

Energiezuinig leven in woningen met erfgoedwaarde

Nathalie Vernimme

onroerend

**erf-
goed**



ENERGIEZUINIG LEVEN IN WONINGEN MET ERFGOEDWAARDE



onroerend
erf
goed



COLOFON

ENERGIEZUINIG LEVEN IN WONINGEN MET ERFGOEDWAARDE

Een uitgave van Onroerend Erfgoed, Beleidsdomein Ruimtelijke Ordening Woonbeleid
en Onroerend Erfgoed

Published by Flanders Heritage

Policy area Town and Country Planning, Housing Policy and Immovable Heritage

Onroerend Erfgoed

Phoenixgebouw – Koning Albert II-laan 19 bus 5

B-1210 Brussel

tel: +32(0)2 553 16 50

fax: +32(0)2 553 16 55

info@onroenderfgoed.be

www.onroenderfgoed.be

Administrateur-generaal: Sonja Vanblaere

Auteur: Nathalie Vernimme (teamverantwoordelijke en onderzoeker erfgoedbeheer,
Onroerend Erfgoed)

Naleescomité: Wilfried Bieseman (senior adviseur, Vlaams Energieagentschap)

Dirk Boncquet (directeur, Dienst Monumentenzorg en Architectuur Stad Gent)

Benoît Delaey (restauratie-architect, Bureau b. Delaey conservatiearchitecten bvba)

Filip Dobbels (technologisch adviseur duurzaam bouwen, Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf)

Roel Hendrickx (projectingenieur conservatie-restauratie, Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium)

Willem Hulstaert (onderzoeker erfgoedbeheer, Onroerend Erfgoed)

Karel Robijns (teamverantwoordelijke en erfgoedconsulent, Onroerend Erfgoed)

Marc Stappers (medior-specialist bouwfysica, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Nederland)

Sara Van Rompaey (restauratie-architect, Sara Van Rompaey Architects)

Marc Vanderauwera (restauratie-architect, Studio Roma cvba)

Yves Vanhellemont (adjunct labohoofd renovatie, Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf)

Edith Vermeiren (restauratie-architect, Erfgoed en Visie bvba)

Lay-out: Glenn Laeveren

Illustraties: beeldbank Onroerend Erfgoed, Petra Boekstal, Cecile Boes, Kristien Borgers, Ann Degunsch, Brigitte De Schaepmeester, Ines Deschepper, Willem Hulstaert, Lou Jansen, Frederik Mahieu, Madeleine Manderyck, Leen Meganck, Halewijn Missiaen, Marc Vanderauwera, Geert Vanderlinden, Kris Vandevorst, Sara Van Rompaey, Nathalie Vernimme, Geert Vynckier

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Copyright reserved. No part of this publication may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

© Onroerend Erfgoed, B-1210 Brussel - 2013.

ISBN 978 90 7523 037 6

D/2013/6024/1

INHOUDSTAFEL

Voorwoord	7
Nut en doelgroep handleiding	9
<i>Afbakenen onderwerp handleiding: woningen met erfgoedwaarde</i>	9
<i>Doelgroep handleiding</i>	14
<i>Doel handleiding</i>	15
Energiezuinigheid, van alle tijden?	17
<i>Historiek</i>	17
<i>Residentiële gebouwen en energieverbruik</i>	19
<i>Initiatieven om broeikasgassen terug te dringen</i>	25
<i>Wetgeving als reactie : EPB en EPC</i>	27
Bouwphysica en energieprestaties	31
<i>Algemeen</i>	31
<i>Thermische eigenschappen</i>	33
<i>Problematiek gebouwen met erfgoedwaarde versus recente gebouwen</i>	36
<i>EPB-eisen voor nieuwe gebouwen</i>	37
<i>EPB-eisen voor gebouwen met erfgoedwaarde</i>	39
Duurzaamheid van gebouwen met erfgoedwaarde	43
<i>Wat is duurzaamheid</i>	43
<i>Duurzaam bouwen en verbouwen</i>	45
<i>Duurzaam leven in woningen met erfgoedwaarde</i>	47

Plannen van maatregelen ter bevordering van de energiezuinigheid	53
<i>Waardenstelling opmaken</i>	53
<i>Uitvoeren energie-audit</i>	54
<i>Vuistregels bij het uitvoeren van maatregelen</i>	56
Mogelijkheden ter bevordering van de energiezuinigheid	61
<i>Optimalisatie infrastructuur verwarming en sanitair warm water</i>	61
<i>Isolatie</i>	92
<i>Ventilatie</i>	137
<i>Zomercomfort</i>	142
<i>Waterbesparende maatregelen</i>	151
<i>Afvalbeperkende maatregelen</i>	153
<i>Aangepaste wooncultuur</i>	155
Samenvattend	163
Bijlage Meten is weten	167
Bijlage Tekeningen	171
Vergunningen	183
Nuttige adressen	185
Literatuur	187
Eindnoten	193

VOORWOORD

Conform het Europese “20-20-20 Klimaatplan” heeft de Vlaamse overheid beslist de inspanningen voor het terugdringen van de Co₂-uitstoot op te voeren. Energiezuinigheid en duurzaamheid van gebouwen, ook van monumenten, kunnen daar een belangrijke bijdrage aan leveren.

De Vlaamse overheid neemt initiatieven om de energieprestaties van het onroerend erfgoed te verbeteren. In het kader van Vlaanderen in Actie hebben wij in september 2011 een Rondetafel gehouden over ‘Technologische innovatie in de onroerenderfgoedzorg’ waar onder meer het thema “*erfgoed en de klimaatuitdaging: energiezuinigheid en bouwkundig erfgoed*” aan bod kwam. De resultaten van de *ViA-rondetafel* en het daaraan gekoppelde vervolgtraject zullen een stimulans vormen voor het doelgericht ontwikkelen van innovatieve technieken om grotere energiezuinigheid te realiseren in monumenten.

Maatregelen voor het verhogen van energie-efficiëntie hebben niet altijd een zelfde effect in nieuwbouw als in historische gebouwen. Om meetbare gegevens te verkrijgen over de impact van bepaalde interventies ter bevordering van de energiezuinigheid in gebouwen met erfgoedwaarde, starten wij binnenkort een meerjarige wetenschappelijke studie op.

Al te vaak constateren we immers nog dat er grote onduidelijkheid heerst, niet alleen bij de eigenaars, maar eveneens bij ontwerpers en uitvoerders, over wat kan, maar vooral ook over wat toegelaten is met betrekking tot energiezuinige maatregelen in gebouwen met erfgoedwaarde.

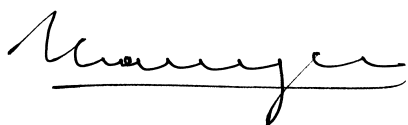
In de EPB (EnergiePrestaties en Binnenklimaat)-regelgeving is opgenomen dat voor werkzaamheden aan beschermde monumenten en aan bestaande gebouwen

die deel uitmaken van een beschermd landschap, stads- of dorpsgezicht enkel EPB-eisen opgelegd zijn voor het deel van het gebouw dat wordt uitgebreid of herbouwd. Voor gebouwen die opgenomen zijn in de vastgestelde inventaris van het bouwkundig erfgoed voorziet de regelgeving in een gedeeltelijke vrijstelling en een mogelijkheid tot afwijking van de EPB- eisen.

De vrijstelling voor de EPB-normen betekent niet dat er geen energiezuinige ingrepen uitgevoerd kunnen worden in een gebouw met erfgoedwaarde. Vanuit het standpunt van erfgoedzorg is er hoegenaamd geen probleem met het energiezuiniger maken van monumentale gebouwen, zolang aan één belangrijke voorwaarde voldaan is: de ingrepen mogen niet leiden tot onherstelbaar of onacceptabel verlies van erfgoedwaarden.

Het historisch patrimonium bepaalt voor een belangrijk deel de uitstraling en identiteit van Vlaanderen. Het is daarom van primordiaal belang de erfgoedwaarden van onze monumenten te kennen en ze als uitgangspunt te gebruiken bij het plannen van energiebesparende ingrepen.

Met deze handleiding zetten we een eerste stap om de energieprestatie van ons onroerend erfgoed te verbeteren zonder dat het aan erfgoedwaarde moet inboeten. Ik hoop dat u er inspiratie in vindt om dit ambitieuze plan mee waar te maken.



