

Uwmonument energiewaard



Praktischetipsvoorverduurzaming

Colofon

Uitgave:

Stichting Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg
Postbus 420
2800 AK Gouda
T 085 - 4862480
E secretariaat@stichtingERM.nl
W 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: Evert Jan Nusselder, Dick van 't Slot

Eindredactie: Theo van Oeffelt

Fotografie en illustraties: Evert Jan Nusselder, tenzij anders vermeld

Vormgeving: Van Lint in vorm, Burgh-Haamstede

5^e herziene en geactualiseerde uitgave

© Stichting ERM, juni 2025



Duurzamemonumentenzorg

Goed monumenten behouden hetaanpassen aan hedendaagse gebruiksnormen vinden wel lastig te combineren. Gaat het om prestaties op het gebied van gebruikscomfort en duurzaamheid, dan hebben monumenten de beeldvorming vaak tegen. Isolatie-initiatieven stuiten bijvoorbeeld vaak op bezwaren van monumentenzorg. Nieuwe energiezuinigere technieken en installaties lijken doorgaans niet goed inpasbaar. Maar dankzij de beschermde status van monumenten is sloop of vervanging niet aan de orde en scoren zij in materieel opzicht hoog op de duurzaamheidsschaal. Hun bouwstoffen hebben alleen lange levensduur en zullen niets snel sloop materiaal het milieubelasten.

Wel hoge energiekosten

Bij monumenten zijn meestal geen isolatie technieken en moderne isolatiematerialen toegepast. De gebouwschil – begane grond, buitenmuren, vensters en deuren, daken – houdt de warmte vaak slecht binnen (zie waaierblad 13). Verouderde verwarmingsinstallaties en een ontoereikende elektrasysteem verhogen het ongemak. Endan zijn (of lijken) er de beperkingen voor benutting van duurzaam opgewekte energie, zoals zonne- en wind-energie. Benutting van bodemwarmte en inzet van lage temperatuur-verwarming (LTV) heeft meestal nog niet plaats gevonden.

Thermische verbetering van de gebouwschil biedt kansen, maar standaard oplossing daarvoor zijn vaak niet mogelijk vanwege het monumentenzorg beginsel van beeld- en materiaalbehoud. Ook de bouwfysische effecten van een toegevoegde isolatie laag zijn riskant. Vochtbelasting door condensvorming, na onoordeelkundige isolatie, vormt een groot schaderisico.

Desondanks is met passende kennis van zaken (monumenten in standhouding, bouwfysica en installatietechniek) meestal goed milieuwinst en energiebesparing te bereiken. Doorslimme aanpassing of vervanging van installatietechniek kan de energie-efficiëntie extra worden verhoogd. Ook behoort duurzame energie opwekkingsomstandigheden. Het gebouw zelf bepaalt daar bij steeds de kansen en beperkingen: het gaat altijd om maatwerk.

Gebruik natuurlijk momenten

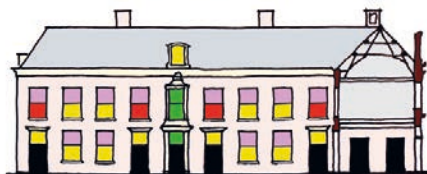
Verduurzamingsmaatregelen zijn het beste uit te voeren in tijd en een restauratie of onderhoudsbeurt. Dank kunnen ingrepen gecombineerd worden en ontstaat integrale een 'toekomstbestendige' kwaliteit van monumenten in standhouding. Deze aanpak is ook het meest kosten-efficiënt.



Inventarisatietekening met kleurcodering van technische kwaliteitenergetische verbeteringsopties van gevelopeningen bij een te verduurzamen hofje



noord- of voorgevel



hofgevel westzijde



hofgevel oostzijde



achtergevel of hofgevel noordzijde



Indicatie van het effect van maatregelen op gebruikersgedrag

Dit is een tabel die de besparende maatregelen behandelt, bevatten een informatieveld waarin een indicatie wordt gegeven voor het effect van de betreffende maatregel op:

1. de comfortverbetering in vierniveaus van matig redelijk goed tot uitstekend
2. de mate van energiebesparing, eveneens in vierniveaus van matig redelijk goed tot uitstekend
3. de orde van grootte van de terugverdiens tijd (TVT) in jaarblokken tussen 0 en 20 jaar
4. de waaiersbladennummers van maatregelen waarmee de behandelde maatregel bij voorkeur of met gunstig effect is te combineren.

Het informatieveld ziet er als volgt uit:

comfortverbetering	 t/m    
energiebesparing	 t/m    
terugverdiens tijd	0 - 20 jaar
combineren met	waaiersblad pag. nr.

Een ingevuld schema, waarbij een matige comfortverbetering, goede energiebesparing, terugverdiens tijd van vijftien jaar en combinatie met maatregelbladen 15, 19 en 21 is weergegeven, ziet er dan als volgt uit:

comfortverbetering	
energiebesparing	  
terugverdiens tijd	10 - 20 jaar
combineren met	p. 15/19/21

Gebruikersgedrag

De gegeven indicaties gaan uit van permanent en normaal gebruik van het monument gedurende het jaar. Wanneer de bewoners meer of juist minder intensief gebruik van het gebouw maken, veranderende verbeteringsscores en terugverdiens tijd aanmerkelijk. Bijeen als zomerverblijfgebruikt buitenhuis zijn namper energiebesparingen met isolatiemaatregel te boeken. Terugverdiens tijd van een verbeterde verwarmingswijze zullen zeer lang zijn. Andersom kunnen bijeen bovenmatig intensief gebruikt monument de besparingen met de behandelde maatregel flink toenemen. De terugverdiens tijd zijn in dat geval veel korter. Het gebruik bepaalt dus in hoegomate de feitelijke effecten van besparingsmaatregelen.

Indicatie van het effect van maatregelen op gebruikersgedrag

Appartement onder een laat middeleeuwse kap;
de doos-in-doos formule zorgt
voor comfort, duurzaamheid
en cultuurwaarden behoud



Aanraakbaarheidencultuurwaarden

Monumentenzorg staat voor behoud van het gebouw. Maar niet alle onderdelen van het monument zijn even waardevol. Soms zijn in het verleden ingrepen gedaan waar van een klein belang, en ander meer als verarming zijn te beschouwen. De 'aanraakbaarheid' van het gebouw zijn onderdelen is daardoor per pand wisselend en divers. Dat heeft als gevolg dat aanpassingen ten behoeve van energiebesparing en verduurzaming soms wel en soms niet mogelijk zijn. Monumenten verduurzaming gaat dus altijd om gebouw-gebonden maatwerk.

Bouwhistorische analyse vooraf

Een gekwalificeerd bouwhistoricus kan per onderdeel een goede indicatie geven van de cultuurwaarden van het gebouw, en daarmee van de belemmeringen en mogelijkheden voor verduurzamingsmaatregelen.

Een monument met veel en kwetsbare cultuurwaarden heeft minder mogelijkheden voor toepassing van energiebesparingstechnieken. Een, qua cultuurwaarden enigszins geïsoleerd pand, kent meer mogelijkheden tot verduurzaming. Voornamelijk monumenten ontwikkeld met instrumenten zoals Duurzame Monumentenzorg (zie: Stichting ISSO/www.issso.nl) betrekken de cultuurwaarden nadrukkelijk de duurzaamheidsdoormeting van het gebouw. Daarmee wordt voorkomen dat monumenten die nauwelijks 'aanraakbaar' zijn, stevast een laag duurzaamheidslabel krijgen. Maar ook dat kansrijke opties tot verbetering door onterechtewaarden toekenning worden geblokkeerd.

Verduurzamingsplannen en gebouw mogelijkheden zijn interactief

De uitkomst van zo'n DuMo-doormeting laat zien welke verduurzamingsopties er voor het pand zijn en welke duurzaamheidswinst daarmee is te boeken. Het gaat dan om elementen van de gebouwschil, waarbij de aanraakbaarheid van die bouwdeelnaden binnen en buitenzijde beoordeeld wordt. Daarbij reikt het gebouw vaak zelf als specifieke verbeterkans aan. Behalve de gebouwschil kan het ook andere bouwelementen aanwaarde duurzaamheidsmaatregelen kansrijk zijn. Wanneer bijvoorbeeld het plan is om met lage temperatuurverwarming te gaan werken - wat meer radiatoroppervlak of vloerverwarming vereist -, dan is bouwhistorisch waardenbepaling nodig van alle interieurdelende bijplaatsing van verwarmingselementen en leidingdoorvoerkans op verstoring lopen.



Vensterpartij uit 1904 vooreen
energiebesparende vervanging
in kunststof en dubbelglas;
succesvolle energiebesparing,
maar fors cultuurwaardenverlies



Wat heeft het monument van nature te bieden?

Benut en herstel de eigen kwaliteiten van het monument openergetisch gebied

Gaan hoe het monument in het verleden aan de comfort behoefte voldeed en energie gebruikte. Want ook eerder bewoners hadden behoefte aan een behaaglijk huis. Niet alleen het herstel van vroegere bouwkundige kwaliteiten en het wegnemen van gebreken levert energie besparing op. Ook kan herschikking van functies in het pand in hoge mate bepalen of het een energiezuinig en comfortabel verblijf biedt.

Combineer restauratie en verbeter de energie-efficiëntie

Veel monumenten zijn door langdurig gebruik versleten geraakt. Zou kunnen ramen en deuren zijn gaankieren of slecht sluiten, zijn pannendaken hun winddichtte aansmering kwijt geraakt of zijn oude houten beschietingen van de kap of van zolder kamers verdwenen. Oorspronkelijke houten beganen grondvloeren kunnen zijn vervangen door steen of beton, kelders en kruipruimten kunnen zijn volgestort met puin. In de jaren '50 en '60 van de vorige eeuw werden veel binnen wanden en suite deuren gesloopt om een ruime 'living' te creëren. Ook verdwenen historische tochtputten om een grotere entree hal te verkrijgen. Al deze manco's en wijzigingen zorgden voor forse stijging van stookkosten. Zorgvuldig herstellen en reconstructie van mankerende gebouwdelen levert dan dubbele winst op: voor het cultuurwaarden behouden voor het energie gebruik.

