

Verduurzaming van monumentale kerkgebouwen



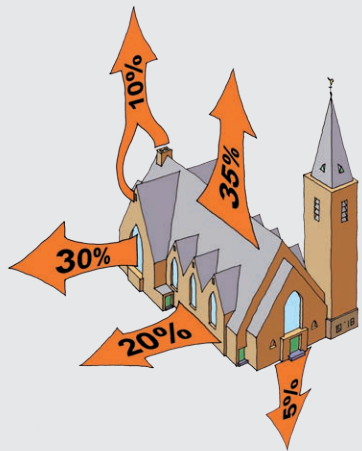
Voorwoord

De Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg (ERM) is opgericht om de kwaliteit van het restaureren van monumenten te bevorderen. Daartoe werken opdrachtgevers, overheden en bij het restaureren betrokken specialisten en bedrijven samen in deze stichting. Samen stellen zij kwaliteitsrichtlijnen op voor de uitvoering van een restauratie. Richtlijnen die alle betrokkenen houvast bieden. Die bijdragen aan efficiency, en dus tijd en geld besparen. En die het mogelijk maken om ons erfgoed te verzekeren van optimale zorg.

ERM staat voor Restauratiekwaliteit door:

- duidelijkheid en efficiency door normering;
- vakmanschap en ervaring;
- samenwerking tussen opdrachtgever, opdrachtnemer en overheid;
- uitwisselen van kennis en ervaringen, gericht op kwaliteitsbevordering.

De ERM ontwikkelt en beheert deze kwaliteitsrichtlijnen. Ziet toe op de onderlinge samenhang en inhoud en de uitvoering ervan door certificerende instellingen. Alleen bedrijven en bureaus met een door het Centraal College van Deskundigen Restauratiekwaliteit van de ERM goedgekeurde kwaliteitsregeling mogen het logo Erkende Restauratiekwaliteit voeren.



Verliespercentages voor opgewekte warmte in een kerkgebouw door verschillende mechanismen en langs verschillende delen van de gebouwschil. Via de gewelven en het dak verdwijnt circa 35%. Dat is veel en dat hangt samen met het ontbreken van verdiepingen. Via de vensters verdwijnt circa 30%. De blinde geveldelen zorgen voor circa 20% verlies en via de beganeergrondvloer verdwijnt zo'n 5%. Tenslotte zorgen zogenoemde infiltratieverliezen door kierende bouwdeelen, ventilatieopeningen en rook- en luchtkanalen voor circa 10 % energieverlies.

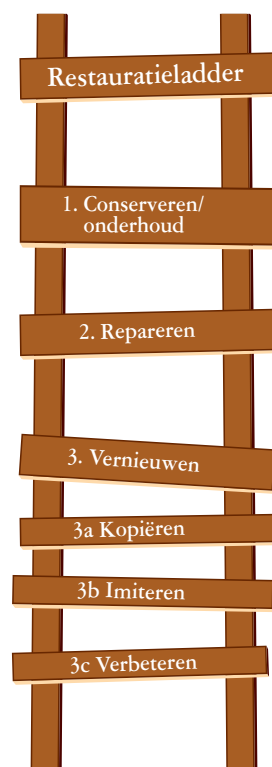
Overzicht vanuit het oosten van de St. Servatiuskerk te Vaesrade, visuele opname en warmtebeeld-opname tijdens een koude gebruiksday. De opmerkelijke warmteverliezen via het dak en de vensters die bij deze kerk spelen komen overtuigend in beeld.



1 Inleiding

Om eigenaren, opdrachtgevers, uitvoerenden en toezichhouders te helpen bij het formuleren of beoordelen van keuzes ten aanzien van het uit te voeren werk heeft de ERM de Restauratieladder ontwikkeld. De Restauratieladder is een praktische vertaling van het Charter van Venetië. Deze ladder heeft als uitgangspunt dat monumenten in stand worden gehouden met zoveel ingrepen als noodzakelijk is, maar zo weinig als mogelijk. De Restauratieladder bestaat uit drie treden. Bij de onderste trede is de ingreep het kleinst (onderhoud of conserveren), bij de bovenste het grootst (vernieuwen).

Deze richtlijnen zijn ook relevant bij de verduurzaming van een kerkgebouw. Ze leggen de verbinding tussen de beheerder/opdrachtgever van de kerk en de aannemer/opdrachtnemer. Dat maakt het bijvoorbeeld mogelijk gezamenlijk besluiten te nemen over de te volgen stappen die de Restauratieladder voorschrijft. Maar het is evenzeer een rapport na afloop over wat er tijdens de restauratie is gebeurd. Een URL legt als het ware de basis voor een logboek. Voor meer informatie, de regelingen en een overzicht van erkende bedrijven: www.stichtingERM.nl.



Aan de hand van meerdere verduurzamingsonderzoeken en energiebesparingsadviezen is onderzocht of er praktische methoden en maatregelen zijn te ontwikkelen en op hun effecten zijn te beoordelen voor verduurzaming van monumentale kerken. De analyse is uitgevoerd bij een aantal objecten van kerkelijk erfgoed, in dit geval volgens het systeem Duurzame Monumentenzorg (DuMo).

Uit de waarnemingen, energetische uitkomsten en voorgestelde maatregelen, zijn diverse algemeen geldende tips af te leiden die kunnen bijdragen aan bijvoorbeeld kwaliteitsverbetering van het energiebeheer en -besparing bij monumentale kerken. De per kerkgebouw te bereiken kwaliteitsverbeteringen zijn daarbij vanzelfsprekend geheel afhankelijk van de specifieke situatie in de betreffende kerk. Monumentenverduurzaming is immers altijd maatwerk.

