

# A1 Duurzaamheid in kerken: waar zit het hem in?

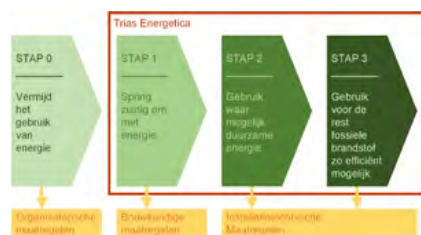
Tekst en afbeeldingen

Marc H.L. Stappers, specialist bouwfysica RCE

Duurzaamheid is een gezamenlijk inspanning. Ook kerken nemen daarin hun verantwoordelijkheid. Het geven van het juiste voorbeeld is voor hen vaak leidend, ook al zijn de te nemen maatregelen niet altijd kosteneffectief. In de praktijk betekent duurzaamheid vaak nog energiebesparing. En door dit expliciet te benoemen, wordt het te doorlopen proces makkelijker. Makkelijker betekent echter niet makkelijk. Bij velen blijft namelijk de vraag wat nou verstandig is om te doen. En hoe dat te realiseren wetende dat er verschillende belangen spelen. Twee zaken zijn echter altijd van belang in het kader van de duurzaamheid. Ten eerste dat het gebouw gebruikt moet worden, liefst waarvoor het ooit gebouwd is, maar soms kan het niet meer anders. Ten tweede willen we de erfgoedwaarden doorgeven aan de volgende generatie. En dat ligt heel erg in lijn met de formuleringen uit het Brundtland-rapport (COMMISSIE BRUNDTLAND 1987).

## Trias Energetica voor kerken

De Trias Energetica uit 1979 is alom bekend bij iedereen die zich ook maar een beetje met duurzaamheid bezig houdt. In de onderstaande afbeelding (Afbeelding 1) zijn de drie stappen aangevuld met een belangrijke stap die daar eigenlijk altijd aan vooraf gaat: STAP 0. Vermijd het gebruik van energie.



**Afbeelding 1** – De trias energetica is voor kerken hetzelfde als voor andere gebouwen, maar de praktische uitvoering ervan verschilt behoorlijk

Deze stap lijkt heel erg op de eerste stap, maar heeft meer betrekking op het planmatige, het slim nadenken over nut en noodzaak.

## Organisatorische maatregelen

Een vaak gemiste kans bij het verduurzamen van kerken zijn de organisatorische maatregelen: maatregelen die planbaar zijn, zoals programmering, verhuur, evenementen. Uiteraard moeten orgelconcerten plaatsvinden in de hal van de kerk, maar mis-

schien is het mogelijk om de restwarmte mee te programmeren door een evenement te dag erna te plannen of juist voorafgaand. En het is natuurlijk veel verstandiger om de ruimte afstemmen op de groepsgrootte van het evenement.

## Bouwkundige maatregelen

Een van de bouwfysische kenmerken van kerken is de verhouding tussen vloeroppervlak en volume: kerken zijn hoog en hebben veel 'overruimte'. Ze zijn hoog, tot wel 21 meter (NEILEN 2002, pag. 27) en de verhouding tussen omhullende oppervlak en volume varieert tussen de 0,2 en 0,5 (NEILEN 2002, pag. 29). Het aantal bouwkundige maatregelen dat we kunnen treffen in kerkgebouwen is beperkt (NUSSELDER 2018). Twee heel belangrijke zijn thermische isolatie en kierdichting (zie Thermische isolatie en Kierdichting).

## Installatietechnische maatregelen

Installaties in een kerkgebouw hebben tot doel de gebruiker een behaaglijke gevoel te geven. Een lastige opgave wanneer het gebouw, met zijn grote volume, en de kunstschaten, die klimaatgevoelig (ANKERSMIT EN STAPPERS 2020) zijn, niet te veel negatief beïnvloed mogen worden. Daar komt bij dat warme lucht lichter is dan koude lucht, waardoor deze de neiging heeft om snel richting het (lekkere) gewelf te stromen (SCHELLEN 2002, pag. 144-148). En toch kunnen we niet goed zonder installaties. Maar zorg voor een goede balans tussen bron en afgifte. En bedenk dat de energie ook nog getransporteerd moet worden wat vaak zorgt voor grote aantastingen aan het gebouw en zijn interieur. En als laatste is het zaak om goed na te denken over de regeling en bijhorende instellingen.