GEERT BOURGEOIS

Vlaams minister bevoegd voor Onroerend Erfgoed

NUT EN DOELGROEP HANDLEIDING

AFBAKENEN ONDERWERP HANDLEIDING: WONINGEN MET ERFGOEDWAARDE

In deze handleiding worden de mogelijkheden behandeld om woningen met erfgoedwaarde, gelegen in Vlaanderen, energiezuiniger te maken.

Met ‘woningen met erfgoedwaarde’ worden gebouwen bedoeld voor residentiële gebruik die beschermd zijn als monument, die deel uitmaken van een beschermd stads- of dorpsgezicht, of die opgenomen zijn in de inventaris van het Vlaams bouwkundig erfgoed. Er zijn in Vlaanderen heel wat woningen die over erfgoedwaarde beschikken, maar (nog) niet opgenomen zijn in de gewestelijke inventaris of enkel in een inventaris met gebouwen van lokaal belang opgenomen zijn. Ook voor deze gebouwen kan de handleiding zeker gehanteerd worden. De voorbeelden die in de tekst gegeven worden, zullen zich wel meestal beperken tot monumenten omdat de restricties daar net iets meer afgebakend zijn in wet- en regelgeving of in de praktijk via toekenning van premies.

Omwille van bepaalde eigenheden van de woningen of wetgeving in de Vlaamse regio is deze handleiding niet altijd volledig toepasbaar voor woningen in andere streken.

woning beschermd als monument

Een gebouw, een groep van gebouwen of een site kan beschermd worden als monument.

Een bescherming als monument kan worden vastgelegd omdat het onroerend goed een artistieke, wetenschappelijke, historische, volkskundige, industrieel-archeologische of een andere sociaal-culturele waarde heeft. Monumenten zijn er uit alle periodes, van de oudste bouwstijlen tot architectuur uit de eenentwintigste

eeuw. Bij een bescherming als monument wil de overheid bereiken dat het gebouw met zijn historisch waardevolle en authentieke onderdelen materieel in stand wordt gehouden. Zowel het exterieur als het interieur van het gebouw zijn hierbij van belang. Maar het gaat niet puur om de architecturale of esthetische

FIG. 1 Architectenwoning Van Den Bogaerde in Sint-Martens-Latem, gebouwd in 1966 en beschermd als monument (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)



FIG. 2 Beschermd barok hoekhuis uit 1704, gelegen in Gent (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)



waarde van een gebouw. Naast puur materiële elementen wordt bij een bescherming ook aandacht besteed aan bijvoorbeeld de indeling van een gebouw.

woning gelegen in een beschermd stads of dorpsgezicht

Een beschermd stads- of dorpsgezicht kan een groepering zijn van één of meerdere onroerende goederen met hun omgevende bestanddelen (omheiningen, beplantingen, straten, ...), die over erfgoedwaarden beschikken. Een stads- of dorpsgezicht kan ook worden gevormd door de omgeving van een monument, die visueel zo beeldbepalend is dat ze de waarde van het monument tot zijn recht doet komen of mee de instandhouding van het monument kan waarborgen. Woningen die in een dergelijk stads- of dorpsgezicht liggen, beschikken niet noodzakelijk over voldoende erfgoedwaarde op zich. Toch bezitten ze vaak een aantal kenmerken waardoor niet-overwogen of bruuske veranderingen storend kunnen werken op het totaalbeeld van het stads- of dorpsgezicht.

In een beschermd stads- of dorpsgezicht zal vooral de uiterlijke verschijning van de woning van groot belang zijn. Dit impliceert het behoud van de materialen waaruit de gevel en de dakbedekking zijn opgetrokken, evenals hun profilering en detaillering.



FIG. 3 Voormalige neobarokke pastorie (architect Delacenserie) van de begijnhofparochie in Brugge, gelegen in een beschermd stadgezicht (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)

FIG. 4 Herenhuis uit 1906 in art-nouveaustijl gelegen in Sint-Niklaas en opgenomen in de inventaris bouwkundig erfgoed (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)



woning opgenomen in de inventaris van het bouwkundig erfgoed

Gebouwen in Vlaanderen die over erfgoedwaarden beschikken, worden opgenomen in de inventaris van het bouwkundig erfgoed. De inventaris is een lijst die de naam van het pand bevat, het adres, één of meerdere foto's en een beknopte wetenschappelijke beschrijving. Deze lijst wordt vastgesteld door de Vlaamse regering. De inventaris vormt eigenlijk een wetenschappelijke basis voor de bescherming als monument van gebouwen. Deze inventaris is niet 'af' maar wordt regelmatig geactualiseerd.

Voor gebouwen opgenomen in de vastgestelde inventaris gelden er binnen het onroerend erfgoedbeleid, stedenbouwkundig, woon- en energieprestatiebeleid een aantal uitzonderingsmaatregelen. Die hebben als doel dit bouwkundig

erfgoed zoveel mogelijk te vrijwaren voor de toekomst. Het betreft vier wettelijke rechtsgevolgen waarvan er drie belangrijk zijn voor particuliere eigenaars:

- voor gebouwen uit de vastgestelde lijst is er de mogelijkheid om vrijstelling te verkrijgen van bepaalde verplichtingen rond energieprestatie en binnenklimaat, indien dit nodig is om de erfgoedwaarde van het pand in stand te houden. Hierover kunt u meer details lezen verder in de tekst (deel: EPB-eisen voor gebouwen met erfgoedwaarde, p.40).
- zonevreemde gebouwen uit de vastgestelde lijst kunnen gemakkelijker een nieuwe bestemming krijgen. Zo kan een leegstaande hoeve bijvoorbeeld een woonfunctie krijgen, ook al ligt deze in agrarisch gebied.
- om een gebouw uit de vastgestelde lijst af te breken, is een stedenbouwkundige vergunning nodig. De aanvrager van de sloopvergunning moet een extra exemplaar van het dossier met bijkomend fotomateriaal indienen. De gemeente kan de sloopvergunning alleen uitreiken, nadat zij advies heeft gevraagd over de erfgoedwaarden van het gebouw bij Onroerend Erfgoed.

geen museale woningen

Woningen die beschermd zijn of in de inventaris staan, maar als (huis)museum ingericht zijn, worden niet behandeld in deze handleiding. Voor deze gebouwen gelden immers andere en/of bijkomende regels omdat er vaak een waardevolle collectie aanwezig is.

Met betrekking tot deze problematiek bestaan er publicaties met meer specifieke richtlijnen.¹

FIG. 5 Het energiezuiniger maken van huismusea, zoals het kasteel van Beauvoorde, valt niet onder de scope van deze handleiding (copyright Herita vzw)



DOELGROEP HANDLEIDING

Deze handleiding is bestemd voor een ruime doelgroep van personen en/of instanties. Men kan immers om uiteenlopende redenen gebaat zijn met informatie over het energiezuinig(er) maken van woningen met erfgoedwaarde. We denken dan met name aan:

(restauratie)architecten en aannemers

De ingrepen die architecten en aannemers vandaag standaard voorschrijven of toepassen voor het bevorderen van de energiezuinigheid van recente woningen zijn niet altijd bruikbaar of gewenst in gebouwen met erfgoedwaarde. Deze ingrepen kunnen soms zelfs tot schade leiden aan de woning, omwille van technische redenen of om redenen die verband houden met de erfgoedwaarde ervan.

ambtenaren betrokken bij ruimtelijke ordening, energiezuinigheid, monumentenzorg

Voor ambtenaren is het belangrijk dat ze consequent en correct advies kunnen geven op voorgestelde aanpassingen aan woningen met erfgoedwaarde. Het advies

dient rekening te houden met de vraag naar meer energiezuinigheid en met de specificiteit en draagkracht van elk individueel gebouw.

eigenaars van een woning met erfgoedwaarde

De meeste eigenaars van woningen met erfgoedwaarde willen hun energiefactuur zien dalen. Ze wensen doelgerichte informatie met betrekking tot het uitvoeren van ingrepen die de energiezuinigheid van hun woning en de bijhorende installaties kunnen verbeteren. Vaak is echter niet duidelijk voor hen wat kan, wat mag en wat wenselijk is. Deze handleiding kan hen daarbij op de juiste weg zetten.