Laat geen 'low-tech' kansen liggen

Profiteer van de aanleg en oriëntering van het gebouw. Projecteer een nieuwe badkamer aan de warmte kant van het pand, voorkom te veel zonbelasting door het planten van (lei-)bomen voor de gevel of herstel en gebruik historische binnen- en buitenluiken als warmte bufferen zonwering. Voorgoede ventilatie waren vaak slimme voorzieningen aanwezig; het weer functioneel maken van oude rook- en ventilatie kanalen kan gunstig bijdragen, zolang tocht wordt voorkomen. Bij dit alles is het de kunst te werken met de historische gebouw opzeten materialen. Ga niet 'tegen in' met wezens vreemde bestemmingen, constructies, details en materialen.



Wat heeft het monument van nature te bieden?

Leilinden zorgen voor een ideale
natuurlijke zonwering. Ze werken
‘volautomatisch’ en staan in de
winter zonder blad buitenwerking



Check de staat van onderhoud

Omdat het energiegebruik van het gebouw afhangt van de warmte-technische kwaliteit van de gebouwschil, is behalve een cultuurwaarde opname ook een goede indicatie nodig van de technische staat. Zolang er sprake is van niet opgemerkte groot lekkage, waardoor natte buitenmuren zijn ontstaan. Gevolg is een extreem toegenomen energiegebruik voor verwarming; nat muurwerk laat veel warmte door en doordat het muurvocht trichting het interieur uitdampst kost dat veel energie. Eerstezorg is dus een droge gebouwschil.

Beoordeel isolatie-adviezen op hun relevantie voor uw pand

Als, na aanpak van eventuele bouwkundige gebreken, plannen voor 'schilverbetering' via isolatie en vochtbeheersing worden voorgesteld, is het verstandig de realiteitszin daarvan deskundig te toetsen. Soms is helemaal geen grote winst te boeken met extra isolatie. Bijvoorbeeld als er historische binnenbetimmeringen aanwezig zijn, of wanneer de buitenmuurgrens aan een niet verwarmde ruimte. Andersom kunnen als 'goed' beoordeelde bouw delen bij nadere inspectie een tegenval lende warmte-technische kwaliteit hebben. Standaard plannen voorzien vrijwel nooit in het maatwerk dat een monument vereist.

Neem tijdig de proef op de som

Het beoordelen van isolatie plannen voor monumenten is lastig. Maar het loont al tijd om er te zetten toetsen. Laat bijvoorbeeld thermografie (warmte beeld opnamen) de warmte-technische gebreken in beeld brengen. Bij daarvoor geschikt koud en bewolkt droog weer, terwijl in het pand de verwarming al ruime eenmaal volop aanstaat, komend aan een energetisch manco's overtuigend naar voren. Zo'n specialistische opname en bijbehorende beeldinterpretatiekosten geld, maar dit verdient zich ruimschoots terug doordat 'isolatie-overkill' kan uitblijven en de echte warmte lekken vast komen te staan.

Benut alternatieve kansen

Soms kan met relatief weinig middelen een flinke energiewinst en comfortverbetering worden verkregen, zoals door overkapping van een binnenplaats wanneer dat niet conflicteert met de cultuurwaarden.



Warmtebeeldopname van een monumentaal hofje. Verschillen in stookgedrag beneden en boven en het extra warmteverlies via het enkelglas van de vensters komen in beeld



Waarverliestuwmonumentwarmte en wat valt er te besparen?

Leveranciers van isolatiesystemen beloven soms meer energiebesparing dan haalbaar is. Een producent van vloerisolatiesystemen geeft aan dat 'tot 40% op stookkosten kan worden bespaard'. Nu verlaatin een doorsnee niet-geïsoleerd woonhuismonument nooit meer dan 5% van de verwarmingsenergieviadebeganegrondvloerhethuis. Dus ook met de allerbeste vloerisolatietechniek is niet meer dan circa 4,5% besparing te bereiken.

Waar blijft de warmte in huis?

Bij een 'doorsnee' woonhuismonument van 600 m³, dat nog niet is geïsoleerd, half vrij staat en twee verdiepingen en een zolderruimte heeft, geldt globaal de onderstaande warmteverliespercentages per deel van de gebouwschil:

- beganegrondvloer circa 5%;
- buitenmuur circa 25%;
- ramen circa 30%;
- dak circa 30%;
- kieren en ventilatie circa 10%.

De meeste besparingskansen liggen dus bij het dak en de vensters. Ook aanpak van de dichtemuur delen bespaart veel.

Monumenten verschillen onderling

De indicatie betreft een gemiddeld woonhuismonument. Iser bijvoorbeeld veel meer glas in de gevels, zoals bij panden uit de periode van het Nieuwe Bouwen, dank om het verliesviaderamen nog hoger uit. En bij een fabrieksgebouw van één bouwlaag met cementvloer en een eenvoudige construeerd sheddak en vertonen dak en vloer beide meer energieverlies.

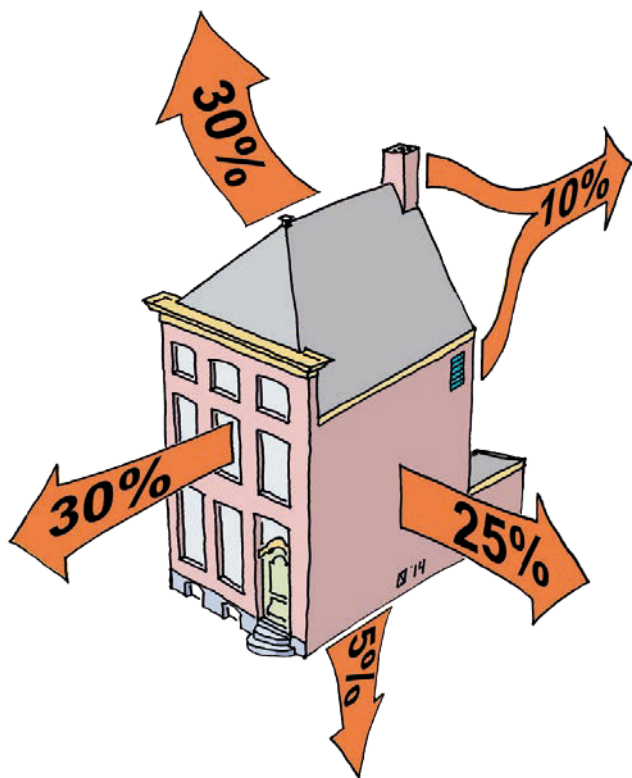
Partiële isolatie wijzigt de verliespercentages

Wanneer delen van het gebouw worden geïsoleerd, wijzigt de verdeling van energieverliezen. Bij het geïsoleerde deel van de gebouwschil zal het energieverlies flink afnemen. Bij de overige schildelen neemt het energieverlies verhoudingsgewijs toe. In absolute zin is dat niet zo, maar gevoelsmatig wel: na dakisolatie lijken bijvoorbeeld ramen extra kou en energieverlies te geven. Het monument merkt dat ook: leefvocht-transport door de gebouwschil concentreert zich nu bij de niet-geïsoleerde gebleven delen. Daarom is isolatie liefst als integraal maatregelenpakket, inclusief goede ventilatievoorzieningen, uit te voeren.



Waar verliest uw monument warmte en wat valt er te besparen?

Warmteverliezen bij een niet-verduurzaamd monument.
Indicatie van de hoeveelheid warmte-energie die per gebouwonderdeel naar buiten verdwijnt



Kengetallenenergiegebruik en-besparing

Voor het 'standaard-woonhuismonument' van het vorig gewaai erblad, dat door vier personen wordt bewoond, zijn de gemiddelde gebruikscijfers voor gas en elektra, de kosten daarvan en besparingsopties doorgerekend. De basiskosten van energie zijn de volgende:

Degemiddelde huidige gasprijs is €0,77 per m³ inclusief BTW.

Bij warmtelevering, zoals stadsverwarming, wordt af gerekend in Gigajoules (GJ); daarvoor geldende volgende richtprijzen:

1 GJ komt ongeveer overeen met 35 m³ aardgas; of 100 m³ gas = 3 Gigajoule.

1 GJ kost maximaal ca. €26,- inclusief BTW.

De voor ons land gemiddelde elektraprijs is €0,22 per kilowattuur (kWh) inclusief BTW. Boven 10.000 kWh/jr. wordt dat: €0,15 en bij meer dan 50.000 kWh/jr. wordt de prijs €0,11/kWh.

Eén kuubgas levert bij verbranding in een moderne HR-ketel evenveel warmte als 9 kWh elektrische energie.

Conventioneel elektrisch verwarmen - dus niet met een elektrische warmtepomp - is voor kleinverbruikers dus bijna driemaal zo duur als metaardgas.

Het schema aan ommezijde geeft de jaarlijkse energiebehoefte van ons voorbeeld pand. Het toont vervolgens de besparing bij inzet van enkele veel gekozen verduurzamingsmaatregelen, bestaande uit dak- en gevelisolatie met een isolatiewaarde (Rc) van ongeveer 2,5 m²K/W en raamisolatie met een U-waarde van ongeveer 3 W/m²K. Daarnaast de elektriciteitsbesparing bij inzet van ongeveer 30 m² zonnepanelen (PV). Tenslotte is het effect van inzet van een warmtepompsysteem met lagetemperatuurverwarming (LTV) bepaald.

Decijfers uit het schema veranderen wanneer u wand groter of kleiner is dan het voorbeeld-woonhuismonument. Ook wijzigt de energielast bij meer of minder gebruikers wanneer het pand niet als woonhuis, maar als kantoor wordt gebruikt.