## Zoek de balans

Ovbi-maatregelen (Organisatorische, Bouwkundige en Installatietechnische) moeten in balans zijn om de duurzaamheid te optimaliseren en voldoende flexibel zijn om niet voor verrassingen te komen staan mocht de werkelijkheid niet helemaal op het geschetste toekomstbeeld aansluiten. Daarom is goed om met elkaar de ambities vroegtijdig vast te leggen. Door ze goed in balans te brengen worden de maatregelen ook bijna als vanzelf geïntegreerd.

## Ambities

Kerkbeherende organisaties hebben, net zoals andere erfgoedinstellingen, verschillende ambities. Om te komen tot een duurzamer kerkgebouw, is het goed deze in beeld te krijgen en te houden gedurende het gehele proces. In het kader van deze bijdrage zijn het verkleinen van de milieubelasting en het verlagen van

**Afbeelding 2** – Breng de organisatorische (O), bouwkundige (B) en installatietechnische (I) maatregelen met elkaar in balans en stuur op integratie van de maatregelen



de energiekosten energiebesparing twee heldere ambities. Maar voor kerken speelt ook het verbeteren van het comfort, of dat nu voor de eredienst, concerten of evenementen, ook een rol. Daarnaast is er ook altijd aandacht voor het kerkorgel en andere kunstschaten. De technische staat daarvan mag niet verslechteren. En als laatste spelen de kosten van de maatregelen een rol. Anders dan bijvoorbeeld een museum is meer inkomsten uit kaartverkoop soms een wat lastiger vraagstuk, maar het nemen van kostenefficiënte maatregelen speelt altijd een rol. Het begrip terugverdientijd (rvt) komt dan om de hoek kijken.

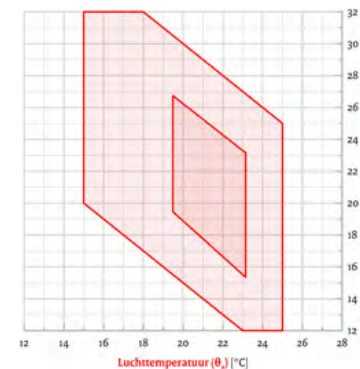
Het is bij het verduurzamen dus verstandig om vooraf goede gesprekken te hebben met elkaar over de ambities van de kerkbeherende organisatie. Dat zijn soms geen eenvoudige gesprekken, maar om die reden juist heel goed om deze aan de voorkant te voeren. Het resultaat is dan een klein document waarin de verschillende ambities beargumenteert en gewogen zijn opgeschreven. Tijdens het verdere proces kan dan bij elke te nemen beslissing worden teruggekeken naar dit document en worden beslissen eenvoudiger en komt de verdere planning niet in gevaar.

## Comfort voor het monumentale gebouw

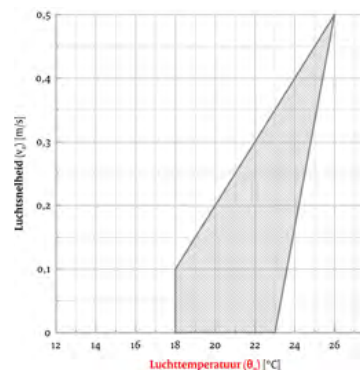
Bij het aanpassen van historische gebouwen in het algemeen, maar met een beschermde status in het bijzonder, is het belangrijk de cultuurhistorische waarden van het gebouw te respecteren. Alleen aanpassingen die de monumentale waarden niet onacceptabel wijzigen zijn mogelijk. Een bouwhistorische rapportage kan ook voor kerken inzicht geven in de mate waarin aanpassingen en wijzigingen mogelijk zijn (HENDRIKS EN VAN DER HOEVE 2009). Daarin zou ook aandacht moeten zijn voor het interieur en de aanwezige collecties.

## Comfort voor personen

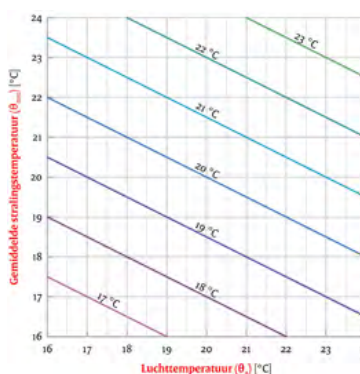
Voor het menselijk comfort zijn niet name de lucht-, stralings-temperatuur en de luchtsnelheid van belang als het gaat om de parameters die met bouwkundige en installatietechnische maatregelen kunnen worden beïnvloed. Tussen deze drie klimaatparameters bestaan verschillende relaties. In afbeelding 3 is relatie weergegeven tussen de luchttemperatuur in de ruimte en de temperatuur van de wanden (en vensters). Het binnenste rode gebied is voor de meesten behaaglijk, het buitenste rode gebied is voor de meesten behaaglijk, het grijs gebied is voor de meesten behaaglijk. Een verkeerde plaatsing of instelling van gewelfventilatoren of luchtinblaasroosters kunnen snel funest zijn voor het behaaglijkheidsgevoel. In afbeelding 5 is de gevoelstemperatuur (ook