In deze uitgave van ERM is omwille van de beperkte omvang uitgegaan van de DuMo-systematiek. Dat is bedoeld als voorbeeld. Naast DuMo zijn er verschillende andere inspiratiebronnen en toolkits voor monumentenverduurzaming, zoals www.toolkitduurzaammerfgoed.nl.

Tips voor verbetering van energetische kwaliteit van kerkgebouwen

De tips zijn onderverdeeld in drie paragrafen:

- 2.1 Algemene condities bij maatregelen
- 2.2 Verbetering gebouwschil
- 2.3 Installaties en energieopwekking

2.1 Algemene condities bij maatregelen

Cultuurwaardenstelling gebouwschil

Omdat het om beschermd gebouwd erfgoed gaat, is het behoud van cultuurwaarden conditioneel voor ingrepen aan de gebouwschil. Daarom is vóór alles een waardenstelling-oponderdelen door een gekwalificeerd bouwhistoricus van de gebouwschil nodig. Daarmee komt de aanraakbaarheid van de buitenhuid van het gebouw in beeld en kunnen verduurzamingsmaatregelen richting krijgen.

Cultuurwaardenstelling bij het onderdeel vloeren. Hier kon worden aangetoond dat de plavuizenvloer en natuurstenen treden en podium van recente tijd zijn. Dat maakte de weg vrij naar toepassing van een hoogwaardige LTV-vloerverwarming en vloerisolatie.



Thermografische opname en analyse

Omdat de energetische situatie bij historische kerken bijna altijd resultante is van een reeks in de loop der tijd doorgevoerde bouwkundige en installatietechnische wijzigingen, herstellingen en uitbreidingen, en omdat ieder kerkgebouw zijn eigen bouwfysische, materiaalkundige en installatietechnische karakteristieken heeft, is het zaak als eerste stap op weg naar verduurzaming, een gekwalificeerde thermografische analyse van de bestaande situatie in het stookseizoen te laten maken. De kwalificatie houdt daarbij in dat de thermograaf volledig thuis is in monument-specifieke situaties en dat hij vertrouwd is met de diversiteit van historische bouwkundige en installatietechnische eigenaardigheden van monumentale kerken. De kosten van thermografie verdienen zich in de projectfase ruimschoots terug, omdat bij een goede infraroodspectrum (IR)-analyse de thermisch en isolatie-technisch zwakke en sterke punten van het kerkgebouw tot in detail in beeld komen en onnodige verbeteringen kunnen uitblijven.

Het goed verwarmde en als toiletgroep functionerende bijgebouw verliest veel warmte via de vensters. De gesloten luiken vormen geen belemmering voor het warmteverlies, vanwege de ruime passing waarmee zij in de steensponning sluiten. Mogelijk is er ook flink warmteverlies via de kap; de gesignaleerde opwarming van het kleine dakkapelletje lijkt daarop te wijzen.



Benut 'natuurlijke momenten'

Omdat in bijna alle gevallen plannen bestaan voor gewijzigd gebruik en bouwkundige en installatietechnische aanpassing, restauratie en herstelling, is het raadzaam te bezien welke bouwkundige, bouwfysische/energetische en installatietechnische maatregelen, aanpassingen en voorzieningen met gunstig effect zouden zijn te combineren met energiebesparende maatregelen. Instandhoudingswerk kan dan meteen worden gebruikt om anderszins nauwelijks op te brengen verduurzamingsmaatregelen te treffen. Doordat er dan als gevolg van verminderd energiegebruik voor verwarming en verlichting jaarlijks bespaard wordt op de energiekosten ontstaat een 'terugverdientijd' voor de investering die beduidend lager uitpakt dan bij het doorvoeren van verduurzamingsmaatregelen op zich. Planning en uitvoering van instandhoudings- en verduurzamingswerk vragen om maatwerk en gewaarborgde expertise, dus om voor monumentenwerk erkende uitvoerende partijen. Anders wordt 'goedkoop duurkoop'.

Wanneer historisch materiaal door natuurlijk verval aan zijn eind is en vervangen moet worden, zoals de rode zerken in deze marmer-dambordvloer, is er alle aanleiding om te overwegen of vloerisolatie en vloerverwarming als besparingsoptie zijn te combineren met herstel van de vloer.



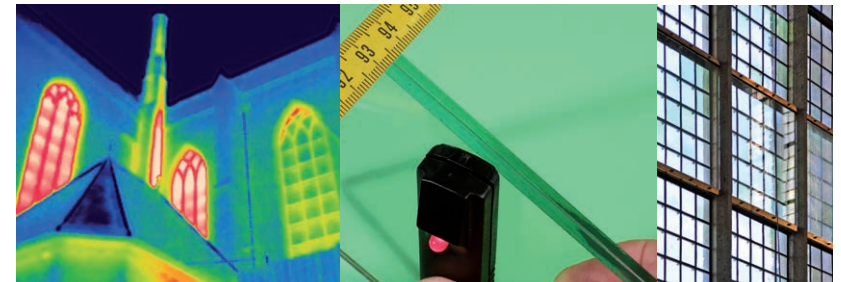
2.2 Verbetering gebouwschil

Omdat bij monumentale kerken de gebouwschil (beganegrondvloer, buitenmuren, vensters, deuren, dakzone) bijna altijd ook meteen de 'jas' om de gebruiksfunctie vormt, is goede aanpak van het energieverlies via de gebouwschil kansrijk. De cultuurbehoudsfactor maakt de opgave steeds tot maatwerk en beperkt meestal de mogelijkheden voor gevelisolatie, zowel aan interieurzijde als aan de buitenkant. Maar de overige delen van de gebouwschil bieden meestal verbeteropties.