Een monument met tweemaal zo grote inhoud (m³) zal ongeveer 60% meer verwarmingsenergie gebruiken. Boven vier personen is er bij een woning een extra jaarlijkse gasgebruik van 70 m³ en een extra elektriciteitsgebruik van 500 kWh per persoon.

Bij gebruik als kantoor daalt het gasgebruik naar circa 80% en stijgt het elektriciteitsgebruik naar circa 300%.

Schemajaarlijksenergiegebruik
voorengemiddeld
woonhuismonument

Jaarlijksenergiegebruikstandaard-woonhuismonument (600m³;4personen;
nietverduurzaamd).Kosten'allin'inclusiefBTW

Energiedrager	Huidigesituatie inenergieleen geld	Wordtbij isolatieo.b.v. Rc2,5enU=3	Isolatie+ 30m2PV	Enmetinzetvan warmte-pomp enLTV
Gasgebruik	3.600m3	1.500m3	Geeneffectop gasgebruik	400m3
Gaskosten	€2.770,-	€1.055,-	€1.055,-	€310,-
Elektragebruik	5.000kWh	Geeneffectop elektragebruik	500kWh	2.900kWh
Elektriciteitskosten	€1.100,-	€1.100,-	€110,-	€640,-
Totaalkosten	€3.870,-	€2.250,-	€1.260,-	€950,-



Eenaardgaslozetoekomst

Het gebruik van fossiele brandstoffen, zoals aardgas, moet deze eeuw (grotendeels) uitgebannen worden. Huidig nieuwbouwprojecten krijgen geen gasaansluiting meer. Ook voor monumenten is een aardgaslozetoekomst mogelijk, wanneer wordt ingezet op andere duurzame vormen van energieopwekking en energieopslag. Elektriciteit wordt belangrijker. Doorslimmer gebruik van elektriciteit kunnen de meer kosten voor verwarming worden beperkt. Ook biobrandstoffen en waterstof kunnen een goede vervanger voor gas zijn. Bij de aanleg van gasloze techniek in een monument geldt uiteraard de voorwaarde van cultuurwaarden behoud.

Schonestroom

Voor de opwekking van 'groene' elektriciteit kan zonne- en windenergie worden benut. Zonnecellen (PV) en zonnecollectoren leveren duurzame stroom en warm water. Bij voldoende dakoppervlakte kan een monument zelf voorzienend worden; met de huidige techniek is dat al goed mogelijk (zie waaierblad 49).

Qua windenergie-opbrengst zijn grote windmolenparken optimaal, maar soms kan windenergie ook opgebouwd op niveau worden benut. De foto op blad 18 toont een windturbine die ongeveer 1.000 kWh per jaar kan leveren. Waterkracht kan in gebieden met stromende beken met succes worden gebruikt voor de aandrijving van hydroturbines. De techniek verdwijnt bijna geheel onder water, zodat ook in historische settingen visueel schade ontstaat.

Energieopslag en slim stroomgebruik

Opslag van warmte in koude in de bodem (WKO), een warmtepomp-systeem met toepassing van lage temperatuurverwarming (LTV) voor vloer- en wandverwarming zorgen in combinatie met elkaar voor een gasloos verwarmingsalternatief, dat bovendien de energiekosten helpt verlagen (zie waaierbladen 37, 41 en 43). Wanneer de daar benodigde elektriciteit schoon wordt opgewekt is sprake van een optimaal duurzaam, gasloos systeem.

Biobrandstof

Wanneer wordt overgestapt naar een moderne ketel voor vergassing van houtachtige brandstof, kan ook een meer traditioneel verwarmings-systeem functioneren zonder aardgas. De techniek van bioketels is inmiddels zodanig dat het stookgemak van een gas ketel wordt geëvenaard. De CO₂ uitstoot is hierbij 'kort-cyclisch' en minder milieubelastend (zie waaierblad 39).

Eenaardgaslozetoekomst

Het verduurzamingsplan voor dit monumentale fabriekje voorziet in eigen energieopwekking met een windturbine op de schoorsteen en zonnecellen op de zuidflanken van de heddaken



Vocht, ventilatie en gezondheid

De oude situatie is niet altijd slecht

Doornatuurlijke ventilatie kiert door ramen, deuren en dakdelen raken niet-verduurzaamde monumenten hun leefvocht goed kwijt en komt verselucht binnen. Afgezien van hogestookkosten maakt zedaat gezond bewoonbaar. Ook voor behoud van het bouw materiaal-vooral de houtdelen-is dat 'open' karakter van de gebouwschil goed. Maar het wooncomfort en energiegebruik zijn minder gunstig.

Zorg voor ventilatie

Een professionele isolatie rond een kierdichting brengt verbetering, mits beheersing van vocht en ventilatie daar integraal onderdeel van uitmaken. Want isolatie en kierdichting belemmeren de natuurlijke ventilatie. Datervaart de bewoner niet meteen. Hij blijft met het extra comfort en de lagere stookkosten. Maar het gebouw heeft wel meteen last van de gewijzigde bouwbiologie. Imperfecties in de isolatie veroorzaken 'koude bruggen' in de constructie waar leefvocht uit het pand condenseert. Vocht op hoping in de lussen van de gebouwschil is het onzichtbare gevolg, met als effect aantasting door zwam van houten kozijnen en balken. Ook voor de bewoner is een met zwamsporen beladen binnenmilieu ongezond. Eenvoudige en effectieve methoden van ventilatie zijn dus essentieel. Het (weer) beweegbaar en goed functionerend maken van vensterdelen bijvoorbeeld, of het zorgen dat een ruitje of raampartij kan worden opengezet. Het benutten van historische rook- en ventilatiekanalen met hun 'natuurlijk trek' is ook een prima optie. Bij natuurlijke ventilatie is energie verlies onontkoombaar, maar ongecontroleerd warmte verlies en grote kieren bij daken, deuren en vensters sistevrij vermijden.

Balans ventilatie

Is een luchtbehandelingssysteem nodig, dan moet de vochtbelasting van de gebouwschil niet te hoog worden. Installatie-aansturing met hygrostaten (vochtsensoren) is daarbijaan ter aderen. Luchtaanvoer en afvoer moet goed op de behoefte worden aangepast. Balans ventilatie biedt de afstemmingen bij een grote gebouwinstallatie is dan tevens met warmte terugwinning (WTW) een flinke energiebesparing te bereiken.



Vocht, ventilatie en gezondheid

Opeenvoudigemanierkanmet losse,bedienbareventilatiepaneeltjesbijschuifframeneeneffectieve enbraakvrijenachtventilatievoorzieningwordenverkregen. Mooi‘lowtech’enopgeenenkele manierconflicterendmethet bestaandevensterdetail



Isolatieproducten en -systemen

Beperking van geleidingsverliezen ('transmissieverliezen') is de meest effectieve maatregel om warmte binnen, en koude buiten te houden. Het liefst met materiaal dat bij geringe dikte zo goed mogelijk isoleert.

Schuimproducten

Van de schuimsoorten die in plaat- of paneelvorm op de markt zijn, scoort resolschuim het beste, maar dat is bros en kwetsbaar. Praktisch in zetbaar is PIR-schuimplaat (poly-iso-cyanuraat). PIR-isolatie van 6 cm dik isoleert even goed als 10 cm dik EPS ('piepschuim'). De schuimpanelen zijn doorgaans voorzien van een laag folie aan de buiten- en binnenzijde (cacherings). Bij de beste producten is dat een aluminiumfolie die extra warmte reflecteert. Voor hellende daken zijn er isolatiepanelen met opgelijmd en tegellatten. Daardoor kan snel, en met minimale dikte - toename worden gewerkt, met behoud van de oorspronkelijke dakbedekkingsmaterialen. Schuimproducten zijn inde regel water- en dampdicht. Vochtregulatie kan daarom nooit via deze materialen, maar moet bewust gedetailleerd worden.

Droge, stilstaande lucht

Er zijn enkele producten op de markt voor bijvoorbeeld begane grond vloer-isolatie, die als foliepakket 'opderol' worden aangeleverd en na plaatsing worden gevuld met droge omgevingslucht. Het systeem is redelijk snel te plaatsen en in het begin effectief. Maar het is kwetsbaar en na beschadiging is het isolerend effect weg.

Dampopen isolatiemateriaal

Schapenwol, gerecycleerd textiel, cellulose vlokken en houtvezel producten zijn voorbeelden van dampdoorlatende isolatieproducten op basis van natuurlijk materiaal of hergebruik. Voldoende aantoonbaar brandpreventief behandeld werken zij goed. Toepassing van schapen wol wordt evenwel afgeraden vanwege de hoge milieubelasting. Bij koude brugsituaties kan onzichtbare vochtbelastingen aantasting van (hout) constructies ontstaan. Goede ventilatie is dus nadrukkelijk nodig.

Meerlaags-reflectiefolie

Van de meerlaags-isolatiesystemen berust de werking op beperking van stralingsverliezen. Bij koude begane grond vloeren kan een stralingsremmer effectief zijn. Ook bij zonbelaste daken werkt een reflectie laag tussen pannen en dakbeschot aanvankelijk goed. Zodra deze folies vervuilen draken - en dat kan binnen enkele seizoenen - is dat effect echter teniet gedaan. Zij helpen slechts marginaal tegen transmissieverliezen.

Isolatieproducten en -systemen

Voor buitendakse isolatie zijn er hoogwaardige en effectieve isolatie-schuimpanelen op de markt, zoals deze PIR platen met opgelijmdetengellatten



Dakisolatie,hellenddak

Dakzoneisvaakeengroteverliespost

Veelwarmte-energiegaatviadedakzonevaneengebouwverloren. Isolatiebiedthierdanookveelkansenenbijcorrecteuitvoeringkan tot30%opverwarmingsenergiewordenbespaard.Dakisolatiewerkt ookandersom:indezomerbehorenbloedhetezolderkamertjestot hetverleden.