DOEL HANDLEIDING

Deze handleiding wil de aandacht vestigen op het feit dat heel wat ingrepen voor energiezuinigheid mogelijk zijn in woningen met erfgoedwaarde, maar dat de keuze ervan goed overwogen moet worden en afgestemd dient te zijn op het gebouw in kwestie.

erfgoed en duurzaamheid verzoenen

In de hier na volgende tekst zal ingegaan worden op ingrepen die niet enkel een energiebesparing beogen, maar die ook duurzaam zijn. Er zal worden aangehaald welke de gangbare ingrepen zijn en onder welke voorwaarden deze wel, niet of eventueel kunnen toegepast worden in monumenten of woningen met erfgoedwaarde.

Standaard oplossingen kunnen in deze handleiding niet gegeven worden: ingrepen in een historisch gebouw zullen altijd maatwerk blijven. In sommige gevallen zal moeten aanvaard worden dat de erfgoedwaarden niet toelaten om ingrijpende veranderingen door te voeren. Toch betekent dit niet dat energiebesparing onmogelijk is. Heel wat energiewinst kan behaald worden met relatief

kleine of niet fysieke aanpassingen aan een gebouw, zoals bijvoorbeeld aanpassingen aan het bewonersgedrag.

gering aantal woningen met erfgoedwaarde

In Vlaanderen waren er in 2012 in totaal 2.184.307 gebouwen die dienst deden als woning, en hierin waren 2.836.293 woongelegenheden ondergebracht.²

Momenteel zijn er in Vlaanderen zo'n 11.106 gebouwen beschermd als monument. Hiervan wordt vermoed dat maximaal de helft daarvan woningen zijn.

In Vlaanderen zijn er 1.562 beschermde stad- en dorpsgezichten. Er wordt geschat dat zich daarin in totaal een paar duizend woningen bevinden.

In de vastgestelde inventaris van het bouwkundig erfgoed zijn 80.536 relictten opgenomen. Eén relict kan bestaan uit meerdere gebouwen (bijvoorbeeld "samenstel van 3 rijhuizen"). Het aantal relictten dat oorspronkelijk gebouwd werd als woning bedraagt 60.747. Hiervan zijn er 9.259 gekoppeld aan een beschermingsdossier.

In de inventaris komen ook 139 bouwkundige gehelen voor. Hiermee worden bijvoorbeeld begijnhoven of sociale woonwijken bedoeld. Deze omvatten doorgaans meerdere woningen.³ Al bij al is wel duidelijk dat het aantal woningen met erfgoedwaarde slechts een minieme fractie (maximaal 2 tot 3%) bedraagt van het totale woningenpark in Vlaanderen. Desalniettemin kunnen ook deze woningen bijdragen tot een duurzamer omgaan met energie.

ENERGIEZUINIGHEID, VAN ALLE TIJDEN?

HISTORIEK

oliecrisissen

De eis tot energiezuinigheid van woningen is relatief recent. Het energieverbruik in woningen bestaat vandaag de dag nog voor een belangrijk deel uit olie en andere fossiele brandstoffen zoals gas en olie. Dit is zo sinds de 19^{de} -20^{ste} eeuw. De eerste grote aandacht voor energiebesparing kwam er met het rapport van de Club van Rome in 1972. Dit rapport waarschuwde voor de grenzen aan de economische groei, onder meer ten gevolge van de uitputting van de brandstoffen en de vervuiling van het milieu. Toen de landen van het Midden-Oosten naar aanleiding van hun conflict in Israël in 1973 een olieboycot instelden (eerste oliecrisis), traden tijdelijk olietekorten op in het Westen en schoten de olieprijsen de hoogte in. Ten gevolge van de Eerste Golfoorlog tussen Irak en Iran ontstond in 1979 een tweede oliecrisis. Als reactie op beide oliecrisissen zijn de Westerse landen eigen aardoliereserves versneld in exploitatie gaan nemen (onder andere uit het continentaal plat van de Noordzee). Er kwam ook verhoogde aandacht voor duurzame energiebronnen en geleidelijk aan werd meer belang gehecht aan energiezuinigheid van woningen en van het leven in het algemeen. Een voorbeeld van een nu nog bestaande energiebesparende maatregel uit die tijd is het zomerruur, ingesteld in 1977. Door de klok te verzetten, is het 's morgens langer donker (wanneer mensen nog slapen) en blijft het 's avonds (wanneer de mensen wakker zijn) juist langer licht. De gedachte achter de zomertijd was dat hierdoor kan worden bezuinigd op elektrische verlichting.

broeikaseffect en dreigende klimaatverandering

De drang naar energiezuinigheid en het daaruit volgende energiebeleid zijn slechts echt op gang gebracht sinds het midden van de jaren 1980 van de vorige eeuw, naar aanleiding van een ander groot probleem, namelijk de versterking van het natuurlijk broeikaseffect en hiermee samenhangend de dreigende klimaatverandering.

De concentratie van koolstofdioxide (CO_2) aanwezig in de atmosfeer is volgens het *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) een van de hoofdoorzaken van de huidige klimaatwijziging. Bijna 97% van de CO_2 die de westerse landen uitstoten, is afkomstig van de verbranding van steenkool, aardolie en gas voor de productie van energie. CO_2 wordt sinds de industriële revolutie in stijgende concentraties in de atmosfeer gebracht. Het gas versterkt het broeikaseffect, verhoogt de gemiddelde omgevingstemperatuur en geeft op termijn aanleiding tot veranderingen in het klimaat. Ten einde de klimatologische risico's (onder meer overstromingen, extreme weersomstandigheden, ziektes en uitsterven van dieren en planten) te beperken, is het noodzakelijk om de temperatuurstijging onder $1,5^\circ\text{C}$ te houden in vergelijking met de gemiddelde temperatuur in 1990.⁴

FIG. 6 Efflorescentie (zoutuitbloei) op de gevel van een huis in het Begijnhof van Diest na de overstroming in 1998 (foto Kris Vandevorst)



RESIDENTIËLE GEBOUWEN EN ENERGIEVERBRUIK

aandeel residentiële gebouwen in uitstoot broeikasgassen

Voor het terug dringen van de CO₂-uitstoot en het verbeteren van de energie-efficiëntie in gebouwen is dringend een belangrijker aandeel van de particuliere energiegebruiker noodzakelijk. Deze is immers verantwoordelijk voor ongeveer drie kwart van het energiegebruik in gebouwen.⁵

Woningen hebben een zeer belangrijk aandeel in de CO₂-uitstoot. Dit is vooral te wijten aan de verwarming ervan. In Vlaanderen wordt de inventaris van de emissies van broeikasgas opgesteld door het departement Controle en onderzoek van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). In 2010 was het aandeel in residentiële gebouwen 17,9 % van de totale broeikasgasemissie in vlaanderen.⁶

Het energieverbruik in residentiële gebouwen is voornamelijk bestemd voor verwarming (ongeveer de helft tot drie kwart van het totaal), koeling, ventilatie en verlichting van woonruimten. Een andere niet te verwaarlozen energiefunctie is de bereiding van warm water voor diverse doeleinden. Koken en het koelen



FIG 7 De verwarming van woningen is verantwoordelijk voor een belangrijk aandeel van de CO₂-uitstoot (foto Kris Vandevorst)

van voedsel vragen eveneens heel wat energie. Verder gaat energie in stijgende mate naar allerlei toestellen die het comfort van mensen beogen te verhogen zoals radio, televisie, computer en printer, stofzuiger en zo meer. ⁷

Het effectieve verbruik in een residentiële woning is onder andere afhankelijk van de aard van de woning, de isolatiegraad, de infrastructuur voor verwarming en andere toepassingen, maar ook van het gedrag van de bewoners.

energieverbruik en de compactheid van de woning

Volgens een studie uit 2008 van het VITO kunnen residentiële gebouwen in België in vier types onderverdeeld worden naargelang hun compactheid: open bebouwing, halfopen bebouwing, rijwoningen en appartementen. ⁸

Vlaanderen	open bebouwing			halfopen bebouwing		
<1945	4,76%	14,75%	125.772	5,58%	27,33%	147.381
1945-1970	8,19%	25,38%	216.419	7,54%	36,94%	199.174
1971-1990	11,42%	35,38%	301.722	4,50%	22,03%	118.810
1990-2007	7,90%	24,49%	208.790	2,79%	13,69%	73.827
TOTAAL	32,28%	100%	852.703	20,41%	100%	539.192