Venster- of raam-isolatie

De toepassing van voor- of achterzetbeglazing is zeer effectief vanwege het meestal grote glasoppervlak en de minimale warmteweerstand van glas-inlood. Besparingen tot circa 25% op de stookkosten zijn haalbaar. De situatie ter plaatse en het belang van het bestaande glas bepalen de keuze voor voor- of achterzetbeglazing. Bij voorzetglas kan de combinatie met beveiliging tegen vandalisme een dubbele winst inhouden. Uitvoering van de toe te voegen beglazing in isolerend glas levert de hoogste energiebesparing op, maar de verdubbeling van het glasvlak op zich levert al flink isolerend effect op. Het is van belang de ervaringen hiermee bij verschillende kerkrestauraties uit te wisselen en te benutten.

De verschillen tussen kerkramen waarachter gestookt wordt en niet zijn links zeer evident in beeld. Toepassing van achterzetbeglazing zal flinke energiebesparing opleveren. Monumentenglas heeft bij een dikte van circa 7,5 mm eenzelfde isolerend effect als traditioneel dubbelglas. De infraroodcoating op het binnen-glasblad kaatst warmtestraling terug het interieur in. Rechts zien we het toegepast bij een proef.



Functionele inrichting

Ernstige koudeval binnen bij de ramen wordt door raamisotatie verminderd. De koudeval verdwijnt echter niet geheel; dat komt door de vaak grote hoogtemaat van de vensters, met als gevolg een lang afkoeltraject voor dalende interieur-lucht. Het is daarom voor het welbevinden van bezoekers en gebruikers van belang om zitplaatsen enige meters verwijderd te houden van vensters en buitenwanden daaronder. Bij her-installatie van het verwarmingssysteem kunnen nog andere voorzieningen tegen koudeval worden getroffen.

Panoramafoto van kerkinterieur op weg naar vol gebruik. Het is raadzaam om zitplaatsen een flink eind vrij te houden van koude buitenmuren met hoge vensters die koudeval genereren. Het door bezoekers ervaren comfort bepaalt in hoge mate de kwaliteitsscore van de kerk als bijeenkomstgebouw.



Isotatie van stenen of houten gewelven

Gewelfisotatie is bijzonder effectief, zeker wanneer dat wordt gecombineerd met kierdichting bij de gewelven en hogere delen van de ruimte. Doordat stenen gewelven in het algemeen in aanvang al wat beter kierdicht zijn dan houten gewelven, valt energiebesparing daar wat lager uit dan bij isotatie en kierdichting van houten gewelven (tot 25% en tot 35% respectievelijk). Om te voorkomen dat in de gewelfconstructie zelf of in de isolatielaag daarop condens ontstaat moet de isotatie dampopen zijn. Aan de bovenzijde van de isotatie is stofwering te overwegen om te voorkomen dat op termijn het isolatiemateriaal vol stof raakt en inzakt. Dampopen foliemateriaal als afdekking kan hierin voorzien.

Viering-netgewelf van de Arnhemse Eusebiuskerk, links en midden gezien van onderaf in IR en visueel. Rechts het IR-bovenaanzicht in de kapruimte. Duidelijk is dat er warmte uit de kerkruimte via het gewelf en de gewelfopening naar de kapruimte en naar buiten verdwijnt. Het rechter beeld laat linksboven een - koud - deel van de buitenmuren zien, waartussen het gewelf is geslagen. Het warmteverschil tussen gewelfveld en muurwerk is evident. Wat aan de warmtebeelden verder opvalt is dat de geprofileerde natuurstenen gewelfribben aan interieurzijde meer zijn opgewarmd dan de gewelfvelden, en dat aan kapzijde de gewelfvelden juist de meeste warmte uitstralen. Verklaring is dat de dunne halfsteens gewelfvelden thermisch het slechtst isoleren en het snelst de interieurwarmte doorlaten.

Muurisolatie

De mogelijkheid om het buitenmuurwerk van een vorm van na-isolatie te voorzien zal er meestal niet zijn; de conditie van in- en uitwendig beeldbehoud bij monumentale kerkgebouwen sluit dat uit. Wanneer zich echter de noodzaak zou aandienen om tot vervanging van binnenbepleistering over te gaan, zijn er interessante mogelijkheden. Recentelijk is kalkgebonden isolerende pleistermortel op de markt gekomen, waarmee met behoud van maat en beeld van de oude gepleisterde binnenafwerking een redelijk tot goede isolatiewaarde kan worden bereikt.

Vloerisolatie

Meestal zal vloerisolatie geen optie zijn. Wanneer dat wel zo is, wordt aanbevolen de maatregel consequent te combineren met overschakeling op vloerverwarming en inzet van LTV (lage temperatuur verwarming). Zie hierna.

Falende historische binnenpleister, opgezet in leem met stro met een deklaag in stuc. In dit soort situaties kan vervanging door isolerende kalkgebonden pleister, zoals Secil Isocal, dubbele winst opleveren: herstel van de afpleistering en voorzien in de isolatiebehoefte. De kalkgebonden isolatiemortel is vochtregulerend en waterbestendig, bovendien is hij in lichte mate zelfherstellend. Het materiaal kan binnen en buiten worden toegepast en heeft in beide gevallen een bij het systeem behorende dunne afwerklaag nodig, al of niet met een glasvezelwapening. Het isolerend effect zit in de kleine bolletjes isolatieschuim, die circa 80% van het mortelvolume uitmaken. Cementgebonden isolatiemortel is bij monumenten te vermijden.