Eenvoudigsteoptie:zoldervloerisolatie

Wanneerdekapruiintenietofnauwelijkswordtgebruikt,isdakisolatie helemaalnietnodig.Dooropdezoldervloereenisolatiepakkette leggenblijftdezolderruimtebuitende verwarmdezoneenwordt energieverliesviadekapbeperkt.Wanneerdezoldervloerbeloopbaar moetblijvenkunnensandwich-hardschuimisolatiepanelenofdito tegelswordengebruikmeteenharde,stevigetoplaag.Omtevoor- komendatbijaansluitingenopdebouwmuurofkapvoetcondenspro blemenontstaanmoetdeisolatievloerrondomeenkleinedecimeter vrijvandedraagconstructieblijven.Bijtrapgatenenlichtschachten moetnatuurlijkeengeïsoleerdruikofomtimmeringmetdeurworden gemaaktomwarmteverlieslangsdiwegtebeperken.Zorgdaarbij ookvoorgoedekierdichting.

Buiten-beschothisolatie

Deenigevocht-technische,bouwfysischbetrouwbareeneffectieve dakisolatieisdiewaarbijaandebuitenzijdevanhethistorische, behoudenswaardigedakbeschoten/ofopdeplaatsvantengelsen panlatteneenhoogwaardigisolatiepaneelkomt.Panelenmetaan beidezijdeneeninfraroodreflecterende,beschermendealuminium- afdekking('caching')enmetfabrieksmatigopgelijmdetengellatten aandebuitenzijde,voldoenhhetbeste.Overdetengelskomtndanbij voorkeurtevenseendampopen,maarwaterdichtefolie,waarover vervolgensdepanlattenkomen.Datleverteeenextraïsolerendespouw indedakhuidop.Deoudepannenkunnendaarnaterugkerenophet dak(erzijnechterwelextrapannennodigomdathetdakoppervlakiets toeneemtdoorhetisolatiepakket).Voorwaardevooruitvoerbaarheidis datdedakaansluitingenbijgevels,schoorstenen,dakkapellenen daklichtenbehoorlijkenzonderbeeldverstoringkunnenworden uitgevoerd.Hetdakvlakkomtimmersmeernaarbuitenteligenendat moettechnischenvooralookintermenvancultuurwaardenbehoudwel kunnen.

comfortverbetering



energiebesparing



terugverdiëntijd

10 - 20 jaar

combinerenmet

gevelisolatiep.27
raamisolatiep.31

Dakisolatatie,hellenddak

Uitvoeringvaneendakisolatatie-
projectbijeenaachttiende-eeuws
hofje.Buitenbeschotsysteem
met6cm.PIR-schuimplaten+
tengellattenendampopendeken



Dakisolatiebinnendaksenbij plattedaken

Binnendakseisolatie

Isolatieaan de interieurzijde van het dak moet bij houtendakconstructies als regel worden vermeden. Doordat bij eendergelijke aanpak historische onderdelen van de kap-endakconstructie achter de isolatie laag of binnen afwerking verdwijnen komen zij precies in de condens-gevaarzone terecht. Bovendien is de kapconstructie dan aan het zicht onttrokken. Dit is in strijd met het cultuurwaardenbehoud. De kapconstructie is ook niet lang te inspecteren op eventueel aanwezige vormen van aantasting, wat nadelig is voor goede instandhouding.

Leveranciers van isolatiesystemen geven vaak aan in staat te zijn de afwerking van een aan de binnenkant te isoleren dak goed dampdicht te kunnen en zullen afwerken. De bittere ervaring leert dat dergelijke beloften niet realiseerbaar zijn. De dampdichte afwerking zal op korte of wat langer termijn loskomen van de houten kapconstructie delen - die immers blijven 'werken' - met als gevolg dat er opgemerkt vochtconcentratie en houtaantasting ontstaat. Als daarvandaan de interieurzijde symptomen merkbaar worden - natte plekken of schimmelsporen - is het voor de draagconstructie van de kap vaak al lang te laat en zal grootschalig kapherstel nodig zijn. Toepassing van binnendakseisolatie bij woonhuizen en panden waar (leef) vochtproductie speelt wordt daarom afgeraden.

Plattedaken

Bij plattedaken en dakdelen is een eenvoudige buitendakse isolatie vorm mogelijk in de vorm van het zogenaamde 'omkeerdak'. Voorwaarde is dat het dakvlak bestaat uit een bitumineuze of kunst-rubber-laag, waarop in de bestaande situatie grindballast, tegel of een lattenrooster ligt. Na afnemen van de ballastlaag en eventueel herstel of vernieuwing van het dakleer komen op het dak vervolgens weer bestendige harde schuimisolatiepanelen met geïntegreerde of los te leggen ballastlaag. De ballastlaag voorkomt opdrijven en wegwaaien van het isolatiemateriaal. Een combinatie met de aanleg van zonnepanelen of zonnecollectoren is goed mogelijk. Ook kan omwille van duurzaam waterbeheer een sedumbedekking op de isolatielaag worden aangebracht. Binnendakseisolatie moet ook bij plattedaken met nadruk worden afgeraden.

comfortverbetering



energiebesparing



terugverdientijd

5 - 20 jaar

combineren met

gevelisolatie p.27
raamisolatie p.31

Dakisolatiebinnendaksenbij plattedaken

Omkeerdakindemaak. Opdevoor -
gronddebitumineuzedakbedekking.
Deblauwepanelenzijnvanhoogwaar -
digkunststofschuimdatbestandis
tegenblootstellingaanweerenwind.
Dedrainagetegelsvormendeballastlaag
enmakenhetdaknaderhandgoed
beloopbaar



Gevelisolatie

Ook buitenmuren zorgen voor warmteverlies, tot wel zo'n 30% van het totaal. Afhankelijk van onder andere de detaillering van de gevels zijn er uiteenlopende mogelijkheden voor energiebesparing. Voorkomen van het ontstaan van zogenaamde 'koudebruggen' en de effecten op het vochtgedrag daarvan is het eerste aandachtspunt.

Herschikking van gebruiksfuncties

Soms kan een andere functionele indeling warmteverlies tegengaan. Langskoude buitenwanden geen verblijfsfuncties, maar verkeerszones of onverwarmde ruimten. Zij vormen zo een isolerende overgangszone.

Binnenisolatie

Bij historische buitenmuren is isolatie aan de buitenzijde bouwfysisch 'veilig en effectief'. Maar meestal laat het cultuurwaarden behouden dat niet toe. Wanneer eraan interieurzijde betimmeringen en wandbespanningen zijn, kan het isolerende effect dat daarmee wordt verkregen soms worden versterkt door toepassing van een voor de situatie passend isolatiepakket. Aandachtspunt moet steeds zijn dat het ontstaan van condensvocht bij houten gebouwdelen in of tegen de buitenmuren wordt voorkomen. Isolatie van binnen stucwerk is soms mogelijk door toepassing van isolerende, vocht-regulerende kalkpleistersystemen als vervanging van de bestaande pleisterlaag, mits deze niet van historische waarde is. Soms kan een voorzetwandsysteem met isolerende sandwich-stucpanelen worden toegepast. Isolatie met naadloos op balken, vloeren en kozijnen aansluitend schuim-panelen moet beslist worden vermeden, vanwege het grote condens- en hout-aantastingsrisico dat daardoor ontstaat.

Buitenisolatie

Bij gepleisterde gebouwen, zoals monumentale fabrieken en in beton opgetrokken utiliteitsgebouwen, biedt een isolerende bekleding met hoogwaardig kunststofschuim, afgewerkt met een dunne gewapende pleisterlaag, kansen. Extra voordeel van een buiten-isolatiepakket is dat de hegevelconstructie van het gebouw wordt ingepakt, beschut raakt tegen weerelementen als bouwmassa in het interieur terecht komt met bufferende effect op de stook-en koel-behoefte van het gebouw. Bij gepleisterde of betonnen woonhuizen, uit bijvoorbeeld de periode van het Nieuwe Bouwen, is toepassing niet wenselijk. Door de isolerende bekleding zou de architectuur zijn kenmerkende rijkheid verliezen.

comfortverbetering



energiebesparing



terugverdientijd

10 - 20 jaar

combineren met

dakisolatie p. 23/25
raamisolatie p. 31

Somskaneenisolerende buiten-
bekleding zonder veelschade voor
het historische architectonische
beeld wordt toegepast, zoals bij
deze tot woongebouw herbestemde
fabriek aan de Zaan



Niettedicht!

Daken en gevels zijn bij monumenten meestal flink 'ademend'. Dat komt deels door hun bouwtrant en deels doordat oorspronkelijk goed gedetailleerde aansluitingen versleten zijn, of door verkeerde behandeling falen. Datademmen is cruciaal voor het behoud van het gebouw, vooral wanneer hout een belangrijk deel van de constructie en gevel elementen vormt. Ook voor een gezond binnenklimaat is een zeker mate van natuurlijk luchtverversing nodig. Maar te veel tocht en kier maken het oncomfortabel en leiden tot forse stookkosten. Kierdichting is dus aantrekkelijk, zolang het gebouw niet 'potdicht' wordt gemaakt. Met kierdichting kan, afhankelijk van de situatie 5-10% energie worden bespaard.

Neem slijtageweg

Stap één is restauratief: vak kundig herstel van versleten onderdelen, aansluitingen, hang- en sluitwerk. Daarmee is meestal de ergste kwaal verholpen. Bovendien draagt de ze aanpak bij aan goede instandhouding van het monument. Voor bepaalde aansluitproblemen van bijvoorbeeld schuif- en stolpramen zijn daarnaast goede moderne tochtweringstechnieken beschikbaar, die bij juiste detaillering lang blijvende effectsorteren.