Vlaanderen	rijwoningen			appartementen		
<1945	13,97%	57,50%	368.916	4,27%	18,55%	112.769
1945-1970	6,18%	25,46%	163.328	5,57%	24,21%	147.202
1971-1990	2,48%	10,20%	65.452	4,68%	20,33%	123.631
1990-2007	1,66%	6,84%	43.858	8,50%	36,92%	224.471
TOTAAL	24,29%	100%	641.554	23,02%	100%	608.074



FIG. 8 Open bebouwing: beschermde woning Van Humbeeck in Buggenhout in 1966 ontworpen door Renaat Braem (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)



FIG. 9 Rijwoning: beschermd 18^e eeuws classicistisch herenhuis in Oudenaarde (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)

FIG. IO Appartement: beschermd appartementsgebouw uit 1931-34 in Wilrijk van Leon-Stynen (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)



FIG. II Halfopen bebouwing: Huis Spaas, beschermde halfopen bebouwing uit 1885 gelegen in Hamont -Achel (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)



Woningen gebouwd voor 1945 zijn voornamelijk rijwoningen, terwijl het aandeel aan rijwoningen sterk afneemt bij de meer recentere woningen. Ruimtelijk blijken de stedelijke gebieden, in vergelijking met de buitengebieden, gekenmerkt door het oudste patrimonium.

Hoe meer gesloten de bebouwing, hoe minder energie er in principe nodig is om de woning te verwarmen. Elke woning verliest immers warmte via daken,

vloeren en muren. Een vrijstaande woning heeft vier buitenmuren waardoor de warmte kan verdwijnen, een rijwoning heeft er slechts twee. Appartementen zijn het meest compact en vragen het minste energieverbruik voor verwarming.

energieverbruik en de isolatiegraad van de woning

Ook de isolatiegraad van een woning speelt mee in het energiegebruik.

Sinds 1998 laat het Vlaams Energieagentschap (VEA) tweejaarlijks een enquête uitvoeren naar de houding, de kennis en het gedrag inzake energiegebruik van de Vlaamse huishoudens. De laatst verwerkte resultaten dateren van 2011. Er werden toen 1000 Vlaamse huishoudens bevraagd. In de enquête werden onder andere vragen gesteld naar de isolatiegraad van de woningen. Hierbij ging de aandacht ook uit naar de al dan niet volledige uitvoering van verschillende energiebesparende maatregelen. Op vlak van warmte-isolatie werd tussen 1998 en 2011 duidelijk vooruitgang geboekt. Het aandeel aan woningen dat geheel of gedeeltelijk voorzien is van dakisolatie steeg bijvoorbeeld van 56% in 1998 naar 76% in 2011.⁹

De resultaten van de ‘Woonsurvey’ van het Kenniscentrum voor Duurzaam Woonbeleid met betrekking tot vragen over energiebesparing, lagen in dezelfde lijn als deze van de VEA-enquête. Bovendien werd een verband vastgesteld tussen de mate van isoleren en de ouderdom van de woning. Hoe jonger de woningen, hoe beter ze geïsoleerd zijn.¹⁰ Dit verband is om verschillende redenen logisch te verklaren, zoals door de energiecrises en de strengere regelgeving.

energieverbruik en uitrusting voor verwarming

Verwarming is meestal de belangrijkste energiepost (50 tot 75% energieverbruik) in een bestaande woning. De doordachte keuze voor een bepaalde verwarmingsinstallatie kan een belangrijke besparing op het energieverbruik en een verbetering van het comfort betekenen. Uiteraard spelen ook de energiebron en het

energietransport mee. Zo kan men met een energiezuinige verwarmingsinstallatie toch veel energie verliezen door het gebruik van niet geïsoleerde leidingen.

energieverbruik en bewonersgedrag

Het energiegebruik in gebouwen is in de periode 1990-2010 gestegen met 33%.¹¹ Dit is te wijten aan het toegenomen aantal gebouwen en individuele wooneenheden, maar ook aan een groeiende vraag naar comfort van de bewoners.

We kleden ons vandaag bijvoorbeeld minder dik dan onze voorouders. Zelfs in het midden van de winter verwachten we binnenshuis een klimaat dat ons toelaat om lichte kleding te dragen.

Tot in het midden van de vorige eeuw verwarmden de meeste huishoudens zich met een (kolen)kachel en waren centrale verwarming en het gebruik van huishoudtoestellen uitzonderlijk. Verplaatsingen gebeurden voornamelijk te voet, met de fiets of met het openbaar vervoer. In de jaren zestig nam samen met de groeiende welvaart het gebruik van auto's en allerlei energieverslindende toestellen sterk toe. Centrale verwarming, voornamelijk op fossiele brandstoffen, vond meer en meer ingang in de woning.

De jaren 1980 waren jaren van energiebesparing omwille van de stijgende energieprijzen, maar naar het eind van de vorige eeuw verhoogde het energieverbruik opnieuw, door de wereldwijde en in alle lagen van de bevolking oprukkende toestellen op elektriciteit waaronder de computer en het bijhorende internet. Het elektriciteitsgebruik van de huishoudens steeg in de periode 1990-2011 met liefst 45 %.¹²

Bepalende parameters voor het bewonersgedrag ten aanzien van energieverbruik zijn: het gewenste comfortniveau met betrekking tot verwarming, hoeveel tijd men doorbrengt in de woning (hoe vaker men thuis is, hoe meer er dient

verwarmd te worden), de financiële situatie (hogere inkomens hebben vaak meer energieverblindende apparaten in huis) en de intenties van de bewoners op de vlakken van milieubewustzijn en zuinigheid.¹³

INITIATIEVEN OM BROEIKASGASSEN TERUG TE DRINGEN

internationale initiatieven en overeenkomsten

Op internationaal vlak werden verschillende initiatieven genomen om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen, zoals onder andere het Kyoto-protocol, dat dateert uit 1997 en in 2005 in voege trad. Het bevat de verbintenis van de industrielanden om hun uitstoot van bepaalde broeikasgassen die verantwoordelijk zijn voor de opwarming van de aarde te verminderen. De totale uitstoot van de ontwikkelde landen moest in de periode van 2008 tot 2012 met minstens 5 % worden teruggedrongen ten opzichte van het uitstootniveau van 1990. België verbond zich er toe om 7,5 % (Vlaanderen 5,2 %) minder CO₂ uit te stoten tegen 2012. Het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen, zoals CO₂ (koolstofdioxide), kan volgens de afspraken gemaakt in Kyoto door het besparen van energie en door het ontwikkelen en gebruiken van nieuwe en duurzame energiebronnen.

In 2009 vond in Kopenhagen de bijeenkomst plaats van het *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Hier zouden de doelen voor na 2012 vastgelegd worden. Men kwam echter internationaal niet tot een overeenkomst. In 2010 werd de *United Nations Climate Change Conference* gehouden in Cancun. Men kwam tot een aantal afspraken, maar geen enkele ervan was bindend. De 17^e VN klimaatconferentie van Durban die eind 2011 doorging, resulteerde niet in een verlenging van het Kyoto-protocol. Wel zal over een nieuw akkoord worden onderhandeld tot 2015. Het nieuwe akkoord zou rond 2020 in moeten

gaan en moet bindend worden voor alle lidstaten. De Rio+20 top van juni 2012 resulteerde alvast niet in enige bindende afspraken.

Europees beleid en maatregelen

Een reactie van Europa op het Kyoto-protocol was de implementatie in 2002 van de *European Energy Performance of Buildings Directive* (Directive 2002/92/EC), waarover verder meer.

In 2007 verscheen het Groenboek van de Europese Commissie over de mogelijkheden van EU-acties rond aanpassing aan klimaatverandering. Dit groenboek pleit voor prioritaire beleidsacties in een aantal gebieden: de ontwikkeling van nieuwe bouwvoorschriften en -methodes wordt hier ook vermeld.