2.3 Installaties en energieopwekking

Vaak zijn de verwarmings-, ventilatie-, en verlichtingssystemen in het kerkgebouw op leeftijd. Verder wordt in het algemeen nog geen gebruik gemaakt van duurzaam opgewekte energie. Er zijn daardoor vaak verbeteropties voorhanden in het bestaande systeem, zonder dat daarvoor ingrijpende wijzigingen of vervangingsmaatregelen nodig zijn. De 'quick wins' kunnen bij kerken al snel oplopen tot zo'n 30% energiebesparing met terugverdientijden tussen de 2 en 5 jaar. Vaak gaat het er om de bestaande, gegroeide situatie helder te beoordelen en te evalueren. Dan zal blijken dat onderdelen vervangen moeten worden, maar dat ook veel elementen behouden kunnen blijven, al of niet na enige aanpassing. De permanente ontwikkeling van detectie- en aansturing- en regelsystemen voor verwarmingsinstallaties biedt daarbij onverwachte besparingskansen.

Verwarming en ventilatie

In kerken treffen we vaak gasgestookte verwarmingsketels 'op leeftijd' aan die nog redelijk werken, maar die ongemerkt voor forse energieverliezen zorgen. Ketels ouder dan 15 jaar zijn als regel bij voorkeur te vervangen. Doordat het rendement van de tegenwoordige HR-ketels aanmerkelijk hoger is dan van de oudere keteltypen, zal een nieuwe ketel zich meestal binnen 5 tot 10 jaar terugverdienen.

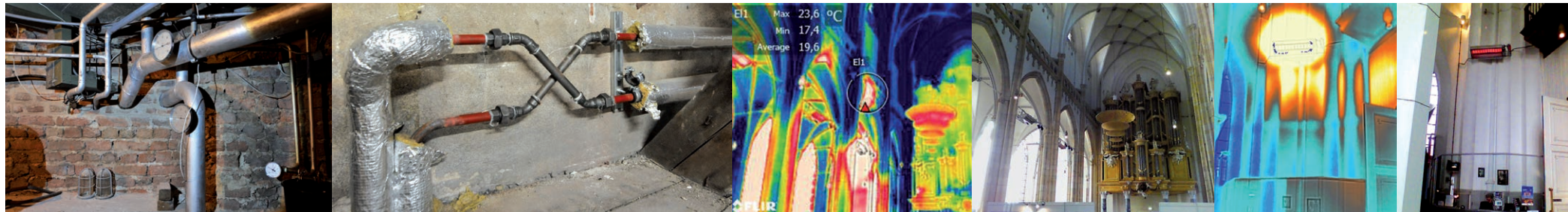
Verouderde ketels - ouder dan 10-15 jaar - zorgen bij kerkverwarming voor onnodig hoge stookkosten. Vervanging door moderne HR-ketels zal in een besparing van 15-35% op de stookkosten kunnen resulteren.



Leidingsysteem en CV-sturing

Oudere leidingsystemen blijken vaak in de loop der tijd uitgebreid of anderszins gewijzigd te zijn. Verder is meestal geen of onvoldoende leidingisolatie aanwezig. Rationele heraanleg en hoogwaardige leidingisolatie zijn dan een goede verbeteropties. Vuistregel: goede leidingisolatie omvat ook de appendages en afsluiters en het isolatiemateriaal moet een glanzend aluminium-oppervlak hebben om warmte-uitstraling uit te sluiten.

Ongeïsoleerde hoofd-verwarmingsleidingen dragen bij aan flink energieverlies. Onnadenkend aangelegde en daarna gecorrigeerde leidingtracés getuigen van gebrek aan uitvoeringskwaliteit. Beide aspecten behoeven kwaliteitsvolle remedie. We zien rechts wel goede glanzende leidingisolatie toegepast.



Gasverwarming met stralers

Direct gestookte infraroodgasverwarming is ontworpen voor industriegebouwen. Toepassing in kerkgebouwen met hoge binnenruimten levert weliswaar een verwarmd verblijfsniveau op, maar veel van de opgewekte warmte lekt weg naar boven, zeker wanneer de stralers op grotere hoogte zijn gemonteerd. Doordat de gasverbranding in de kerkruimte zelf plaatsvindt, vult de ruimte zich met verbrandingsgassen, fijnstof en vocht. Bij onvoldoende afzuiging daarvan ontstaat ongezonde en oncomfortabele binnenlucht. Als de ventilatie wel toereikend is levert dat natuurlijk onherroepelijk warmteverlies naar buiten op, tenzij een vorm van warmterugwinning op de ventilatie wordt gekozen. Als regel moet directe gas-stralingsverwarming in kerken worden vermeden.

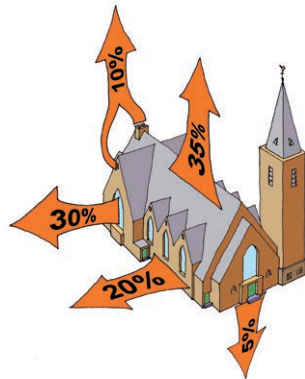
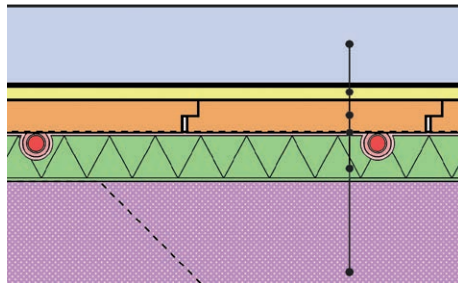
Gasstralers geven veel warmte af in verkeerde richting: naar boven toe. Links zien we dat het muurwerk boven de stralers in de tweede schiptravee warmtelek-tongen heeft waar de wand-temperatuur fors hoger is dan elders bovenin de kerk. Wat verder ook nog schadelijk uitpakt is de sterke opwarming van de benedenhoek van het monumentale orgel.