Aanvullend tochtwering

De bouwmarkt levert allerlei zelfklevende kunststof strips die in noodgevallen kunnen helpen tochtproblemen weg te nemen. Door hun materialen en bevestigingswijze hebben de zetochtstrip een beperkte levensduur (enkele seizoenen), waardoor het geengoede en langstandhoudende maatregel is.

Nieuwe producten zijn er in bestendig materiaal, zoals dunne RVS-strips, die in meerder tochtsituaties inzetbaar zijn en de auto-industrie al langer bekend. Butylrubber-profielen met langdurig blijvende flexibiliteit en afdichtingscapaciteit. Deze hoogwaardige tochtprofielen kunnen metenige creativiteit in verrassend veel situaties met succes worden ingezet. Een van de grootstemanco's van schuiframen - deniet goed afsluitende wisseldorpel - kan uitstekend worden weggenomen door toepassing van een geschikt RVS-tochtprofiel. Ook kan de kantgeleiding van het schuivende onder raam er mee worden gedicht. Let wel: steeds op voldoende ventilatie; losse CO- en CO₂-sensoren, die alarmeren bij ongezonde binnenlucht, kunnen daarbij behulpzaam zijn.

comfortverbetering



energiebesparing



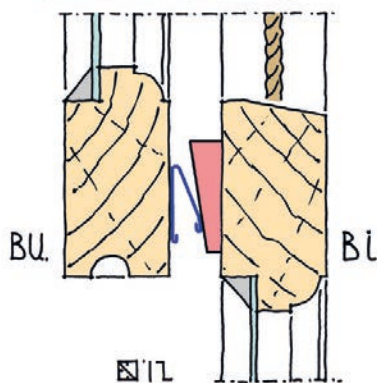
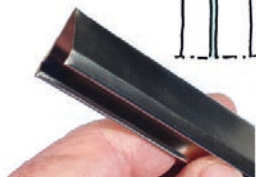
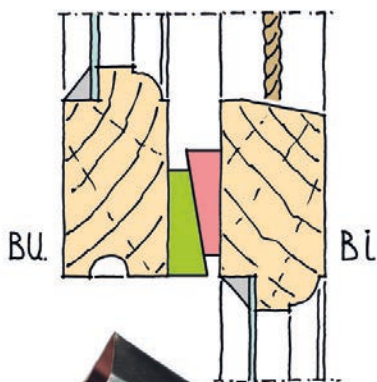
terugverdientijd

10 - 20 jaar

combineren met

raamisolatie p.31

Dewissellatafdichting van
schuiframen kan met succes
onzichtbaar worden vervangen
door toepassing van een
geëigend RVS-profiel



Ramenenisolatieglas

Raamisolatie

Voorenkelglasinhoutenofstalenramenbestaanenkele verbeteropties:

1. toepassingvanvoor-ofachterzetramenofachterzetbeglazing;
2. vervangingvandebeaandebeglazingdoordundubbelglas;
3. toepassingvanspeciaalvoormonumentenontwikkeldeerlaags gelamineerdeisolatieglas,passendindebeaande,ofietsuite diepenruitsponning.Detweedeoptievaltvanwegedediktemaat vanhetdubbelglaspakketendeaanexterieurzijdealsstorend ervarenndubbelereffectievandebeglazingvaakaf.

Voorzetramen

Toevoegingaandebuitenzijdevandevenstersvaneenextraraamof glaslaagiszeldeneenreëlemogelijkheid.Somsisheteenoptiebij historischeutiliteitsbouw;lichteventilatie-metbuitenlucht!-tussen hetnieuweenouderaamisdanaandachtspunt.

Achterzetbeglazing

Aandeinterieurkantvanhistorischevenstersisextrabeglazingofeen extraraamvlakswel mogelijk.Decultuurwaardenstellingvande binnenaferkingbijdevensterbepaaltdemogelijkheid.Metachter-zetbeglazingwordthetwarmteverliesviadevenstersongeveer gehalveerd.Achterzetbeglazingmetisolatieglasverbetertde energiebesparingextra.

Isolerendglaslaminaat

Bijschuiframesachterzetbeglazingnietgoedmogelijk.Vervanging vanhetbeaandeglasdoor'isolerendtriplexglas'iseenoptie.Dit glaslaminaatheeft eeninfrarood-reflecterendecoatingaaninterieur-zijde.Hetheeft eendiktevancirca6-8mm,waardoorplaatsingin beaanderaamsponningen-eventueelnauitfrozen-meestalmogelijk is.Welisvaak(deel)vervangingvanhetraamhoutnodigvanwegede vereistehogeresterktedoorhetextraglasgewicht.Tevensmoetende raamgewichtenwordenverzwaard.HetglasisookUV-werenden daardoortoepasbaarinmuseumsituaties.Debuitensteglaslaagkanin getrokkenglaswordenuitgevoerd,zodathetbuitenaanzicht een levendigespiegelinghoudt.

Zonwerendebeglazing

Achterzetglasof-ramenkunnenookinzonwerendeuitvoeringworden geleverd.Ditkanflinkbijdragenaancomfortverbetering.Bijenkelglas kanzonwerendevitrageofgordijnvoeringdezonne-warmtegoed buitenhouden.Overigensisbuitenzonweringaltijdeffectiever.

comfortverbetering



energiebesparing



terugverdiëntijd

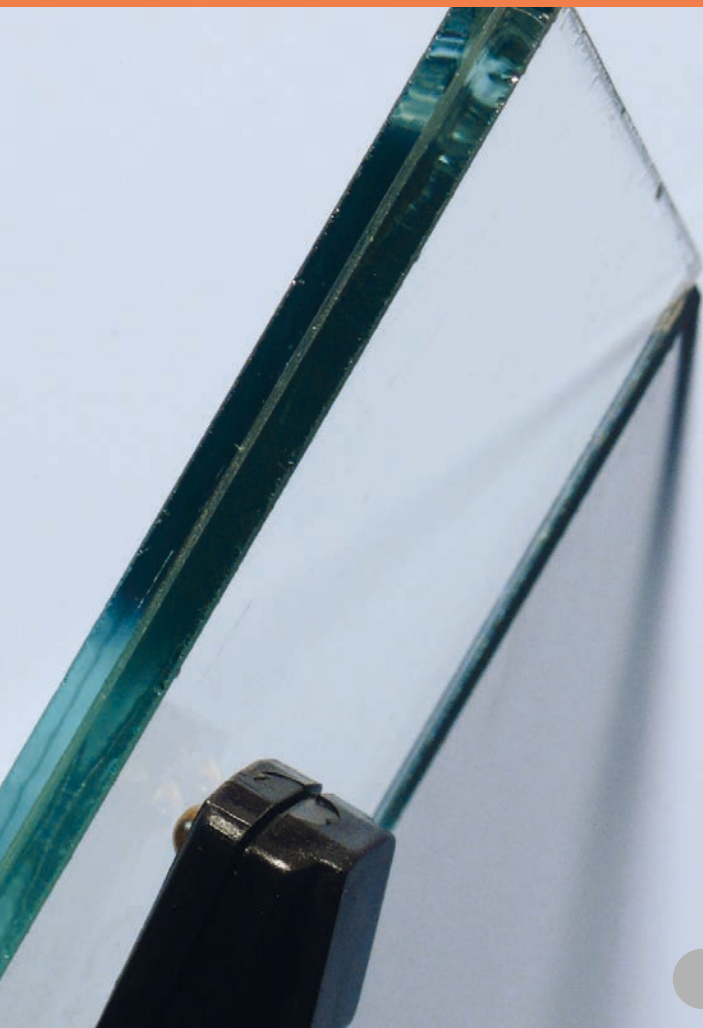
10 - 20 jaar

combinerenmet

dakisolatiep.23/25
gevelisolatiep.27
kierdichtingp.29

Ramenenisolatieglas

Gelamineerd isolatieglas voor monumenten heeft aan interieur - zijde een IR-reflecterende coating. De isolatiewaarde komt overeen met die van dubbelglas



Vloerisolatie

Isolatieonderdevloerconstructie

Isolatie van de begane grondvloer boekt niet veel energiebesparing, maar draagt wel bij aan het wooncomfort. De energiebesparing door beperking van transmissieverliezen is weliswaar beperkt, maar door de comfortwinst kan een 'graadje' lager gestookt worden. Dat levert dan wel weer een flinke besparing op, mits de bewoners de thermostaat ook daadwerkelijk lager instellen. Net als bij dak- en gevelisolatie is de beste plaats voor vloerisolatie aan de koude zijde, zodat de bestaande vloer aan de warme kant van de isolatieschil komt. Een houten delenvloer kan vaak tamelijk eenvoudig worden voorzien van een isolatiepakket aan de onderzijde, met een dampdicht of dampopen systeem. Isolatie tussen de vloerbalken heeft de voorkeur, omwille van blijvende inspecteerbaarheid en goede ventilatie van de draagbalken. Belangrijk is dat warmte verlies door de vloer vooral via straling verloopt. Reflecterend lagen op het isolatiepakket zijn daarom effectief, mits de reflectie laag vrijligt of aan eenige centimeters luchtspouw grenst. Gezorgd moet worden dat de eerste reflectie laag - meestal aluminium opgedampt kunststofolie - niet door stof zijn reflectievermogen verliest.

Kruipruimte

De kruipruimte moet na vloerisolatie extra goed geventileerd worden om vochtophopingen houtaantasting te voorkomen. Ventilatie roosters in de buitenmuren zijn vaak zichtbaar te optimaliseren. Een goed tegendemuur aansluitende, stevige dampdichte folie over de kruipruimte grond helpt tegenvocht verplaatsing naar de vertrekken erboven. Eventueel is vochtregulatie met een dik pakket gewassen schelpente overwegen. Een vaak voorkomend misverstand is dat een vochtwerend bodem-isolatiepakket energie besparend zou werken. Dat is niet het geval, vloerisolatie blijft nodig.