Op de Lentetop van de Europese Raad van 8-9 maart 2007 werden de 20-20-20 klimaatdoelen vastgelegd. De Europese Unie streeft tegen 2020 naar een minimale vermindering van broeikasgassen van 20 % ten opzichte van het niveau in 1990, een verbetering van de energie-efficiëntie van 20 % en 20 % van het verbruik dat van hernieuwbare bronnen afkomstig is. Het halen van de vooropgestelde doelstellingen zal gestimuleerd worden door een combinatie van wetgeving en bewustmaking rond vervoer, gebouwen en efficiëntere opwekking, transmissie en distributie van elektriciteit.

acties en beleid in Vlaanderen

De federale overheid en de gewesten hebben in 2002 een Nationaal Klimaatplan (2002-2012) goedgekeurd met maatregelen voor alle sectoren. In 2003 werd een Vlaams Klimaatbeleidsplan (2002-2005) aanvaard. Een tweede Vlaams Klimaatbeleidsplan (2006-2012) volgde in 2006. Een derde Vlaams klimaatbeleidsplan (2013-2020) is in opmaak.

In navolging van de 20-20-20 klimaatdoelen, ontwikkelde de Vlaamse overheid het 'Energierenovatieprogramma 2020', met als doelstelling om in 2020 geen energieverslindende woningen meer te hebben in het Vlaamse Gewest. Het is onder meer de bedoeling om bij de bestaande woningen alle daken tegen 2020 geïsoleerd te krijgen, alle enkel glas vervangen te hebben door minstens dubbele beglazing en alle verouderde stookketels te hebben vervangen door ketels met hoog rendement. Uit de enquête van het Vlaamse Energieagentschap in 2011 blijkt dat om deze doelstellingen te realiseren nog 23% van de daken in Vlaanderen geïsoleerd dient te worden, de beglazing in 8 % van de woningen beter isolerend dient te worden en minstens 30 % verouderde verwarmingsketels op gas en 69% verouderde verwarmingsketels op stookolie plaats dient te ruimen voor nieuwe modellen.¹⁴

WETGEVING ALS REACTIE : EPB EN EPC

wetgeving energieprestaties

Sinds 2006 is in Vlaanderen de energieprestatieregelgeving en meer bepaald het EPB decreet (waarbij EPB staat voor EnergiePrestaties en Binnenklimaat) van kracht.¹⁵ De volledige wet- en regelgeving met betrekking tot energiebesparend bouwen en verbouwen is terug te vinden op de website www.energiesparen.be/epb/besluiten

Voor monumenten, gebouwen gelegen in beschermde stads-en dorpsgezichten of gebouwen opgenomen in de vastgestelde inventaris van het Bouwkundig Erfgoed in Vlaanderen, bestaan er uitzonderingsmogelijkheden. Meer hierover kunt u verder in deze tekst lezen.

energieprestatiecertificaat

Het energieprestatiecertificaat (EPC) is sedert 1 november 2008 verplicht voor residentiële gebouwen die (als geheel in volle eigendom) te koop worden

aangeboden en sedert 1 januari 2009 eveneens voor het verhuren van residentieel gebouwen. Concreet houdt dit in dat een eigenaar die zijn woning te koop of te huur aanbiedt een erkende energiedeskundige type A moet contacteren om een EPC op te maken, zodat dit beschikbaar is voor de potentiële koper of huurder. Het EPC wordt bij verkoop overgedragen aan de koper en vermeld in de notariële akte. Bij huur ontvangt de huurder een kopie van het EPC.

Een EPC biedt de koper of huurder informatie over de energiezuinigheid van de woning. Bij de berekening worden uitsluitend woningkenmerken in rekening gebracht, niet het gedrag van de bewoners. Het EPC is een verplicht instrument om energiebesparing in gebouwen te berekenen. Het EPC geldt voor 10 jaar, daarna vervalt het. Wanneer de woning na deze periode opnieuw te koop of te huur aangeboden wordt, is dus een nieuw EPC nodig.

Op het EPC staat een score, weergegeven op een kleurenbalk (van groen naar rood) met referentiegetallen. Deze score is een getal dat uitdrukt wat het berekende jaarverbruik is in kWh ten opzichte van de vloeroppervlakte (in m²) van de woning. Hoe hoger de score, hoe meer in het rood het getal staat en hoe minder energiezuinig de woning zal zijn. Deze score houdt evenwel geen rekening met effectief gebruikersgedrag maar wel met een aantal gebouweigenschappen, zoals de gebruikte materialen en installaties voor verwarming en warm water en de isolatiewaarden van de bouwschil. Door energieprestatiecertificaten te vergelijken kan het (berekend) energieverbruik van verschillende gebouwen tegenover mekaar afgewogen worden.

Het EPC bevat verder ook nog een aantal aanbevelingen voor de koper of huurder in functie van energiebesparing.

energieprestatiecertificaat

bestaand gebouw met woonfunctie

certificaatnummer: **20080101-0000000245-00000015-1**

straat: _____

nummer: _____ bus: _____

postnummer: _____ gemeente: _____

bestemming: **eengezinswoning**

type: **halfopen bebouwing**

softwareversie: **13.1**

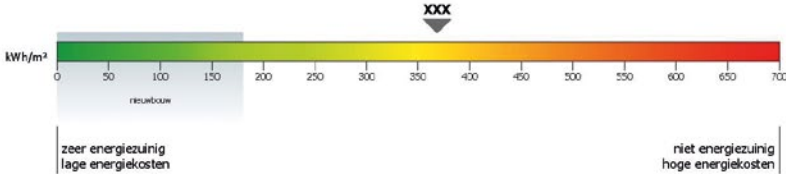
berekend energieverbruik (kWh/m²):

XXX



Het berekende energieverbruik is een inschatting van de energiezuinigheid van de woning. Op de schaal wordt het energieverbruik van de woning vergeleken met het energieverbruik van alle bestaande gebouwen met woonfunctie.

XXX



kWh/m²

0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700

nieuwbouw

zeer energiezuinig
lage energiekosten

niet energiezuinig
hoge energiekosten

energiesdeskundige

rechtsvorm	firma	KBO-nr.	0999.999.999
voornaam	achternaam	erkenningcode	EP01234
straat	nummer	bus	
postnummer	gemeente		
land			

Ik verklaar dat alle gegevens op dit certificaat overeenstemmen met de werkelijkheid.

datum: **1-1-2008**
handtekening:



Dit certificaat is geldig tot en met **1 januari 2018**

pagina 1 van 5 pagina's

FIG. 12 Voorbeeld van een energieprestatiecertificaat
(website Vlaams Energie Agentschap)

In bepaalde gevallen dient geen EPC opgemaakt te worden:

Als het huurcontract niet werd vernieuwd na 1 januari 2009 en de huurder is dezelfde, dan moet geen EPC worden opgemaakt. Vakantiewoningen, waarvan de huurovereenkomsten voor minder dan twee maanden worden gesloten, moeten ook niet over een EPC beschikken.

Het EPC is niet vereist bij schenking, vruchtgebruik of gerechtelijke onteigening. In geval van woningen waar ook een niet-residentiële functie is ondergebracht, zoals een kantoor of praktijk, moet enkel voor het residentiële gedeelte een EPC opgemaakt worden.

Woningen die door de gemeente onbewoonbaar of ongeschikt verklaard zijn en woningen waar geen verwarming aanwezig is moeten niet over een EPC beschikken.

Beschermde woningen en woningen met erfgoedwaarde ontsnappen dus niet aan de verplichting om een EPC op te laten maken!

BOUWFYSICA EN ENERGIEPRESTATIES

ALGEMEEN

warmte- en vochttransport in een woning

Een woning verliest (of wint) warmte aan (of van) zijn omgeving. Warmte wordt door straling (radiatie), luchtstroming (convectie) en geleiding (conductie) getransporteerd doorheen de gebouwschil. Deze gebouwschil is een barrière tussen de binnen- en de buitenlucht gevormd door de gevels, ramen en het dak van een woning. De gebouwschil moet vermijden dat warmte opgewekt in de woning naar buiten ontsnapt. De warmte zal immers bij een koudere buitentemperatuur door de muren, dakvlakken, vloeren en vensters naar buiten stromen (transmissieverliezen). Daarnaast kent elk gebouw een uitwisseling van lucht tussen binnen en buiten door verluchten of door lekken via de aanwezige naden en kieren. Ook hierdoor verliest een gebouw warmte (ventilatieverliezen)

In de lucht binnen een woning is vocht aanwezig onder de vorm van waterdamp. Het vochtgehalte van de lucht kan toenemen door bijvoorbeeld de bewoners en hun activiteit. We denken dan aan ademhaling, transpiratie, gebruik van een douche, koken in de keuken. Ook kan er een andere vochtbron aanwezig zijn zoals opstijgend vocht in de muren.