Vloerverwarming en LTV

Doordat vloerverwarming op een laag niveau, direct bij de gebruiker, warmte en comfort brengt, levert deze verwarmingsvorm altijd energetische winst op. Bij de vaak grote hoogten van de kerkruimten is het 'laag bij de grond houden' van warmte extra belangrijk en besparend. Goed aangelegde vloerverwarming heeft aan de onderzijde een hoogwaardig isolatiepakket, zodat energieverlies naar de bodem of het souterrain uitblijft. Dit deel van de gebouwschil wordt zo mee-verbeterd. Er zijn twee aanlegprincipes: natbouw in mortel of beton bij integrale vloervervanging en droogbouw als extra pakket op een bestaande vloer. Voorwaarde voor toepassing is dat de bestaande vloer niet in het zicht hoeft te blijven en bij natbouw dat de bestaande vloer verwijderd kan worden. Bij vloerverwarming wordt een lagere temperatuur voor het systeemwater aangehouden; wanneer er verder geen radiatoren of convectoren zijn die een hogere temperatuur vragen, kan dan worden overgestapt op lagetemperatuurverwarming (LTV), zoals met een warmtepompsysteem.

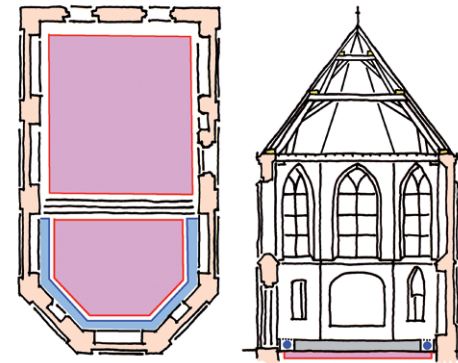


Vloerverwarming is bij voorkeur te combineren met vloerisolatie. Sommige systemen zijn al geïntegreerd. Met alleen vloerisolatie wordt niet heel veel energie bespaard - circa 5%. Maar bij LTV vloerverwarming is er bij 20C lagere binnentemperatuur al eenzelfde comfortgevoel; dat maakt dat met deze vorm van vloerverwarming tot circa 20% bespaard wordt.



Luchtverwarming en luchtbehandeling

Toepassing van luchtverwarming vanuit vloerroosters bij de vensters kan een goede voorziening zijn als aanvulling op vloerverwarming tijdens extra koude gebruiksdagen (piekdagen). De uit de vloer-roosters opgaande verwarmde lucht verwarmt extra en neutraliseert bovendien de koudeval bij de vensters. Er wordt geen energie mee bespaard (kost extra energie), het gebruikscomfort van de kerkruimte neemt echter aanmerkelijk toe.



Als aanvulling op vloerverwarming kan koudeval en extra kou worden weggenomen door luchtverwarming of convectoren langs de wanden, onder vensters toe te passen. Tijdens piekdagen in de winter kan het comfort in de kerk dan worden gewaarborgd. In de tekeningen is in paars de LTV-vloerverwarming aangegeven en in blauw de luchtverwarming langs de koorgevels, werkend met convectoren.



Gasloos verwarmen, biobrandstof

Toepassing van aardgas verkeert in de eindfase. Wanneer gasgestookte ketels aan vervanging toe zijn, en men goede toegang heeft naar biobrandstof (nabijheid producent, leverancier) is een overstap naar een of meerdere bioketels het overwegen waard. Pellet- en houtsnipperketels zijn daarbij ongeveer even gebruiksvriendelijk als gasketels. Wanneer men het kerkgebouw gedurende langere periode verwarmt, is het nodig de installatie uit te breiden met een aantal flinke buffervaten om de fluctuerende warmtevraag en het ketelaanbod goed af te stemmen. Houd hierbij wel rekening met de noodzaak om flinke voorraadruimten voor droge opslag van brandstof in te richten.

Houtsnipperketel, in gebruik voor verwarming van een tot woningen herbestemd kerkgebouw. Een groot buffervat maakt onderdeel uit van het systeem. In het linker plaatje rechts is de aanvoervijzel te zien waarmee vanuit de voorraadbunker (rechts buiten beeld) automatisch brandstof naar de ketel wordt getransporteerd. De as-opvangcontainers staan voor de ketel. Houtsnippers zijn meestal afkomstig uit bosbeheer. Toepassing van houtpellets levert iets hogere stookkosten op, maar is qua stookgemak nog gunstiger. (Pellets zijn een restproduct van de houtverwerkende industrie).



Vergelijking stookkosten bij verschillende soorten brandstof of energie

1000 kWh opgewekt met:	Benodigd brandstof-volume	Brandstof gewicht	Kostprijs in €	Opmerking
Aardgas	112 m ³	n.v.t.	69	
Elektriciteit	n.v.t.	n.v.t.	210	
Stookolie/mazout	94 lit.	80 kg.	50	
Diesel	100 lit.	84 kg.	130	
Houtpellets	0,3 m ³	200 kg.	52	Gedroogd
Houtsnippers	1 m ³	250 kg.	20-30	Drogen
Stukhout (droog, eik/beuk)	0,4 m ³	250 kg.	35	Drogen

Gasloos verwarmen, warmtepomp

Met de zomerwarmte kan een gebouw in principe een heel jaar worden verwarmd, met winterkoude een jaar lang gekoeld. Alleen lopen vraag en aanbod een half jaar uit de pas; er is dus een opslagprobleem. In de bodem is een groot buffervolume voorhanden mits daarbij grondwatervoerende lagen bereikt kunnen worden. Gebouwverwarming en -koeling zijn door warmte-koude opslag (WKO) in de bodem te realiseren. LTV en een warmtepompsysteem zijn daarbij onontbeerlijk, omdat de temperatuur in de ondergrond vrij laag is (circa 12° C). Er zijn twee aanlegprincipes:

Gesloten bodemwisselaars

Door tot 100 meter diepe leidingen circuleert water dat 's-winters door de bodem wordt opgewarmd en 's-zomers wordt afgekoeld. Het water geeft zijn aanvoertemperatuur gedeeltelijk af aan de bodem, die zoals opslagmedium fungeert. Bodemwisselaars zijn geschikt voor grote monumentale gebouwen (tot circa 2.500 m² netto vloeroppervlak).

