikt, kan elektrisch verwarmen wel voordelen bieden (zie Stap 4 Lokaal verwarmen). In de regel wordt dan gebruik gemaakt van infraroodstralers en elektrische vloerverwarming. Het is aan te bevelen om de stralingspanelen of infra rood elementen niet te ver van de bezoekers te plaatsen, bijvoorbeeld op 2,5 à 3,5 m. Naarmate de afstand tot een straler groter wordt, neemt het effect exponentieel af en is een steeds groter vermogen nodig. Lager hangende stralers kunnen echter weer een verstoring van het interieur van de kerk betekenen.

Bij de toepassing van elektrisch verwarmen is het wel aan te bevelen om de kerk tot een basistemperatuur te blijven verwarmen, bijvoorbeeld 10 à 12 °C en deze niet volledig af te laten koelen wanneer er geen activiteit plaatsvindt. Als de kerk te sterk afkoelt kunnen bezoekers zich door de koudestraling van het gebouw en de lage ruimtetemperatuur ondanks de stralingselementen of elektrische vloerverwarming toch onbehagelijk voelen.

Voor de basistemperatuur kan eventueel de bestaande verwarmingsinstallatie (radiatoren, vloer- of luchtverwarming) worden aangewend als deze bijvoorbeeld wordt gekoppeld aan een luchtwarmtepomp⁵. Wanneer een luchtwarmtepomp niet goed mogelijk blijkt als warmtebron (zie hierboven), is het niet aan te bevelen om volledig elektrisch te verwarmen aangezien dit om een relatief groot vermogen vraagt. Het is

in dat geval beter om voor een hybride oplossing te kiezen en te kijken of een andere warmtebron beschikbaar is voor het verwarmen tot een basistemperatuur.

Biomassa

Een biomassa-installatie, een CV ketel die houtafval of pellets van houtafval als brandstof gebruikt, is ook een aardgasvrij alternatief. De systemen zijn relatief duurzaam (20 tot 30 jaar) en heten CO₂ neutraal te zijn. Bij verbranding van het hout komt dezelfde hoeveelheid CO₂ vrij als wanneer het hout op natuurlijke wijze afbreekt waardoor er per saldo niet extra CO₂ vrij komt. Dit geldt alleen als er gebruik wordt gemaakt van daadwerkelijk afvalhout uit de nabije omgeving. Wanneer houtpellets van elders komen (waarvoor speciaal bomen zijn gekapt) is het niet CO₂ neutraal en is de milieubelasting volgens sommige experts nog groter dan wanneer gebruik wordt gemaakt van gas. Verder produceert een biomassa-installatie fijnstof waardoor het systeem een negatief effect heeft op de luchtkwaliteit, al is dit in verhouding minder dan een open haard of reguliere houtkachel. Vanuit milieutechnische oogpunt is een biomassa-installatie derhalve een minder geschikt alternatief voor aardgas.

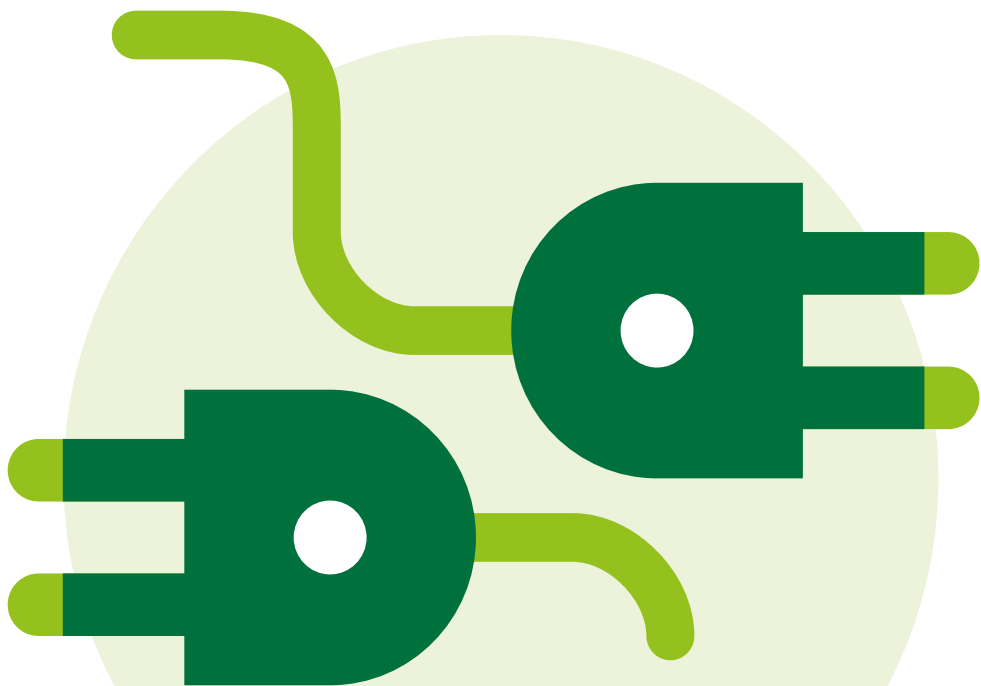
Geothermie

Geothermie is met name geschikt voor grootschalige projecten en derhalve niet voor een kerk alleen. Bij geothermie (aardwarmte) wordt warmte uit de ondergrond opgepompt voor de verwarming van complexen. De temperatuur loopt op met de diepte: hoe dieper hoe warmer. Het van nature aanwezige warme water wordt uit de ondergrond opgepompt waarbij de warmte eruit wordt gehaald. Een pomp zorgt er vervolgens voor dat het afgekoelde water terugstroomt in dezelfde aardlaag zodat het weer kan opwarmen. Geothermie is niet overal toepasbaar. Onderzocht moet worden of en op welke diepte zich een bodemlaag bevindt die voldoende warmte kan genereren en die economisch rendabel is.

⁵ Is ook een vorm van all electric







Stap

10

Elektriciteits- verbruik

Ook op het gebied van elektriciteit kan veel worden bespaard, vaak door middel van redelijk eenvoudige maatregelen. Zo kan met led-verlichting, 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 kunstschaten 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.

TL-buizen kunnen niet zondermeer vervangen worden door zogenaamde LED-tubes. Veel armaturen moeten worden vervangen of worden aangepast (voorschakelapparatuur verwijderen, overbruggen of vervangen). Er zijn echter LED-tubes in de handel waarvoor geen aanpassingen nodig is al laat de kwaliteit van veel zogenaamde retrofit buizen overwegend te wensen over en produceren ze minder licht. Reguliere TL-buizen zijn uit de handel, dus wanneer een lamp aan vervanging toe is zal moeten worden overgestapt op LED. Met een LED-tube wordt afhankelijk van het type 40 tot 80% minder elektriciteit verbruikt dan met een reguliere TL-buis.

Bewegingsmelders

Voorafkerken 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 van 2 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 installaties 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 € 1500,-

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. Een uitzondering vormen soms hallenkerken waar niet zichtdaken voldoende zon vangen voor een rendabele plaatsing van panelen.

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.

Het gemeentelijke beleid voor zonnepanelen is er op dit moment op gericht dat zonnepanelen aan de voorzijde van gebouwen niet mogelijk zijn en aan de achterzijde niet storend aanwezig. Zonnepanelen op bijzondere dakbedekking, zoals leien, riet of oestgeesterpannen, zijn niet toegestaan.

Een standaard zonnepaneel levert gemiddeld 290 ` a 300 kWh per jaar op (ca. 180 à 188 kWh/m² per jaar) en heeft een terugverdiëntijd van ongeveer 8 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 (vooralsnog) 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.