**Afbeelding 3** – De relatie tussen de luchttemperatuur in de ruimte en de temperatuur van de wanden (en vensters). Het binnenste rode gebied is voor de meesten behaaglijk, het buitenste rode gebied is voor de meesten nog net behaaglijk



**Afbeelding 4** – De relatie tussen de luchttemperatuur en de luchtsnelheid. Het grijs gebied is voor de meesten behaaglijk



**Afbeelding 5** – De behaaglijkstemperatuur als gewogen gemiddelde van de luchttemperatuur en de gemiddelde stralingstemperatuur

wel operationele temperatuur genoemd) weergeven. Dat is een gewogen gemiddelde van de luchttemperatuur en de temperatuur van alle omhullende oppervlakken (ook wel de gemiddelde stralingstemperatuur genoemd).

Daarnaast wijst onderzoek naar thermische behaaglijkheid ook uit gemiddelde 5% van de bezoekers en/of gebruikers ontevreden is over het binnenklimaat (FANGER 1970). Dat betekent enerzijds dat we het nooit helemaal goed kunnen doen en anderzijds dat het probleem zich verplaatst wanneer we het klimaat wijzigen bij dit zeer kleine aantal comfortklachten.

### Comfort voor kunstschatten

In kerken bevinden zich dikwijls cultuurhistorisch waardevolle voorwerpen, zoals altaarstukken, preekstoelen, orgels, schilderingen op paneel of doek, enzovoorts. Soms maken de kunstschatten onderdeel uit van het interieur, zoals doopheken of muur- en gewelfschilderingen. Het creëren van de juiste klimaatomstandigheden in een kerkgebouw is niet eenvoudig (STAPPERS en NEUHAUS 2017; STAPPERS en ANKERSMIT 2013). Om te komen tot een passende klimaatstrategie voor de aanwezige collectie is een negen stappenplan ontwikkeld (ANKERSMIT en STAPPERS 2020).

### Kostenefficiëntie

Veel beslissingen worden direct of indirect gestuurd door het beschikbare budget. Dat budget moet allereerst beschikbaar zijn tijdens de uitvoering van het project. Maar verder is het ook zaak

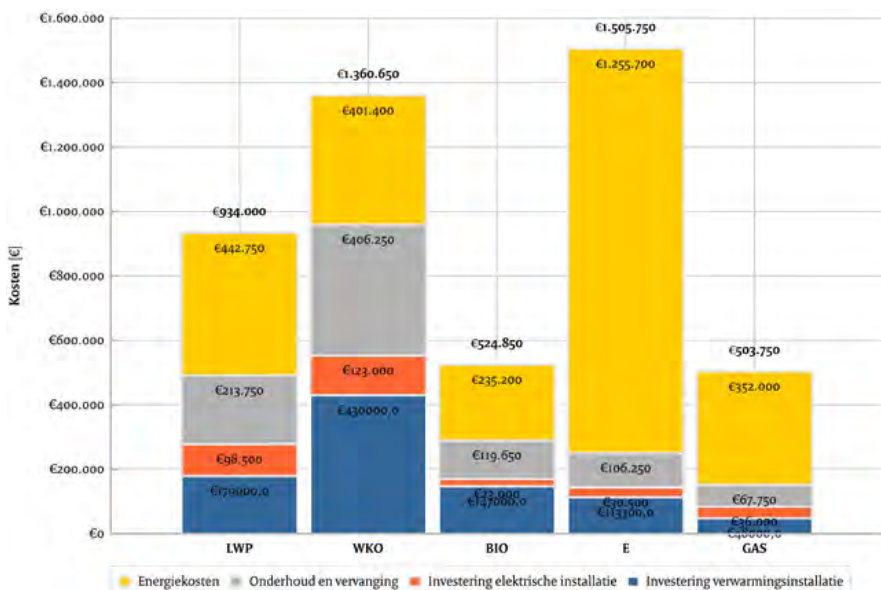
om te kijken naar de Total Cost of Ownership (TCO): de kosten van de aanschaf plus de kosten van het gebruik over een bepaalde levensduur. Een installatie of maatregel kan bijvoorbeeld in de aanschaf wel goedkoop zijn maar heel energie-onzuinig of heel onderhoudsintensief. In Afbeelding 6 is bijvoorbeeld te zien de een biomassa-installatie (BIO) in de aanschaf wat duurder is, maar over de totale levensduur veel goedkoper dan een all electric (E) verwarmingssysteem.