Isolatie op de vloer

Is de onderzijde van de vloer te bereiken noch te isoleren, zoals bij in de grond gelegde stenenvloeren of bij gewelfconstructies, dan biedt een dun isolatiepakket aan de bovenzijde, met daarop nieuwe bevloering, uitkomst. Moeteen aanwezig historische bevloering behouden blijven, maar niet in beeld, dankandit dunne pakket van isolatie en nieuwe bevloering over de bestaande vloer worden aangebracht. Een combinatie van (lage temperatuur-) vloerverwarming met een isolatiepakket is een aantrekkelijke optie. Het levert dubbele winst op: extra energiebesparing en hoger comfort.

comfortverbetering



energiebesparing



terugverdientijd

5 - 20 jaar

combineren met

aardwarmtep. 43
vloerverw.p. 45

Eenvoudigvloerisolatiepakket
ondertegeneenhoutenbegane
grondvloer. Debalkenzijn
daarbijvrijenteinspecteren
gehouden



CV-radiatoren

Radiator-efficiëntie

Hoewel hun naam aangeeft dat zij via straling (radiatie) werken, verwarmen radiatoren vooral door luchtverplaatsing of convectie. Afhankelijk van aanleg en leeftijd van het cv-systeem, zijn verschillende verbeteringen en besparingsopties mogelijk. Zij komen allereerst op verbeterde warmteafgifte naar het interieur en beperking van opwarming van buitenwanden.

Geef radiatoren lucht

Vaak staan radiatoren dicht op wand of vloer, oftewel strak onder een vensterbank. Dit belemmert luchtstromingen en warmteafgifte. Herpositioneren van de radiatoren helpt. Wellicht gelijk met vervanging door convectoren, die bij geringe afmeting meer convectiewarmte geven. Er zijn kleine panelen met ventilator-tjes op de markt, waarmee extra convectielucht door de radiator wordt gezogen of geblazen; deze zijn zeer effectief en kosten nauwelijks stroom.

Hoogwaardige radiatorfolie

Radiatoren stralen evenveel warmte naar voren als naar achteren. Ergaat dus ook warmte richting de buitenmuur, met energieverlies als gevolg. Hoogwaardige, infrarood-reflecterende isolatie achter de radiatoren reduceert dit verlies. Een isolatiepakket op basis van metallisch aluminium en kunststofschuim is effectiever dan radiatorfolie van de bouwmarkt. De radiatorfolie moet worden aangebracht op de buitenmuur in de contour van de radiator. De folie is dan deels in het zicht, wat voor het interieur aspecten wenselijk kan zijn. Het reflectiemateriaal is ook aantebrengen op de achterzijde van de (plaat) radiatoren (eventueel met magneten). Het is dan onzichtbaar, maar het radiatorvermogen en het energiegebruik van de radiator!-neemt met 20 tot 30% af.

Vermijd omtimmering

Radiatoren die zijn weggevoerd achter lambriseringen of vensterbank-uitbouwen, metroosters of gaas, verspillen energie. De temperatuur binnende omtimmering is hoog, met extra verlies naar buiten als gevolg. Richting het vertrek is er juist beperkte warmteafgifte. Het maakt de radiatoren nauwelijks regelbaar en daarom staan ze vrijwel altijd volaan. Ontmantelingen en individuele regeling met thermostaatkranen levert steeds verbeterd comfort en hogere energie-efficiëntie. De hoogste besparing wordt bereikt bij gecombineerde toepassing van bovenstaande maatregelen.

comfortverbetering



energiebesparing



terugverdientijd

5 - 10 jaar

combineren met

CV-regeling p.37

CV-radiatoren

De radiatoren zijn hierom esthetischer en weggewerkt achter een omkapping. Gevolg is dat nauwelijks warmte het vertrek in komt en veel energie naar buiten verdwijnt



Centraleverwarmingenregeling

CV-ketel

Bij een conventionele CV-ketel verdwijnt veel warmte door de schoorsteen. Vanuit energiebesparingsoptiek is de regasketel, ouder dan 10 à 15 jaar aan vervanging toe. Met een nieuwe HR-ketel bespaart men dan 15 à 30% energie.

Lage temperatuurverwarming (LTV)

Die besparing loopt nog verder op wanneer gebruik wordt gemaakt van lage verwarmingstemperaturen, wat weer mogelijk wordt na gebouwschil-isolatie. Dan daalt de warmtevraag immers. Daarbij helpt de warmte fysica een handje, immers wanneer de temperatuur van het retourwater naar de ketel lager is dan 50°C kan de CV-ketel op een lager temperatuuringesteld worden. Hierdoor wordt de rookgas temperatuur ook lager en zullen de rookgassen condenseren. De condensatie warmte levert 10% extra besparing op. Het rookkanaal moet hiervoor worden aangepast door in de historische schoorsteen een flexibel kunststof voer-annex condens kanaal te plaatsen. Binnen een oud rookkanaal van 10x10 centimeter is dit al mogelijk. Doordat de huidige ketels nagenoeg alle warmte afgeven aan het systeem water en hun verbrandingslucht via het duo-kanaal aanzuigen, kunnen zij veilig in een kleinere ruimte, zoals een wandkast, worden geplaatst. Wel is aansluiting op de binnenroering nodig voor de afvoer van condenswater uit de rookgassen.

Leidingisolatie

Onnodig warmte afgifte moet worden voorkomen, dat betekent immers energieverlies. Belangrijk daarbij is dat alle verwarmingsleidingen, die door kruipruimten, kasten of niet-verwarmde vertrekken, gangen en zolders lopen, hoogwaardig worden geïsoleerd, waarbij goede belemmering van warmte-uitstraling-aluminium oppervlak belangrijk is.

Moderne CV-regeling

Een goede verwarmingsregeling bespaart net zoveel als een goede ketel. Verbetering begint meteen weersafhankelijk regeling, die de stooktemperatuur aanpast aan de buitentemperatuur. Dat levert een hoger rendement en het warmteverlies gaat omhoog. Ook het comfort neemt toe, doordat het systeem-regelbaarheid beter wordt. Verwarm alleen ruimten waar dat nodig is. Door toepassing van draadloos bedienbare thermostaatkranen is het mogelijk om de sturing per radiator mogelijk. De gebruiker kan dan zelf op afstand met de smartphone elke radiator of ieder vertrek voor thuis komst apart regelen.

comfortverbetering



energiebesparing



terugverdientijd

5 - 10 jaar

combineren met

vloerisolatie p.33
CV-radiat.p.35

Centraleverwarmingenregeling

Inwendigevaneenmodernedubbel
hoog-rendementcombiketel.Zeer
hoogrendementdoorcondense-
rendegasverbrandingenslimme
digitaleaansturing.Kanaal
bovenincombineertluchttoevoer
enrookgasafvoer



Biobrandstof

Hout

Een CO_2 -uitstoot beperkend alternatief voor het verwarmen met aardgas is het verstoren van hout. Bij traditionele open haarden en houtkachels is de verbranding niet volledig, zodat energierijke houtgassen door de schoorsteen verdwijnen. Gevolg is een laag energetisch rendement en veel uitstoot van fijnstof en milieu-onvriendelijke gassen.

Moderne houtketels vergassen het hout, zijn volledig geautomatiseerd en kennen een rendement vergelijkbaar met dat van een gasketel. Belangrijke aandachtspunten zijn de beschikbaar ruimte voor de ketel en de aanvoer en opslag van het hout. Dat gaat om grote hoeveelheden. Tegenover een gasketel die jaarlijks 4.000 m³ gas verbruikt, vraagt een bioketel 8 ton of 15 m³ (bij houtpellets) tot 12 ton of 60 m³ (bij houtsnippers) aan stookhout.

Moderne, gecertificeerde houtpellet- en houtsnipperketels voldoen aan wettelijke emissie-eisen. Voor de plaatsing en inbedrijfstelling ervan is een melding of -afhankelijk van het installeren - een omgevingsvergunning nodig.

Verschillende typen biobrandstof

Hout als brandstof kent een aantal vormen:

- **Houtpellets.** Deze worden geperst van bewerkingsafval uit de houtindustrie; pellets vormen een uniforme compacte brandstof die makkelijk getransporteerd en verwerkt kan worden. Houtpellets zijn een ideale brandstof voor automatische ketels. De stookkosten bedragen ongeveer 70% van stoken op gas.
- **Houtsnippers.** Afkomstig uit de bosbouw, plantsoenbeheer etc. Deze brandstof is lastiger te verwerken dan houtpellets, waardoor de automatische houtsnipperketels wat duurder zijn dan houtpelletketels. De stookkosten zijn nog lager: ongeveer 35% van stoken op gas.
- **Stukhout.** De goedkoopste vorm van houtstook is de toepassing van stukhout (houtblokken etc.). Automatische ketels bestaan hiervoor niet: de houtketel moet handmatig gevuld worden. Dat kan natuurlijk niet permanent, vandaar dat een stukhoutketel een eigen stookregime vergt. De ketel wordt eenigmalen per winterweek voluit gestookt en de warmte wordt opgeslagen in warmwaterbuffers. Flinkere buffers vaten maken dus verplicht onderdeel van het systeem.

comfortverbetering

energiebesparing

terugverdientijd

combineren met



5 - 15 jaar

CV-radiat.p.35

Tweebuffervatenverzorgende
warmwateropslagdievaaknodig
isbijtoepassingvaneenbioketel



Warmtepomp

Laagwaardigewarmtebenutten

Bijtoepassingvanlagetemperatuurverwarming(LTV),zoalswand-of vloerverwarming,kaneenwarmtepomppeenforsebesparingophet energiegebruikgeven.Eenwarmtepomp-diehetomgekeerdeedoetals eenkoelkast-zetzogenaamde'laagwaardigewarmte'metbehulpvan elektrischeenergieominhoogwaardigewarmte(40/50°C).Buitenlucht ofbodemkunnenalsbronnenvoordewarmtepompfungeren.