Open bronnen

Dit systeem omvat twee onttrekkingsbronnen waaruit het grondwater wordt opgepompt voor koeling en verwarming. Open bronnen zijn geschikt voor grotere, intensief gebruikte gebouwen (vanaf 2.000 m²).

Een warmtepomp bespaart 100% op de gaskosten, maar de elektrakosten gaan flink omhoog. Zij werken het meest efficiënt als er behalve een warmtevraag ook een koelvraag is. Bij kerken lijkt koeling in de zomer meestal niet nodig.

Balansventilatie en warmteterugwinning (WTW)

Toepassing van balansventilatie en warmteterugwinning in kleine ruimten, door aanpassing of vervanging van het bestaande luchtbehandelingssysteem, is qua comfort en energiegebruik gunstig. Terugverdientijden blijven binnen de levensduur van de installatie. Of WTW voor een kerkgebouw een goede optie is, hangt volledig af van de gebruiksintensiteit van het gebouw. Is er sprake van dagelijks of zeer regelmatig gebruik door veel personen, dan is toepassing van balansventilatie met WTW een comfort verhogende en energiebesparende maatregel. Bij sporadisch gebruik van het gebouw is de maatregel niet zinvol.

Overschakelen op LED-verlichting

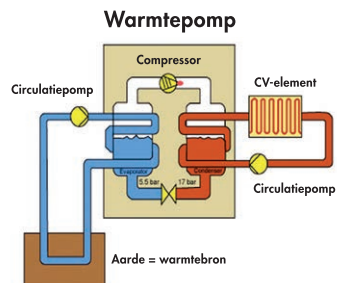
Vaak is in kerken nog geheel of gedeeltelijk sprake van verlichting met gloeilampen (klassiek of halogeen). Daarmee wordt voor het verlichtingsaandeel van het energiegebruik circa 80% verspild. Integrale toepassing van LED en fluorescentie-verlichting is daarom aan te bevelen. De techniek van LED is inmiddels



Toepassing van balansventilatie met WTW - in het midden is een warmtewiel in beeld - werkt comfortverhogend en energiebesparend. De aanvoerleidingen naar de luchtbehandelingskasten moeten daarbij steeds optimaal geïsoleerd zijn (rechts).

zover dat aan alle eisen van verlichtingsopbrengst en lichtkleur-kwaliteit kan worden voldaan. Ook voor de aanlichting van het gebouw en voor de terreinverlichting zijn inmiddels vervangende LED-lampen van hoger vermogen op de markt. Juist bij dit soort verlichting met fors vermogen levert vervanging een substantiële energiebesparing op. LED-verlichting verdient zich binnen enkele jaren terug. De investering is verder sterk afhankelijk van de mogelijkheden om bestaande verlichtingsarmaturen hiervoor geschikt te maken.

Het inbrengen van lusleidingen in een geboorde bronput voor WKO met gesloten bodemwisselaar (foto links Duratherm). Werkingsprincipe van een warmtepomp-systeem. Rechts: warmtepomp (A) met buffervat (B). Dit systeem heeft nog een standby HR-gasketel (C) voor piekdagen.



LED-verlichting is inmiddels in alle soorten en maten beschikbaar; er zijn zelfs sfeerlampen (LED-filamentlampen), die nauwelijks zijn te onderscheiden van traditionele gloeilampen (linker foto, linker lampje). Ook voor grotere vermogens voor terrein- en straatverlichting kan op LED worden overgeschakeld.



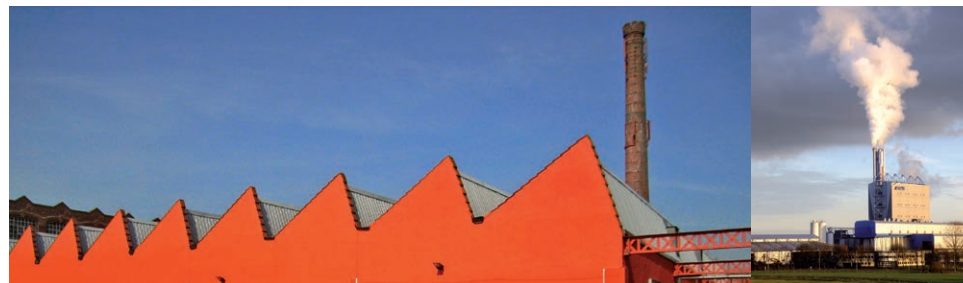
Wattage eigen installaties en installaties van huurders

Het is goed om na te gaan of alle elektriciteit gebruikende installaties en apparaten in het kerkgebouw en van door gebruikers en huurders daarin te bezigen armaturen en apparaten energiezuiniger kunnen. Eventuele vervanging op momenten dat de apparatuur is afgeschreven of onderhoud behoeft - op 'natuurlijke momenten' - kan flink energiebesparend uitpakken.