### Thermische isolatie

Een van de bouwkundige maatregelen is het verhogen van de thermisch weerstand van de gebouwschil. Daarbij zorgen de vensters en het dak voor het meeste energieverlies en zijn om die reden vaak de focus wanneer we nadenken over isolatie.

### Vensterisolatie

Tot voor kort ging het bij het plaatsen van beschermende beglazing bij kerkvensters voornamelijk over de bescherming tegen vandalisme en de preventieve conservering van gebrandschilderd glas-in-lood. Nu, in de tijd waarin duurzaamheid ook bij kerken een grotere rol gaat spelen, speelt het verlagen van de energierekening en het verhogen van comfort een steeds groter rol bij het nemen van de beslissing om de vensters te isoleren. Een belangrijke parameter voor het besparingspotentieel is het glaspercentage dat ongeveer 20% van de gevel bedraagt (NEILEN 2002, pag. 29). Bij beperkte glaspercentages is de energiebesparing lager dan in kerkgebouwen met hogere glaspercentages (NEILEN 2002). Door het na-isoleren van vensters wijzigt de U-



Afbeelding 6 – Kostenindicaties voor vijf verwarmingssystemen (bron, transport en afgiftesysteem) voor energie, onderhouden en vervanging, en investeringen over een periode van 25 jaar rekening houdend met de stijgende energieprijzen (LWP: luchtwarmtepomp, WKO: warmte-koude-opslag, BIO: biomassa-installatie, E: all electric en GAS: gasketels). (bron: NIAG)

waarde van het glas wijzigt van 5,2-5,8 W/m<sup>2</sup>K naar 3,0-4,0 W/m<sup>2</sup>K. Op basis hiervan blijkt er sprake van een afname van het energiegebruik dat varieert van 5% tot 20% (NEILEN 2002, pag. 46). Uit onderzoek blijkt enerzijds dat ventilatie bijdraagt aan de instandhouding, het voorkomt condens (OIDTMANN 1994). Maar anderzijds is de U-waarde zonder ventilatie beduidend hoger.

### Voorzetbeglazing aan de buitenzijde met buitenluchtventilatie (A.1)

De bestaande historische beglazing blijft in de bestaande sponning gehandhaafd, waarbij de spouw tussen de beide glasbladen met buitenlucht wordt geventileerd. Kenmerk is dat de weersinvloeden van buiten niet geheel worden weggenomen. Het risico van condensatie van vocht aan de binnenzijde van de historische beglazing is verminderd maar niet geheel uitgesloten.

### Voorzetbeglazing aan de buitenzijde met binnenluchtventilatie (A.2)

Ook hier blijft de bestaande historische beglazing in de oude sponning gehandhaafd, maar wordt de spouw tussen de beide glasbladen met binnenlucht geventileerd. Kenmerk is dat de weersinvloeden van buiten geheel worden weggenomen en dat het risico van condensatie van vocht aan de binnenzijde van de historische beglazing praktisch is uitgesloten. De ventilatie met binnenlucht kan bij deze mogelijkheid worden gerealiseerd door ventilatieopeningen in de bestaande historische beglazing aan te brengen (QUIST en VAN HEES 2007).

### Voorzetbeglazing in museale opstelling met binnenluchtventilatie (A.3)

Bij deze oplossing wordt de voorzetbeglazing in de sponning van de bestaande historische beglazing aangebracht. De historische beglazing wordt naar binnen verplaatst en in een frame gevat. De museale opstelling wordt toegepast als er sprake is van hoogwaardig gebrandschilderd glas of als de technische toestand van het glas en de beschildering dat nodig maken (HERMANS en POLMAN 2004). De tussenruimte tussen beide beglazingen wordt met binnenlucht geventileerd om condensatie op de historische beglazing te voorkomen.

### Voorzetbeglazing aan de binnenzijde met binnenluchtventilatie (B.1)

Bij deze oplossing wordt aan de voorzetbeglazing aan de binnenzijde geplaatst. De spouw wordt met binnenlucht geventileerd om condensatie op de historische beglazing te voorkomen. De weersinvloeden van buiten worden niet weggenomen, dus er blijft een instandhoudingsrisico. Wel is er enige mate van isolatie en wordt koudeval wat beperkt.