HoogrendementbijLTV

Hoekleinerhetverschilstussendetemperatuurvandebronende afgiftetemperatuurvandeverwarmingselementeninhetgebouw,des tehogerishetrendement(COP:coefficientofperformance)vande warmtepomp.Bijeendergelijkewijzevanverwarmingmetrelatiefage temperatuuriseenCOPvan3,5à4haalbaar.Eéndeeelektriciteitis nodigisom3,5à4delennuttigewarmteteproduceren.Eenforse energie-besparing,echterdoordatelektriciteitpereenheidenergie driemaalduurderis,leverteeenwarmtepompnauwelijksstookkosten besparingop.Wektmenzelfduurzaamstroomop,daniswelsprake vanenergiekostenbesparing.

Alsbasisverwarming

Omdateenwarmtepomprelatiefduurisendekostenvantoenemen metzijnvermogen,wordtdezemeestalalsbasisvoorzieninggebruikt. Dewarmtepompwordtdanzogekozendatdezecirca30%vanhet voorhetgebouwbenodigdepiekvermogenkanleveren.Bijgrotere warmtevraagschakelteenHR-gasketelbij(bi-valentsysteem).Liefst levertdeze'stand-byketel'alsHR-combiketelookhetwarmtapwater. Voordebereidingvanwarmtapwaterzijnnamelijkhogetemperaturen nodig(65°C),diedooreenwarmtepompalleenmeteenlaagrende mentzijntebereiken.

Ookkoeling

Eenvoordeelvaneenwarmtepompisdatdezeindezomerperiode ookingezetkanwordenvoorkoelingvanhetpand.Alshetverwar mingssysteemdaaropwordtontworpen(toepassingvanvloerverwar mingenradiatorenmetingebouwdeventilatoren)kandateenflinke comfortverbeteringbetekenen.Eenaandachtspuntishetvoorkomen vancondensatie(nattevloerofdrupenderadiatoren).Eenvochtsen sorschakelingkanhierinvoorzien.

comfortverbetering



energiebesparing



terugverdientijd

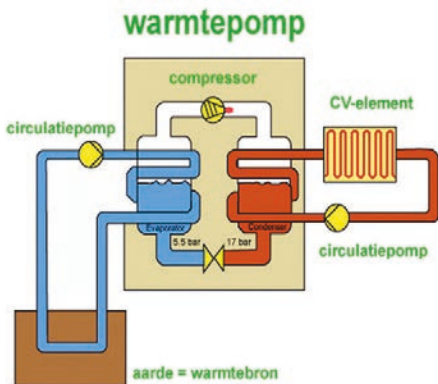
15 - 20 jaar

combinerenmet

aardwarmtep.43
vloerverw.p.45

Warmtepomp

Warmtepompinstallatiemetgoed geïsoleerdesysteemleidingen. Onderaanhetwerkingsschema vaneenwarmtepomp



Aardwarmte

Opslag van warmte in koude in de bodem (WKO)

Met de zomer warmte kan een gebouw in principe een heel jaar worden verwarmd, met winter koude een jaar lang gekoeld. Alleen openvraag en aan bod een half jaar uit de pas; er is dus een opslag probleem. Opslag van warmte in koude vergteeng groot buffervolume. In de bodem is dat voor handen. Bij onder grond se opslag wordt er in de zomer warmte aan het gebouw onttrokken en in de bodem opgeslagen. Het gebouw wordt zo gekoeld. In de winter verloopt het proces andersom. Een warmte pomp systeem is daar bij onontbeerlijk, omdat de temperatuur in de onder grond vrij laag is (ca. 12°C). Er zijn twee aanleg principes:

Gesloten bodemwisselaars

Doortot 100 meter diepe leidingen circuleert water dat 's-winters door de bodem wordt opgewarmd en 's-zomers wordt afgekoeld. Het water geeft zijn aanvoert temperatuur gedeeltelijk af aan de bodem, waardoor 's-winter skoude en 's-zomer swarmte wordt opgeslagen in de bodem. Bodemwisselaars zijn geschikt voor woningen en kleine kantoren (tot ca. 2.500 m²).

Open bronnen

Dit systeem omvat twee onttrekkingsbronnen waaruit het grondwater wordt opgepompt voor koeling en verwarming. Tijdens de zomer ontstaat een warme belwater in de ondergrond rond de ene bron; die warmte wordt in de winter gebruikt voor de gebouwverwarming. Bij de andere bron ontstaat een koude belwater die wordt benut voor koeling in de zomer. Het koelvermogen blijft zo het hele seizoen beschikbaar. Open bronnen zijn geschikt voor grotere gebouwen (kantoren vanaf 2.000 m²).

Maatwerken randvoorwaarden

Voor deze systemen is een vergunning of melding vereist (Milieuwetgeving). Ook moeten ontwerp en aanleg door erkende bedrijven worden uitgevoerd. Uitgezonderd individuele woning geldt een verplichting tot jaarlijkse monitoring. Bodemsystemen renderen het best wanneer ook koeling plaats vindt (terugverdientijd 10-15 jaar). Bij toepassing voor uitsluitend verwarming loopt de terugverdientijd op tot 15-20 jaar, mede afhankelijk van de lokale bodemgesteldheid.

comfortverbetering

energiebesparing

terugverdientijd

combineren met



10 - 20 jaar

warmtepomp p. 41
vloerverw. p. 45

Inbrengenvandeleidingen-inde
vormvaneenkunststofslang-
ineengeboordebronput



Vloer-enwandverwarming

Behaaglijken energiezuinig

Vloerverwarming geeft precies waarnodig warmte af, op een laag punt midden in het vertrek. Toepassing van dit verwarmingsprincipe is daardoor flink energiezuiniger dan traditionele centrale verwarming, ook omdat vloerverwarming bij 20°C lager temperatuur hetzelfde comfort levert. Vloerverwarming kan in de vorm van 'natbouw' of 'droogbouw' worden aangelegd.

Natbouw

Bij natbouw worden de lusleidingen van het vloerveld tijdens het storten in een cementgebonden constructie vloer opgenomen. Voornemen - situaties is dat alleen mogelijk wanneer al de vloer en geheel of gedeeltelijk kunnen worden vervangen. Wandverwarming kent een vergelijkbare techniek met lusleidingen en nieuwe bepleistering.

Droogbouw

Hierbij wordt op de bestaande vloer een 'los' vloerverwarmingspakket aangebracht. Daarbij komt het vloerpeil 2,5-5 cm omhoog, wat bijnaarbinnendraaiende deuren meteen op stapel is op te lossen. Voordeel van droogbouw is dat het verwarmingssysteem als na-installatie is in te passen en ook weer te verwijderen. Deze reversibiliteit maakt een droogbouwsysteem aantrekkelijk. Bij waardevolle historische bevoering is dit vanzelfsprekend geen optie.

Combineer maatregelen en systemen

Wanneer het om de beganegrondvloer gaat, is, ongeacht het aanlegprincipe, uitvoering op een goed isolatiepakket een voorwaarde voor energiebesparingssucces. Bij natbouw kan het isolatiepakket vaak meteen gebruikt worden als bekistingsbodem. Geschikte droogbouwsystemen hebben als basis een isolatie-kanaalplatenpakket, waarin vervolgens het warmte-afgevend leidingtracé komt. Daaroverheen kan vervolgens de vloer afwerking worden aangebracht. Omdat bij vloerverwarming het systeem water een veel lager temperatuur heeft dan bij radiatorverwarming, is combinatiemet een warmtepompen lage temperatuurverwarming (LTV) aan te bevelen. Vloerverwarming en LTV zijn het meest efficiënte basisverwarming voor permanent te verwarmen ruimten. Op extra koudedagen kan de vaak toch al aanwezige radiator- of convectiverwarming met eigen CV-ketel bijspringen. Nodig is dan wel dat er slimme regeltechniek komt en dat het leidingstelsel wordt aangepast op het tweeledige werkingsprincipe. Vloerverwarming is ongeschikt voor snelle, kortdurende ruimteverwarming.

comfortverbetering



energiebesparing



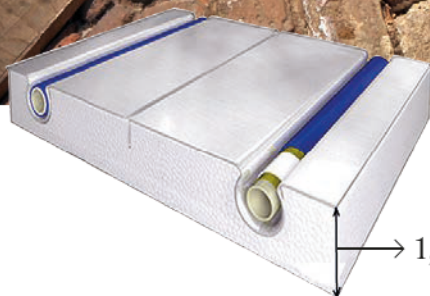
terugverdientijd

15 - 20 jaar

combineren met

vloerisolatie.p.33
warmtepomp.p.41
aardwarmte.p.43

Vloerverwarming als na-installatie over een monumentale stenen vloer. Het vloerveld rond de schouw is in het zicht gelaten



→ 1,5 - 4 cm.

Het enige cm. dikke verwarmingspakket met aluminium warmteverspreiders met leidingen in piepschuim kanaalplaten



Elektriciteitsbesparing

Verlichting

Verlichting vraagt veel energie. Gloei-enhalogeenlampen geven goed licht, maar ook veel warmte en zijn dus niet zuinig. Goede alternatieven zijn:

- **Spaarlampen** of fluorescentielampen besparen tot circa 80% ten opzichte van gloeilampen. Nadeel is de opstarttijd van circa 30 seconden. De lampen gaan veel langer mee dan gloeilampen (de kleurweergave-index (hoe goed worden alle zichtbare kleuren weergegeven) is gelijkwaardig met gloeilicht).
- **Led-lampen** besparen tot 85% ten opzichte van gloeilampen. Zij branden direct op volle sterkte, hebben in het midden een prima kleurweergave-index en hebben een (nog) langere levensduur dan spaarlampen. Wel zijn ze duurder.

Beide typen zijn rendabel en verdienen zichzelf snel terug. Ook voor aanlichtingenterreinverlichting zijn ledlampen inzetbaar. Bij dit soort verlichting met fors vermogen betekent dat substantiële energiebesparing.