Condensatie doet zich voor als de temperatuur lokaal zakt onder het zogenaamde dauwpunt van de vochtige lucht. Het relatief vochtgehalte in de lucht is op die plaats dan zo hoog opgelopen dat het peil bereikt is waarop niet nog meer vocht in de lucht kan opgenomen worden en de lucht verzadigd is met damp. Het teveel aan vocht wordt uit de lucht verwijderd door neer te slaan op een koud oppervlak en aldaar te condenseren tot water. Als het buiten kouder

is dan binnen, zal de waterdamp aanwezig in de opgewarmde woning kunnen condenseren op delen van de bouwschil die een lagere oppervlaktetemperatuur hebben.

menselijk comfort

Het menselijk lichaam geeft een hoeveelheid warmte af aan de omgeving. Dit is comfortabel zolang de warmteafgifte binnen bepaalde grenzen blijft. Luchtstromen bijvoorbeeld vormen een bron van onbehagen want ze versnellen de overbrenging van onze lichaamswarmte op de lucht in de kamer (warmteverlies door convectie). Ook wanneer bij koud weer de glasoppervlaktes van de woning veel kouder zijn dan de lucht in het interieur kan een gevoel van koude ontstaan (warmteverlies door straling). Dit kan er toe leiden dat er wordt bijgestookt.¹⁶

FIG. 13 Condensatie op historische ramen met enkel glas (foto Cecile Boes)



Thermisch comfort wordt beïnvloed door een complex samenspel van diverse omgevingsfactoren zoals luchttemperatuur, wandtemperatuur, gemiddelde luchtsnelheid en relatieve vochtigheid. Daarnaast zijn ook persoonsgebonden factoren van belang zoals de mate waarin men beweegt (activiteitsgraad) en de isolatiegraad van de kleding die wordt gedragen. Ideaal voor mens en historische woning zijn een temperatuur van zo'n 18 à 20 graden en een relatieve vochtigheid tussen 45 en 65%.¹⁷

THERMISCHE EIGENSCHAPPEN

warmtegeleidbaarheid van een materiaal

De warmtegeleidingscoëfficiënt of λ - (lambda-)waarde van de materialen waaruit de bouwschil is opgetrokken, is een getal dat hun warmtegeleidbaarheid aangeeft. De λ - waarde wordt uitgedrukt in W/mK, en geeft aan hoeveel warmte er stroomt door een materiaal met een dikte van 1m en een oppervlakte van 1 m² bij een temperatuurverschil van 1 Kelvin. Hoe hoger deze waarde is, hoe beter het materiaal warmte geleidt en hoe slechter het bijgevolg isoleert. De warmtegeleidingscoëfficiënt is een constante waarde voor een bepaald droog materiaal, ongeacht de dikte van dat materiaal. Voor een nat materiaal ligt deze waarde wel gevoelig hoger. De verschillende constructiedelen van een gebouw zijn vaak samengesteld uit verschillende materialen met elk een eigen λ - waarde.

Glas heeft bijvoorbeeld een λ - waarde van 0,8 W/mK en isoleert dus minder goed dan moderne geperforeerde baksteen met een λ - waarde die varieert tussen 0,5 W/mK en 0,65 W/mK.

Een moderne baksteen isoleert op zijn beurt minder dan hout dat, naargelang de houtsoort, een λ - waarde heeft die varieert tussen 0,12 W/mK en 0,18 W/mK.

warmteweerstand van een materiaallaag

Wanneer men rekening wil houden met de dikte van een materiaal dan gebeurt dit met de warmteweerstand. Deze warmteweerstand of R-waarde geeft het warmte-isolerend vermogen van een laag materiaal in de opbouw van de gebouwschil aan. De R-waarde wordt uitgedrukt in $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$. Hoe groter R, hoe groter de weerstand die de warmtedoorgang ondervindt en hoe beter een zekere materiaallaag isoleert. Een dubbel zo dikke laag heeft proportioneel ook een twee keer grotere warmteweerstand.

Om de R-waarde (warmteweerstand) te verkrijgen, wordt de materiaaldikte, in meter, gedeeld door de λ -waarde (de warmtegeleidingscoëfficiënt).

De formule is $R = d/\lambda$ waarbij:

R = warmteweerstand in $\text{m}^2 \text{K}/\text{W}$

d = dikte van het materiaal in m.

λ = warmtegeleidingscoëfficiënt in $\text{W}/\text{m K}$

Een laag minerale wol bijvoorbeeld met een dikte van 16 cm (= 0,16 m) en een λ -waarde van 0,040 W/mK heeft een warmteweerstand of warmte-isolerend vermogen (= R-waarde) van $4 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ ($R = d/\lambda = 0,16/0,040 = 4 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$).

warmtedoorgang van een constructiedeel

De U-waarde van een constructiedeel (vb. dak, gevel) geeft aan hoeveel warmte (energie) er per m^2 en per seconde verloren gaat door een constructiedeel als er tussen 'binnen' en 'buiten' een temperatuurverschil van 1°C is. Hoe lager deze waarde, hoe beter het isolerende vermogen van het betreffende constructiedeel: deze waarde geeft dus ook een idee van de isolatiewaarde van het constructiedeel. De U-waarde wordt bepaald door de verschillende materiaallagen van het constructiedeel, met name de dikte en lambda-waarde van elk materiaal. Verder worden

effecten van convectie en straling aan de binnen- en buitenzijde in rekening gebracht met standaardwaarden voor overgangscoefficienten, die verschillen naar gelang de richting van het warmtetransport en de binnen- of buitencondities. De U-waarde van een buitenmuur in metselwerk verschilt van woning tot woning. Dit is vaak afhankelijk van de periode waarin het gebouw werd opgetrokken.¹⁸

<u>Periode</u>	<u>Soort buitenmuur (metselwerk)</u>	<u>Typische U-waarde</u>
Nu	spouwmuur met isolatie	0,3 - 0,77 W/m ² K
Na 1975	spouwmuur met matige isolatie	1,2 W/m ² K
Na 1945	spouwmuur met luchtruimte	1,53 W/m ² K
Vóór 1945	volle muur anderhalve baksteen (28 cm)	2,37 W/m ² K
	volle muur twee bakstenen (38 cm)	1,95 W/m ² K

De U-waarden van diverse glastypes zijn bijvoorbeeld:

- enkel glas (3 mm) $U = 5,8 - 5,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- dubbel glas (15-22 mm) $U = 3,2 - 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- HR glas (15-22 mm) $U = 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- HR+ glas (>22 mm) $U = 1,9 - 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- HR++ glas (>22 mm) $U < 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
- driedubbel superisolerend glas (>30mm) $U < 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

globale isolatiewaarde van een gebouw

De globale isolatiewaarde van een gebouw wordt weergegeven met het K-peil. Hoe lager het K-peil, hoe beter het gebouw geïsoleerd is en hoe minder warmteverliezen er zijn. Het K-peil wordt berekend aan de hand van de U-waarde en de oppervlakte van de afzonderlijke constructieonderdelen (muren, daken, vensters,...). Verder speelt ook de compactheid van het gebouw een rol voor het K-peil (hoe kleiner het aantal gevels en de oppervlakte van deze gevels, hoe compacter het gebouw).¹⁹

PROBLEMATIEK GEBOUWEN MET ERFGOEDWAARDE VERSUS RECENTE GEBOUWEN

De meeste gebouwen – dus ook woningen - met erfgoedwaarde dateren van voor 1945. Deze woningen zijn gebouwd volgens een traditionele werkwijze waarbij het grootste deel van de materialen, behalve glas uiteraard, een ‘hygrisch’ vermogen heeft. Door het capillair gedrag kan waterdamp snel opgenomen worden maar ook snel weer verdampen. Hier moet altijd rekening mee gehouden worden wanneer men aanpassingen uitvoert aan woningen die op traditionele wijze gebouwd zijn. Het ondoordacht aanbrengen van lucht-, water- of dampdichte lagen kan ervoor zorgen dat het verdampend effect (drogend vermogen) achteruit gaat en men te kampen krijgt met vocht dat zich ophoopt binnen in de materialen of condenseert op oppervlakken, met schimmel en/of houtrot als gevolg.