### Uitvoeringsvoorwaarden

Om het risico van condensatie op de voorzetbeglazing zoveel mogelijk te beperken wordt bij een enkele voorzetbeglazing als richtlijn uitgegaan van een spouwbreedte van ten minste 40 mm en een hoogte van de ventilatiespleten aan onder- en bovenzijde van circa 20 mm. Bij een dubbele voorzetbeglazing kan met een geringe ventilatie worden volstaan (PERNOT en SCHELLEN 2007).

### Gewelfisolatie

Het isoleren van gewelven is heel goed mogelijk en kosteneffectief. Stenen gewelven zijn van zichzelf al luchtdichter (zie Luchtversing). De warmteweerstand van een gewelfconstructie is doorgaans niet hoog, maar voor stenen gewelven wel hoger (1,2-2,4 W/m<sup>2</sup>K) dan voor houten gewelven (2,5-3,6 W/m<sup>2</sup>K) (NEILEN 2002, pag. 41). Na-isoleren is daardoor bij stenen gewelven wat minder effectief dan bij houten gewelven. Voor stenen gewelven is een besparing tot ongeveer 5-20% mogelijk en voor houten gewelven is een besparing tot ongeveer 10-25% mogelijk (VERSTEEG 2020; NEILEN 2002).

Bij houten gewelven is het aanbrengen van een thermische isolatie over het algemeen beter uitvoerbaar. Hierbij wordt de thermische isolatie direct op de bovenzijde van de houten delen van het gewelf aangebracht. Om de luchtdichtheid van het houten gewelf te verbeteren is het raadzaam om aan de onderzijde van de thermische isolatie een dampremmende laag aan te brengen. Een alternatief is om een glasvol of steenwolisolatie te kiezen die fabrieksmatig aan één zijde is voorzien van een dampremmende aluminiumlaag.

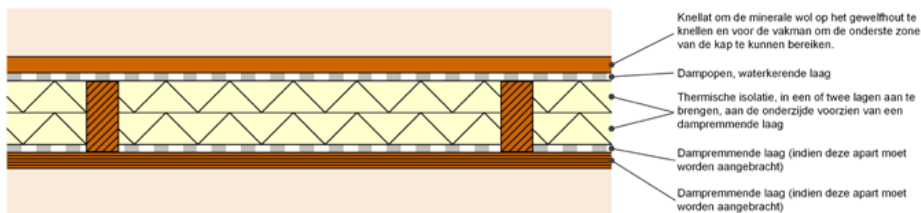
Isolatiebekens los leggen geeft een grote kans op afschuiven. De isolatiematerialen kunnen worden geniet of door knellatten worden bevestigd. Deze knellatten kunnen tevens een functie vervullen bij het veilig en gecontroleerd aanbrengen van de thermische isolatie doordat de vakman lopend over deze knellatten de onderste zone van de kap kunnen bereiken.

Bij (bak)stenen gewelven vormt het mechanisch bevestigen van het isolatiemateriaal aan de gewelven een risico door beschadiging (afbrokkelen). In geval isolatiebekens los worden gelegd dan bestaat het risico van het verschuiven hiervan. Het toepassen van een laag gespoten PUR-schuim of de toepassing van isolerende pleisters kan een alternatief zijn. Voor beide maatregelen geldt echter dat deze niet reversibel zijn.

Ook hebben stenen gewelven een zekere thermische massa. Dat maakt dat ze wat betreft temperatuur wat na-ijlen bij het buitenklimaat. Dat is in de regel niet ernstig behalve wanneer de gewelven beschilderd zijn. Die blijven daardoor langer koud, zeker wanneer ze na-geïsoleerd zijn, met mogelijk hoge relatieve luchtvochtigheid of condensatie aan het oppervlak (PERNOT en SCHELLEN 2005).

Voorwaarde bij een thermische isolatie van het gewelf is dat de isolatie gecontroleerd moet kunnen worden aangebracht. Bij houten gewelven geldt verder dat de ventilatie van de onderste delen van de kapconstructie niet door de thermische isolatie wordt verhinderd. Dit betekent praktisch dat niet altijd het gehele oppervlak van het gewelf kan worden geïsoleerd.