Gebruik van restwarmte

Restwarmte, al of niet centraal aangeleverd in de vorm van stadsverwarmig, kan een goede warmtebron voor de gebouwinstallaties zijn. Afhankelijk van de kostprijs ervan kan deze energievorm goed concurreren met aardgas. In ieder geval is de optie milieutechnisch te verkiezen boven gasgebruik. Inzet ervan wordt recentelijk van rijkswege gepropageerd; wellicht ontstaan er lucratieve stimulerings- of subsidieregelingen.

Traditionele stadsverwarmingsnetten, zoals we die in sommige grote steden kennen, blijken intussen minder milieuvriendelijk en efficiënt te zijn dan verwacht. Met de huidige warmtepompsystemen zijn meestal duurzamer resultaten te boeken.



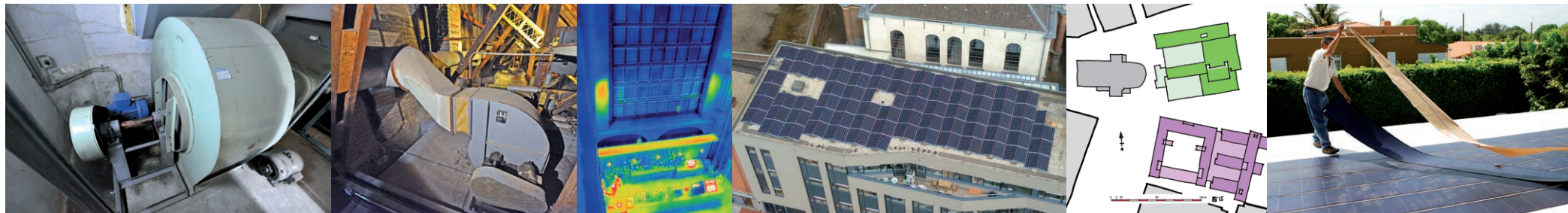
Restwarmte uit industrieprocessen of vuilverbranding kan, mits juist en tegen redelijke prijs aangeleverd, energie en geld sparen.

Duurzame energieopwekking: zonnecellen

Meestal laat het kerkdak zelf niet toe dat zonnecellen worden geplaatst. Aan te bevelen is om te onderzoeken of op bijgebouwen in de directe omgeving wel een zonnecentrale kan worden opgesteld zonder negatief effect voor de visuele kwaliteit van het kerkcomplex. De verschillende vormen waarin PV-materiaal inmiddels op de markt is (star, flexibel, semi-transparant) de diverse opstelwijzen (georiënteerd, O-W, vlak, verticaal) en de toegenomen vermogensafgifte maken zonne-elektriciteit tot een serieuze besparingskandidaat met een reële terugverdientijd.

Ventilatoren van luchtbehandelingsinstallaties kunnen inmiddels met veel zuiniger elektromotoren worden aangedreven dan voorheen. In verhuursituaties zien we vaak fors energiegebruik voor verlichting en, zoals hier rechts te zien, bij elektrische warmhoud-vitrines van de catering.

Zonnecellen kunnen bijna nooit op het kerkdak zelf worden ingezet. Soms kunnen zij op daken in de omgeving goed worden toegepast. Thin film PV - dunne flexibele zonnecelstroken, te integreren in dakbedekking bij platte daken - biedt inmiddels ook goede besparingskansen. Voor elektrische zelfvoorzienendheid is een relatief fors oppervlak aan zonnecellen nodig; als richtwaarde: ongeveer een oppervlak gelijk aan het grondvlak van de kerk. (Met dank aan Wikipedia).



Er zijn ook PVT- panelen, waarbij de zonnecel aan de achterzijde is voorzien van een watergevoerde warmtewisselaar of zonneboiler. Daarmee wordt dan meteen zonnewarmte geoogst. De koelende werking van het zonneboilerdeel verhoogt het rendement van de PV enigermate, zodat de elektriciteitsopbrengst extra hoog is.

In deze uitgave van ERM is omwille van de beperkte omvang uitgegaan van de DuMo-systematiek. Dat is bedoeld als voorbeeld. Naast DuMo zijn er verschillende andere inspiratiebronnen en toolkits, zoals www.toolkitduurzaamergoed.nl die voor monumentenverduurzaming toepasbaar kunnen zijn.

Het DuMo-systeem, dat het mogelijk maakt afwegingen te maken tussen behoud van cultuurwaarden en ingrijpen ten behoeve van duurzaamheidsmaatregelen, levert daartoe een praktisch, beknopt systeem van waardentoekenning op basis van criteria, overeenkomstig de in de bouw- en architectuurhistorie toegepaste waardenstellingssystemen. Het bepalen van de mate waarin gebouwmaterie aanpassing kan en mag ondergaan - de 'aanraakbaarheid van het monument' - is daarbij het doel.

De bepaling van de aanraakbaarheid gebeurt aan de hand van een waardenstellende opname van het gebouw door een gekwalificeerd bouwhistoricus. Op basis hiervan en op basis van vergelijking met referentieobjecten bepaalt deze de 'aanraakbaarheidscategorie' en kent hij de coëfficiënt toe die in getalswaarde kan variëren van 1 tot 3.

Kengetallen voor vermogens en plaatsingskosten van diverse typen zonnepanelen in bij verschillende opstelwijzen.