Ventilatie

Goede ventilatie vraagt meestal permanente afzuiging. Oudere afzuiginstallaties werken doorgaans op wisselstroom. Vervanging door afzuigboxen op gelijkstroom levert meer dan 50% energiebesparing op.

Huishoudelijke apparatuur

Belangrijke besparingsopties op dit punt zijn:

- **Standby-stand.** Veel apparatuur verbruikt in deze stand nog 5-10W. Dit komt op jaarbasis neer op 50-100 kWh (€10-20 per jaar); uitschakelen helpt dus.
- **Koel- en vrieskasten.** Belangrijk hierbij is dat deze apparatuur zo koel mogelijk is opgesteld. Daarna is vervanging van apparatuur ouder dan vijftien jaar vrijwel altijd rendabel.
- **Warmtapwater.** In veel woningen zijn (close-in) elektroboilerste vindenvoor warmtapwater. Warmwatervia een combi-gasketel is veel energiezuiniger. De besparing loopt op tot circa 500 kWh per jaar.
- **Wasdroger.** Wasdrogen 'buitenaandelijk' is een goed alternatief. Dat bespaart tot 300 kWh per jaar.

comfortverbetering



energiebesparing



terugverdientijd

5 - 10 jaar

combineren met

-

Elektriciteitsbesparing

Ledlampen zijn inmiddels in alle maten en vermogens leverbaar. Men bespaart er tot 85% mee op stroomgebruik en ze zijn binnen een of enkele jaren terugverdiend



Zonne-energie

Warmte

Voor het oogsten van zonne-energie zijn er twee typen collectoren, of een combinatie daarvan. Bij zonnecollectoren is circa 3 m² zonnecollectoren voor een driepersoonshuishoudenvoldoende voor de (voor)verwarming van warmtapwater. Op bewolkte dagen schakelt de ketel bijvoorbeeld na verwarming. Het is wel aantrekkelijk bij woonhuizen maken voor al de visuele effecten van zonnecollectoren op een monumentaal hellend dak minder geschikt. Bij platte daken zijn de toepassingsmogelijkheden groter. De terugverdiëntijd bedraagt circa 15-20 jaar.

comfortverbetering



energiebesparing



terugverdiëntijd

15 - 20 jaar

combineren met

dakisolatie p.25

Elektriciteit

Naast de gebruikelijke zonnepanelen, bestaan er panelen in de vorm van leien en dakpannen. Hoewel deze meestal geen historisch passende vorm hebben, kunnen zij soms een redelijk alternatief vormen. De economische haalbaarheid van zonnepanelen hangt af van het jaarlijkse elektriciteitsgebruik. Bij maximaal 10.000 kWh geldt het hoogste energietarief en verdienen zonnepanelen zich terug in 5-8 jaar. Tussen de 10.000 en 50.000 kWh/jaar is de terugverdiëntijd 10-14 jaar. Meer dan 50.000 kWh per jaar geeft het laagste elektriciteitstarief, en daardoor de hoogste terugverdiëntijd: 15 jaar of langer. Voorgrootverbruikers zijn er recht op subsidie mogelijkheden.

energiebesparing



terugverdiëntijd

15 - 20 jaar

Toepassingscondities

1. Plaatsing van zonnecellen en zonnecollectoren op monumenten is vergunningplichtig.
2. Het dakoppervlak moet grotendeel schaduwvrij zijn en tussen zuidoosten en zuidwest zijn gericht. Bij platte daken is oost-west plaatsing met flauw-hellende panelen het meest efficiënt; de PV-installatie is dan mooi laag en nauwelijks zichtbaar.
3. Eris ruimteno dig voor plaatsing van een omvormer. Dat kan soms ook op het dak per zonnepaneel. De omvormer gaat circa 15 jaar mee.
4. De meterkast moet een vrijegroep hebben of krijgen waar op de installatie wordt aangesloten.

Op de markt zijn ook gecombineerde (PV-T) panelen. Deze warmten zowel elektriciteit als warmte op. Deze panelen zijn interessant wanneer er ruimtegebrek is voor beide typen afzonderlijk.

Zonne-energie

Zonnecellen hoeven niet steeds op het gebouw zelf opgesteld te zijn; creatieve plaatsingsopties en uitvoeringen maken toepassing op bijvoorbeeld een plantenkas mogelijk



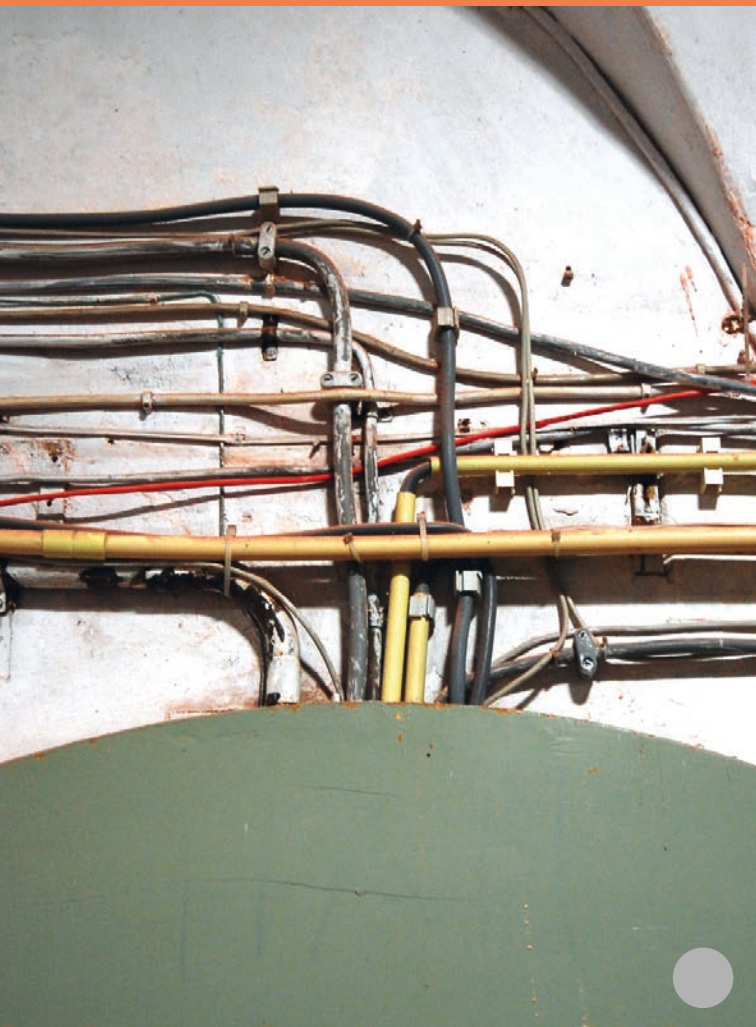
Vaak is er indeloop van de tijd in een monument van alles veranderd. Dat gebeurde niet altijd even vakkundig. Of het monument bouwkundigen installatie technisch voldoet aan eisen van functionaliteit en veiligheid wijst dan een integrale keuringsoptname uit. Hierbij worden de kwaliteits- en veiligheidsaspecten beoordeeld. De belangrijkste elementen van zo'n toetsing zijn:

- **NEN3140.** Toetst of de elektrische installatie voldoet. Vaak voorkomen dat gevaarlijke gebreken zijn het blootliggen van spanning voerende delen. Zij zijn dan aanraakbaar, dat is een veiligheidsrisico voor mensen. Meerdere blootliggende spanning voerende delen kunnen kortsluitingen brand veroorzaken; dat is ook het monument in gevaar.
- **NEN1078.** Stelt de eis voor gas gestookte installaties. Vaak voorkomen dat afwijkingen zijn de afwezigheid van 'plofvoorzieningen' in de stookruimte of het niets zodat nigherkenbaar zijn van gasleidingen.
- **Bouwbesluit.** De meeste monumenten zijn gebouwd op basis van natuurlijke ventilatie. Zeker wanneer er indeloop onder jaren besparen de maatregelen zijn uitgevoerd - zoals kierdichtingen raamisolatie - is er kans dat de ventilatie onvoldoende is voor een gezond binnenklimaat. Onderzoek naar de luchtkwaliteit is dan aan te bevelen, inzet van CO₂-sensoren en eventueel.
- **Brandveiligheid.** Er kunnen niet-brandveilige situaties in het monument zijn ontstaan. Een specifieke inventarisatie kan aangeven hoe brandgevaarlijke situaties kunnen worden vermeden of opgelost en hoe voldoende voorzieningen zijn getroffen voor voorkoming van uitbreiding van brand.
- **Legionella.** Bij onder warm tapwatersystemen zijn er vaak dode, of onvoldoende doorspoelde leidingen. Doordat circulatie gebreken in de warmwaterleidingen kan de temperatuur van het water tot een risico op niveau dalen, waardoor legionella bacteriën zich vermehren kunnen. Een gericht onderzoek levert inzicht in de risico's van het waterleidingnet in het gebouw. Niet alle risico's hoeven direct te worden verholpen. Maar bij een renovatie is het altijd aan te raden om misstanden op dit punt te kennen en een weg te nemen.

comfortverbetering
energiebesparing
terugverdientijd
combineren met



Leidingsystemen in monumenten zijn vaak aan doenlijkoud.
Zorg voor tijdige vervanging of alternatieven aanleg omwille van de veiligheid van bewoner en gebouw



Samen *werken* aan restauratiekwaliteit

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

ERM ontwikkelt en beheert deze richtlijnen en ziet toe op de onderlinge samenhang in inhoud. Alleen bedrijven en bureaus met een certificaat dat is afgegeven op basis van een richtlijn – die door het Centraal College van Deskundigen Restauratiekwaliteit van de ERM is goedgekeurd – mogen het logo Erkende Restauratiekwaliteit Monumentenzorg voeren.



Voormeer informatie, de richtlijnen en een overzicht van erkende bedrijven: www.stichtingERM.nl

Hoogwaardige instandhouding en verduurzaming in de uitvoeringsfase