De gewelfisolatie moet ter plaatse van de kapvoet en/of boorte achterwege worden gelaten. Reden hiervan is dat de isolatie op deze locatie niet gecontroleerd kan worden aangebracht. Verder bestaat op deze locatie een risico van condensatie van vocht tussen de isolatie en de onderzijde van de houten constructie ter plaatse van de kapvoet. Tussen de gewelfisolatie en de onderzijde van het hellend dak moet een vrije ruimte van ten



**Afbeelding 7** – Juiste bouwtechnische opbouw voor het na-isoleren van een houten gewelf

minste vijf centimeter in stand worden gehouden, om zo een goede luchtcirculatie tussen de geboorte en de zolderruimte te waarborgen.

Een thermische isolatie aan de bovenzijde van het gewelf is in een dergelijk geval minder effectief, omdat niet de gehele oppervlakte kan worden geïsoleerd. Anderzijds is deze maatregel relatief goed uitvoerbaar, reversibel en ook na het aanbrengen nog inspecteerbaar. Er bestaan bij een thermische isolatie van een houten gewelf over het algemeen geen bouwtechnische risico's.

Uitgaande van 80 mm minerale wol kan met deze oplossing een isolatiewaarde van circa 2,0 m<sup>2</sup>K/W worden bereikt. Het optreden van schade door inwendige condensatie is bij de in Afbeelding 7 aangegeven opbouw uitgesloten (VERSTEEG 2020). Aan de koude zijde van de isolatie mag geen dampremmende laag worden aangebracht. Wel kan overwogen om de isolatie, vooral minerale wol, af te schermen met een dampopen, waterkerende laag (Sd-waarde ≤ 0,1 meter) met gunstige brandtechnische eigenschappen (brandklasse B-S1).

### Gevelisolatie

Het na-isoleren van wanden in kerken, zoals we dat kennen bij woonhuismonumenten, is niet realistisch. De versterking van de monumentale waarden is te groot. Een van de mogelijkheden is het toepassen van een isolerende pleister, mocht de pleisterlaag aan vervanging toe zijn. De warmteweerstand kan daarmee soms bijna verdubbeld worden, maar blijft laag. Het zijn echter de eerste centimeters die de grootste bijdrage leveren (STAPPERS 2020, pag. 20).

### Vloerisolatie

Vloerisolatie zonder het toepassen van vloerverwarming wordt zelden overwogen. En zelfs met vloerverwarming is de versterking van het bodemarchief groot. In (STAPPERS 2008, pag. 404) is een beslissboom geschetst die kan helpen bij het kiezen. Vloerverwarming is echter wel regelmatig toegepast, omdat het een prettige basiswarmte geeft en bijdraagt aan de behaaglijkheid.

### Luchtverversing

Voor het behoud van het gebouw is luchtverversing niet nodig. Er zijn echter soms omstandigheden waarbij ongewenst vocht zich kan ophopen door een onjuist maar historisch correcte detaillering. Ventilatie kan dan helpen om het probleem beheersbaar te houden. Voor een duurzaam behoud van het kerkgebouw is het echter belangrijk om de nieuwe ingrepen in het gebouw zo te ontwerpen dat ventilatie niet de reden is.

### In- en exfiltratie

**Infiltratie:** onbedoelde, ongecontroleerde luchtuitwisselingen van buiten naar binnen.

**Exfiltratie:** onbedoelde, ongecontroleerde luchtuitwisselingen van binnen naar buiten.

Voor een aantal kerken is in NEILEN 2002, pag. 73-96 het in-/infiltratievoud genoemd dat varieert van 0,1 (Sint Martinuskerk, Weert) tot 1,2 h-1 (Grote Kerk, Alkmaar). Dat komt neer respectievelijk 18.690 m<sup>3</sup>/h en 54.864 m<sup>3</sup>/h. Met de hoeveelheid ventilatie gaat ook energie verloren. Voor de genoemde kerken is het specifieke warmteverlies door ventilatie 0,62 kW/K respectievelijk 7,62 kW/K (NEILEN 2002, pag. 32).

### Ventilatie

**Ventilatie:** bedoelde, gecontroleerde luchtuitwisselingen.

Steeds vaker worden kerken bewuster geventileerd. Dat geldt vooral voor kleinere kerken, die meervoudig worden ingezet. En de COVID-pandemie heeft ook zeker daaraan bijgedragen. In veel gevallen worden kerken nu geventileerd volgens het Bouwbesluit 2012 (OVERVELD, BERGHUIS, en HUIJZER 2020). Voor veel kerken betekent dat een behoorlijk ingreep, zeker wanneer de ventilatiebehoefte extra wordt opgeschroefd. En deze ventilatie-lucht moet in sommige gevallen ook nog worden voorverwarmd en dat kost (extra) energie.