In oude woningen slaat de waterdamp in de winter neer op koude ramen met enkele beglazing. Als te sterk isolerend schrijnwerk of glas geplaatst wordt in een voor de rest weinig geïsoleerde woning, kan dit resulteren in verhoogde condensatie op niet verwarmde bouwonderdelen, zoals muren die in contact staan met de buitenlucht- en koudebruggen, met een risico op schade (zoals vochtplekken, loskomende wandafwerking, schimmels etc...).



FIG. 14 Een condensgaatje in historische ramen kan helpen bij de afvoer van condens en bij het voorkomen van schimmel en houtrot van raamonderdelen (foto Kris Vandevorst)

Het is bijgevolg belangrijk een goed begrip te hebben van de constructiewijze en het materiaalgebruik van een gebouw en de wijze waarop het reageert, naast uiteraard ook het erkennen van de intrinsieke erfgoedkwaliteiten.

EPB-EISEN VOOR NIEUWE GEBOUWEN

Concreet worden in het energieprestatiedecreet voor nieuwbouw- en renovatiewerkzaamheden eisen gesteld met betrekking tot energieprestatie, thermische isolatie, binnenklimaat en ventilatie.

De thermische isolatie-eisen (maximaal K-peil en U_{max}/R_{min}) en de energieprestatie-eisen (maximaal E-peil) hebben als doel het beperken van het energieverbruik van gebouwen en hun vaste installaties.

Het E-peil is een maat voor de energieprestatie van een woning en de vaste installaties ervan in standaardomstandigheden. Hoe lager het E-peil, hoe energiezuiniger de woning is.

Het E-peil hangt af van:

- de compactheid
- de thermische isolatie (warmteverliezen)
- de luchtdichtheid
- de ventilatie (indien de aangezogen buitenlucht niet wordt verwarmd, treden er warmteverliezen op)
- de verwarmingsinstallatie en het systeem voor warmwatervoorziening
- de oriëntatie en bezonning (bijvoorbeeld een raam aan de zuidkant betekent zonnewinst)
- de koelinstallatie
- de verlichtingsinstallatie (enkel bij kantoren en scholen)

Op basis van al deze aspecten wordt volgens een bepaalde berekeningsmodule door de architect een E-peil berekend. Dit E-peil is een globale, gemiddelde waarde. Dit impliceert dus dat slechte punten voor één aspect gecompenseerd worden door goede punten op een ander aspect. Met andere woorden: ook met een centrale-verwarmingsketel met een zeer laag rendement kan nog onder het maximale E-peil gebleven worden op voorwaarde dat die minpunten op andere terreinen gecompenseerd worden, bijvoorbeeld door het aanbrengen van isolatie. Voor bouwaanvragen vanaf 2012 is het wettelijk E-peil maximaal E70 (vanaf 2014 wordt dit E60).

De binnenklimaateisen beogen een goede binnenluchtkwaliteit te waarborgen. Deze vertalen zich vooral in minimale ventilatievoorzieningen en het beperken van het risico op oververhitting 's zomers in woongebouwen.

Het voldoen aan deze verschillende eisen heeft als doel het algemene comfort van de gebouwen te verhogen. De toepassing van de EPB-eisen is afhankelijk van de aard van de werken en van de bestemming van het gebouw. De regelgeving is van toepassing op woongebouwen, kantoren, scholen, industriegebouwen, ziekenhuizen en hotels. Garages, serres en stallen dienen de regelgeving niet te volgen.

EPB-EISEN VOOR GEBOUWEN MET ERFGOEDWAARDE

Het Energiedecreet van 8 mei 2009 en het bijhorende uitvoeringsbesluit van 19 november 2010 bepalen onder andere de EPB-eisen waaraan gebouwen, waarvoor een aanvraag tot het verkrijgen van een stedenbouwkundige vergunning wordt ingediend of waarvoor een melding wordt gedaan, moeten voldoen.

In dit decreet wordt ook voorzien dat de Vlaamse Regering vrijstellingen en afwijkingen kan toestaan op de vastgestelde EPB-eisen, onder meer voor beschermde monumenten of voor gebouwen die deel uitmaken van een beschermd landschap, stads- of dorpsgezicht of gebouwen die opgenomen zijn in de inventaris van het bouwkundig erfgoed.²⁰

uitzondering voor beschermde gebouwen of gebouwen in beschermd landschap, stads- of dorpsgezicht

In artikel 9.1.23. van het Energiebesluit van 19 november 2010 wordt de uitzondering voor beschermd onroerend erfgoed geregeld.

Beschermd gebouwen (als monument of gelegen in een beschermd landschap, stads- of dorpsgezicht) zijn bij verbouwing *vrijgesteld* om te voldoen aan de geldende EPB-eisen, behalve wat de volledige afbraak en heropbouw van daken en vloeren betreft. Deze *vrijstelling* moet niet worden aangevraagd, maar het VEA dient ten minste 8 dagen voor het aanvatten van de werken verwittigd te worden. Ze moet echter wel vermeld worden in de startverklaring en er moet een EPB-aangifte ingediend worden na de beëindiging van de werken.

In het geval van volledige afbraak en heropbouw van daken en vloeren dienen deze gebouwdelen dus wel te voldoen aan de EPB-eisen, maar kan er een *afwijking* worden bekomen, voor zover de toepassing van de eisen het karakter of uitzicht van het gebouw op onaanvaardbare wijze zou veranderen. Deze afwijking dient afzonderlijk te worden aangevraagd bij het VEA, per aangetekende brief en ten laatste drie maanden na het aanvragen van de stedenbouwkundige vergunning.

uitzondering voor geïnventariseerd erfgoed

In artikel 9.1.24. van het Energiebesluit wordt de uitzondering voor geïnventariseerd bouwkundig erfgoed geregeld.

Geïnventariseerde gebouwen zijn slechts vrijgesteld van welbepaalde eisen, met name de EPB-eisen en luchttoevoereisen voor gevelonderdelen die zichtbaar zijn vanaf de openbare weg. Deze *vrijstelling* moet niet worden aangevraagd, maar het VEA dient ten minste 8 dagen voor het aanvatten van de werken verwittigd te worden. Ze moet vermeld worden in de startverklaring en er moet een EPB-aangifte ingediend worden na de beëindiging van de werken.

In artikel 9.1.25. van het Energiebesluit wordt een uitzondering geregeld bij een functiewijziging van gebouwen die zijn opgenomen op de inventaris van het bouwkundig erfgoed. Bij functiewijziging van geïnventariseerde gebouwen kan

worden afgeweken van de algemeen geldende eisen bij functiewijziging, met name de EPB-eisen en luchttoevoereisen voor gevelonderdelen die zichtbaar zijn vanaf de openbare weg. Deze *afwijking* moet niet worden aangevraagd, maar het VEA dient ten minste 8 dagen voor het aanvangen van de werken verwittigd te worden. Ze moet vermeld worden in de startverklaring en er moet een EPB-aangifte ingediend worden na de beëindiging van de werken.

DUURZAAMHEID VAN GEBOUWEN MET ERFGOEDWAARDE

WAT IS DUURZAAMHEID

principe trias energetica

Het is een goede zaak om spaarzaam om te springen met energie, maar verantwoord omgaan met materialen en natuurlijke bronnen, of om het met een hedendaags woord te zeggen 'duurzaam leven', gaat een stuk verder dan besparen op de energiekosten. Het begrip duurzame ontwikkeling werd gelanceerd in de jaren 1980 van de vorige eeuw. Men definieerde duurzaamheid in het zogenaamde Brundtlandrapport uit de VN-conferentie van 1987 als "het voldoen aan de huidige behoeften, zonder het vermogen van toekomstige generaties om aan hun behoeften te voldoen, in gevaar te brengen"²¹. Op de wereldtop van 2005 werd deze definitie uitgebreid en werd geponeerd dat dit de verzoening betekent van sociale, economische en noden vanuit milieu, de zogenaamde drie pijlers van duurzaamheid.