Zonnecellen, typen, opbrengsten, plaatsingskosten en opstelwijzen					
Paneeltype ↓	Jaar-opbrengst per m ² bij optimale opstelling	Kosten per m ² all-in, excl. aansluiting op E-meter	Jaaropbrengst bij vlakke opstelling (10° O-W)		Jaar-opbrengst bij verticale toepassing, per m ²
			per paneel	per m ² dak	
Monokristallijn	150 kWh/m ²	€ 230	128 kWh/m ²	102 kWh/m ²	66 kWh/m ²
Polykrist.	145 kWh/m ²	€ 225	123 kWh/m ²	98 kWh/m ²	95 kWh/m ²
Thin film CIGS	145 kWh/m ²	€ 240	123 kWh/m ²	98 kWh/m ²	95 kWh/m ²
Translucent	70 kWh/m ²	Afhankelijk van type	60 kWh/m ²	n.v.t.	46 kWh/m ²
PVT lage water-temperatuur	165 kWh/m ²	Afhankelijk van uitvoering	140 kWh/m ²	112 kWh/m ²	n.v.t.
PVT hoge water-temperatuur	135 kWh/m ²	Afhankelijk van uitvoering	115 kWh/m ²	92 kWh/m ²	n.v.t.

Hoe werkt het?
 duurzaamh.score
 in balans met
 monumentwaarden
 doordat:
Du X Mo = DuMo
 Mo-coëfficiënt
 compenseert
 ingreepbeperking

kantoor-woonhuis te Den Haag, Laan van Meerdervoort 375		Voor de ingreep	
Gebouwmass Berekening uitgevoerd door: Datum:	Kantoor-woonhuis Nieuwelder vandaag		
Du-index	x	Mo-coëfficiënt	= DuMo-profiel
72		1,5	109
Uitgangspunten Globale DU-index			
MURIEC: woning (in de tijd)		75 jaar	
verwachte levensduur:			
	rekening	rekening 1990	
Bruto vloeroppervlakt	200 m ²	200 m ²	
Gebruiksoppervlakt	160 m ²	160 m ²	
Afmetende zone BVO	150 m ²	150 m ²	
Regane grondvloer	62 m ²	62 m ²	
Kantoor-woonhuis	7	7	
Verwachte levensduur	1,50	2,70	
Kantoor-woonhuis / bewoners	3,41	3,41	
Resultaten Globale DU-index			
milieukosten per jaar			
milieukosten	rekening	rekening	
Materialindex	4	4	0
Energiegebruik	4	2,122	61
Waterindex	105	105	105
Totale milieukosten	€ 1.555	€ 2.146	DU-INDEX: 72

Deze 'Mo-coëfficiënt' bepaalt in het DuMo-systeem de factor waarmee de cultuurwaarden van het monument de daardoor min of meer beperkte ingreepmogelijkheden in het kader van duurzaamheid compenseren. Het uiteindelijke DuMo-profiel van het gebouw in bestaande toestand en van duurzaamheids-scenario's daarvoor, levert vervolgens een score op die kan worden vergeleken met de algemeen gebruikelijke scores voor duurzaam bouwen, zoals bijvoorbeeld gehanteerd in het duurzaam bouwen-rekenmodel Greencalc+, op welk rekenmodel DuMo is gebaseerd. De culturele component van het werken in en aan een monument wordt dus ingebracht met de Mo-coëfficiënt als factor waarmee de duurzaamheidsprestatie wordt vermenigvuldigd.

Hieronder een voorbeeld waar met de eerste vijf maatregelen opgeteld meer dan 50% op energiegebruik kan worden bespaard en een mooi 'groen' labelniveau wordt behaald.

Voorbeeld van uitkomsten DuMo-profiel bij verschillende scenario's voor een kerk							
DuMo-SCENARIO	DuMo-profiel	Label	Energie-bespar.	Besp. K €/jr Gas of Elektr.	Invest. kosten x 1000€ ex. btw	TVT in jaren	
0 Nulmeting bestaande toestand	186	D	-	-	-	-	
1 Vensterisolatie (achterzet- monumentenglas) kerk en bijruimten	232	B	25%	5,8 G	98	17	
2 + Dampopen gewelfisolatie	296	A	26%	6,6 G	78	12	
3 + Vloerverwarming LTV	342	A	15%	3,8 G	120	43	
4 Als 3 met warmtelevering	354	A+	nvt	nvt	?	nvt	
5 Als 3 met integrale toepassing van LED + lager wattage voor huurders	379	A+	21%	3 E	30	10	
6 + Inzet van oppervlakte PV op platte daken in de omgeving	551	A++	100% + extra saldo	43 E	1170	27	

Uitgave:

Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg
Postbus 420
2800 AK Gouda
T 085 - 4862480
E secretariaat@stichtingERM.nl
I www.stichtingERM.nl

In de Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg (ERM) stellen opdrachtgevers, opdrachtnemers en overheden kwaliteitsrichtlijnen op voor het onderhouden en restaureren van monumenten.

Tekst en beeld:

Evert Jan Nusselder

Vormgeving:

Van Lint in vorm, Zierikzee

Druk:

Quantes, Rijswijk

© Evert Jan Nusselder MONUMENTENZORG en Stichting ERM, 2018

Stichting ERM

Binnen de stichting ERM werken overheden, opdrachtgevers en opdrachtnemers samen om de kwaliteit van het onderhouden en restaureren van monumenten op een breed gedragen kwaliteitsniveau te brengen en te houden. Daartoe stellen zij Uitvoeringsrichtlijnen (URL) en Beoordelingsrichtlijnen (BRL) op, tezamen erkenningsregelingen genoemd. Een URL bevat de afspraken die gemaakt zijn over het op juiste (technische) manier uitvoeren van onderhoud en restauratie. Een BRL bevat de afspraken over het aantoonbaar en het systematisch borgen van die kwaliteit. Een organisatie die aan zowel de uitvoeringsrichtlijn als de beoordelingsrichtlijn voldoet kan het ERM-certificaat Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg halen.



Stichting
Erkende
Restauratiekwaliteit
Monumentenzorg

Postbus 420, 2800 AK Gouda
T (085) 486 24 80
secretariaat@stichtingERM.nl
www.stichtingERM.nl

Samenwerken aan
restauratiekwaliteit