### Recirculatie

**Recirculatie:** omspoelen van al dan niet geconditioneerde lucht.

Veel kerken met een traditioneel luchtverwarmingssysteem maken hier gebruik van. Dat betekent echter dat er geen verse lucht wordt bijgemengd, hoewel soms deze optie wel mogelijk is. In-/exfiltratie zorgt dan voor frisse lucht.

### Kierdichting

Door kieren te dichtmaken verkleinen we de ongecontroleerde uitwisseling van lucht tussen binnen en buiten. Daarmee verlagen we het in-/exfiltratievoud. De bijhorende energiebesparing kan oplopen tot zo'n 40% (NEILEN 2002, pag. 45). Uiteraard is dit percentage sterk afhankelijk van de mate waarin het in-/exfiltratievoud kan worden verkleind. Dat effect is bij een grote kerk met een houten gewelf en relatief veel vensteropening groter dan bij een kleine kerk met een stenen gewelf en een relatief weinig vensteropening. En dat heeft weer een relatie met de locatie en dus de windsnelheid en windrichting.

## Installatietechniek

### Energiebron

Een belangrijke manier om te verduurzamen is het wijzigen van de energiebron. Het gebruik van gas is nu voor veel kerken nog vanzelfsprekend. De infrastructuur is daar volledig op ingericht. Maar de overstap naar andere energiebronnen is ook bij kerken een belangrijk vraagstuk. De ontwikkelingen zijn in volle gang en ook kerken willen soms gebruik maken van andere of innovatieve energiebronnen, zoals waterstofgas in plaats van aardgas in infraroodstralings-elementen. Nu heeft het vervangen van aardgas door waterstofgas geen heel groot effect op de monumentale waarden, maar de overstap naar een inwendige luchtwarmtepomp onder het dak of op een plat dak heeft dat natuurlijk wel. De consequenties moeten dus goed in beeld zijn en getoetst worden aan de verschillende ambities alvorens een beslissing te nemen (zie Ambities).

### Transportsysteem

Een van de grootste verstoring in een gebouw komt voort uit het aanbrengen van de transportleidingen en -kanalen. Met name luchtkanalen zijn daarvoor verantwoordelijk. En de uitdaging om dit op een nette manier op te lossen, neemt vanwege aanvullende ventilatie-eisen alleen maar toe. Het is dus zaak om het leidingtraject zorgvuldig en herbruikbaar te ontwerpen. Goed bereikbaar voor onderhoud en eventuele vervanging op termijn. Zorg ook dat leidingen en kanalen goed geïsoleerd zijn, zeker bij grote afstanden.

### Afgiftesysteem

In STAPPERS en NEUHAUS 2016 zijn de meest voorkomende afgiftesystemen beschreven. De werking van deze systemen is niet significant gewijzigd. De impact op het monument is vrijwel altijd

### Bronnen

- ANKERSMIT, Bart, en Marc STAPPERS. 2020. 'Het binnenklimaat in het programma van eisen'. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.
- COMMISSIE BRUNDTLAND. 1987. 'Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future'.  
[▶ sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf)
- FANGER, P.O. 1970. Thermal comfort. Copenhagen: Danish Technical Press.
- HENDRIKS, Leo, en Jan VAN DER HOEVE. 2009. 'Richtlijnen bouwhistorisch onderzoek: lezen en analyseren van cultuurhistorisch erfgoed'. Amersfoort: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.
- HERMANS, Taco, en Mariëtte POLMAN. 2004. 'Bescherming van glas-inlood'. Zeist: Rijksdienst voor de Monumentenzorg.  
 ▶ [www.cultureelerfgoed.nl/publicaties/publicaties/2004/01/01/bescherming-van-glas-in-lood](http://www.cultureelerfgoed.nl/publicaties/publicaties/2004/01/01/bescherming-van-glas-in-lood)
- NEILEN, D. 2002. 'Monumentale kerken met verwarming: een bouwtechnische vergelijking'. Technische Universiteit Eindhoven.
- NUSSSELDER, Evert Jan. 2018. 'Verduurzamen van kerken'. Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumenten.  
 ▶ [www.stichtinggerm.nl/doc/Kerken%20folder.pdf](http://www.stichtinggerm.nl/doc/Kerken%20folder.pdf)
- OIDTMANN, Stefan Josef Christoph. 1994. 'Die Schutzverglasung: eine wirksame Schutzmaßnahme gegen die Korrosion an wertvollen Glasmalereien / Stefan Josef Christoph Oidtmann'.
- OVERVELD, M. van, M.I. BERGHUIS, en J.C. HUIJZER. 2020. Handboek bouwbesluit 2012. Alphen aan den Rijn: Vakmedianet BV.
- PERNOT, C.E.E., en H.L. SCHELLEN. 2005. 'Advies inzake het aanbrengen van een pleisterafdekking op het gewelf van de Dominicanerkerk te Maastricht'. Technische Universiteit Eindhoven.

groot. Vloerverwarming, hoewel onzichtbaar, kan het bodemarchief behoorlijk verstoren (STAPPERS 2008, pag. 388). Elektrische infraroodverwarming is, zeker met een rode gloed, van invloed op de beleving van de kerk. In (STAPPERS en NEUHAUS 2016, pag. 6-8) zijn de plus- en minpunten van de verschillende systemen weergegeven voor verschillende aspecten als efficiëntie, comfort en behoud.

### Voorbeeld

Een goed gedocumenteerd voorbeeld van een combinatie van bouwkundige en installatietechnische maatregelen is gepresenteerd in (STAPPERS 2018; 2010). Het voorbeeld betreft de Pieterskerk in Leiden. In deze kerk is aangetoond dat het goed mogelijk is om tot 60% energiebesparing te realiseren door stap voor stap goed doordachte maatregelen te treffen, zoals vensterisolatie, gewelfisolatie en aanpassingen aan het verwarmingssysteem en de regeling daarvan. Dat laatste wordt heel vaak vergeten, ook in combinatie met de klimaatbeheersing ten behoeve van het interieur en met name het orgel.

### Tot slot

Veel van de gebruikte cijfers zijn afkomstig uit oude, en misschien wel verouderde, bronnen. We moeten dus vaststellen dat in Nederland recentelijke niet veel aanvullend (bouwtechnisch) onderzoek gedaan is naar de neveneffecten van na-isolatie (VERSTEEG 2020). Met name de impact op het milieu (ambitie duurzaamheid en energiebesparing) en het hebben van reële terugverdientijden (twt, ambitie kosten) van dergelijke maatregelen is wenselijk om beter te kunnen adviseren. En dat terwijl ook religieuze gebouwen graag hun steentje bij willen dragen aan een betere wereld.

▶ [research.tue.nl/en/publications/advies-inzake-het-aanbrengen-van-een-pleisterafdekking-op-het-gewelf](https://research.tue.nl/en/publications/advies-inzake-het-aanbrengen-van-een-pleisterafdekking-op-het-gewelf)

— — —. 2007. 'Enkele bouwtechnische en installatietechnische aspecten van de herbestemming van de Dominicanerkerk te Maastricht'. In Seminar Herbestemming van religieus erfgoed. WTA Nederland-Vlaanderen.

QUIST, W.J., en R.P.J. VAN HEES. 2007. 'Beschermende beglazing Grote of Onze Lieve Vrouwekerk in Breda, 10 jaar later'. Praktijkboek Instandhouding Monumenten, 2007.

SCHELLEN, Henricus Lambertus (Henk). 2002. 'Heating Monumental Churches: Indoor Climate and Preservation of Cultural Heritage'.

STAPPERS, M. 2008. 'Vloerverwarming in monumentale gebouwen'. In Over de vloer. Zwolle: Waanders.

STAPPERS, M., en B. ANKERSMIT. 2013. 'Waarom scheuren onze historische orgels'. Het orgel, 2013.

STAPPERS, Marc. 2010. 'Energiebesparing in kerken: hoe is het mogelijk?' VBMK jaarboek 2010, 2010.

— — —. 2018. 'Energiebesparing in kerken. Hoe is het mogelijk?' Kerkbeheer, 2018.

STAPPERS, Marc H.L. 2020. Na-isolatie van historische gebouwen. Amersfoort: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

STAPPERS, Marc H.L., en Edgar NEUHAUS. 2016. Klimaatbeheersing in monumentale kerken. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

▶ [www.cultureelerfgoed.nl/publicaties/publicaties/2016/01/01/klimaatbeheersing-in-monumentale-kerken](http://www.cultureelerfgoed.nl/publicaties/publicaties/2016/01/01/klimaatbeheersing-in-monumentale-kerken)

STAPPERS, Marc, en Edgar NEUHAUS. 2017. Kerkorgels en binnenklimaat. Amersfoort: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

VERSTEEG, Henk. 2020. 'Na-isolatie van kerken: literatuuronderzoek vensterisolatie en gewelfisolatie'. LBP Signet.