Een in onze contreien vaak gebruikte leidraad om duurzaam te leven is gebaseerd op het zogenaamde 'trias energetica -principe'²². Dit houdt concreet in dat men duurzame maatregelen neemt die onder de volgende 3 richtlijnen vallen, in afnemende mate van belangrijkheid:

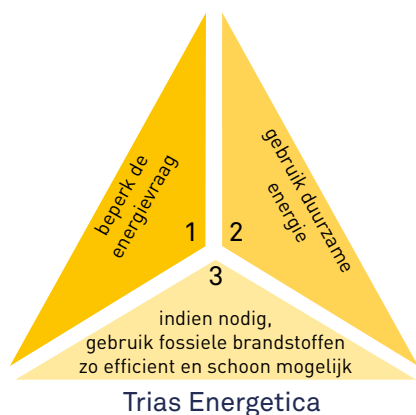


FIG. 15 Voorstelling Trias energetica (bron internet)

beperk de energievraag (energiebesparing)

Hiermee wordt bedoeld dat onnodig energieverbruik wordt teruggedrongen en de vraag beperkt blijft tot de werkelijke behoeften. De beperking geldt ook op andere vlakken dan energie, zoals bijvoorbeeld ruimtegebruik, afvalproductie, watergebruik.

gebruik duurzame energie

Wanneer energie nodig is en deze dient te worden opgewekt dan worden hiervoor bij voorkeur duurzame stromingsbronnen en hernieuwbare energiebronnen gebruikt. Stromingsbronnen zijn onuitputtelijke bronnen zoals zonne-energie, wind- en waterkracht en getijden. De beschikbaarheid van deze bronnen is vaak afhankelijk van externe factoren zoals weersomstandigheden (zon en wind), getijden, dag- en nachtcycli en de seizoenen.

Met hernieuwbaar wordt bedoeld dat deze energiebronnen bijna voortdurend via biologische processen hernieuwd worden. Het voorbeeld van een hernieuwbare energiebron is biomassa (bijvoorbeeld hout, plantaardige olie, biogas...).

Duurzame bronnen zijn bronnen die overal aanwezig zijn, een zo klein mogelijke belasting vormen voor het milieu en voor iedereen vrij toegankelijk zijn. Dat betekent dus dat iedereen duurzame energie kan en mag produceren.

Het gebruik van hernieuwbare energie- of stromingsbronnen is niet noodzakelijk duurzaam. Zo kan de teelt van biobrandstoffen de teelt van voedingsgewassen en de voedselproductie in een bepaalde landen in gevaar brengen. Biobrandstoffen zijn dus niet altijd duurzaam.

ga zuinig om met eindige bronnen (efficiënte energieconversie)

Eindige energiebronnen moeten zo efficiënt mogelijk ingezet worden. Eindige bronnen zijn energiebronnen die op kunnen raken, zoals bijvoorbeeld fossiele brandstoffen. Deze energiebronnen zijn in vele gevallen ook belastend voor het

milieu en dienen dus zo verstandig mogelijk te worden gebruikt, bij voorkeur als aanvulling van duurzame energiebronnen.

DUURZAAM BOUWEN EN VERBOUWEN

Deze principes kunnen op het dagelijks leven toegepast worden maar ook op alle aspecten van een bouw- of verbouwproces.²³

materiaalgebruik

Duurzaam verbouwen veronderstelt het maken van keuzes op verschillende gebieden.

Het *materiaalgebruik* is een van de belangrijke pijlers van duurzaam (ver)bouwen. Het uitgangspunt is een zuinige omgang met grondstoffen, waarbij zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van de reeds aanwezige bouwmaterialen (hergebruik), of indien dit niet mogelijk is, van nagroeibare of voldoende in de natuur voorradige materialen. Een hernieuwbaar of nagroeibaar materiaal is een natuurlijk materiaal (vb. hout, wol, stro..) dat bij goed beheer voortdurend hernieuwd wordt. Elk materiaal toegepast in het gebouw, moet een lange levensduur hebben, waarbij de initiële eigenschappen behouden blijven.



FIG. 16 Vakwerkwo-
ningen, zoals deze in de
Koepoortstraat in Zout-
leeuw, zijn voornamelijk
uit hernieuwbare en/of
nagroeibare materialen
opgetrokken (foto Benoît
Delaey)

Om de duurzaamheid van een materiaal goed in te schatten, kan een analyse worden gemaakt van de volledige levenscyclus van dit materiaal, gaande van de ontginning van de grondstoffen tot de eventuele recyclage van het afgeschreven materiaal. Dit heet de 'levenscyclusanalyse' (LCA). De levensfasen van een bouw-materiaal zijn: winningsfase, productiefase, gebruiksfase, sloopfase, afvalfase. Rond de opmaak van levenscyclusanalyses bestaat een ISO-norm 14040.²⁴

energiegebruik

Wat betreft het *energiegebruik* dient bij duurzaam verbouwen spaarzaam omgegaan te worden met energie voor klimaatregeling (verwarming, koeling en ventilatie, bevochtiging, ontvochtiging en filtering) en elektriciteitsgebruik voor andere energiebehoeften (koken, verlichten,...). Daarenboven dient de gebruikte energie zoveel mogelijk opgewekt te worden uit duurzame bronnen (zon, wind, water, afval). Men mag daarnaast niet vergeten dat het winnen, verwerken en vervoeren van bouwmaterialen tot op de werf veel energie kost. Zo kan het vandaag gebeuren dat een nochtans hernieuwbaar bouw materiaal toch niet zo duurzaam is omdat het van op grote afstand wordt aangevoerd, bijvoorbeeld per vliegtuig. Ook het verbouwen zelf vergt energie en dient dus goed doordacht te worden. Energie besparen is bovendien economisch zeer rendabel!

waterverbruik

Op vlak van het *waterverbruik* moet zuinigheid de regel zijn. Drinkwater mag niet verkwist worden. Om te wassen of om het toilet door te spoelen kan men gerust water van een mindere kwaliteit gebruiken. Regenwater is hiervoor ideaal, het kan opgevangen en na filteren gebruikt worden in de woning.

afvalbeperking

Verder dient ernaar te worden gestreefd om het *ontstaan van afval te voorkomen* bij een verbouwing, onder meer door hergebruik van materiaal. Als er afval is,



FIG. 17 Opslag van vloertegels voor later hergebruik (foto Kris Vandevorst)

dit bij voorkeur zo milieuvriendelijk mogelijk te verwerken (composteren, recycleren). Een belangrijk doel daarbij is het streven naar het invullen van het *cradle to cradle* principe, waarbij de gebruikte materialen in een product na het beëindigen van de levensfase van dit product nuttig kunnen ingezet worden in een nieuw product.

DUURZAAM LEVEN IN WONINGEN MET ERFGOEDWAARDE

lange levensduur

Duurzaam verbouwen en leven is wel degelijk mogelijk in gebouwen met erfgoedwaarde.

Eerst en vooral is er het simpele feit dat de meeste gebouwen met erfgoedwaarde al lang mee gaan en daarmee alleen al hun duurzaamheid hebben bewezen. Het grootste deel van de monumenten is dan ook meer dan een eeuw oud. Gebouwen zonder erfgoedwaarde hebben een beperktere levensduur (ze zijn afgeschreven na circa 75 jaar) en worden doorgaans na minder dan een eeuw afgebroken om plaats te maken voor nieuwbouw.

lage milieubelasting

Het slopen van bestaande gebouwen kost heel wat energie evenals de productie en het transport van materialen voor de bouw van nieuwe gebouwen. Historische bouwmaterialen kennen ook dikwijls een langere levensduur dan moderne bouwmaterialen. Zo zijn bijvoorbeeld historische ramen vervaardigd uit kwaliteitsvol hout, eenvoudig te herstellen, en zullen ze mits goed onderhoud meer dan een eeuw mee gaan. De houten ramen die vandaag de dag geproduceerd worden gaan maximaal een derde van die termijn mee en zijn meestal niet of moeilijk herstelbaar (omdat ze niet demonteerbaar samengesteld zijn via verlijming in plaats van met de klassieke houtverbindingen).

energiezuinig constructieconcept

Tot aan Wereldoorlog I werd bij het bouwen van woningen rekening gehouden met het functioneel inplannen van de ruimte. Elke kamer had voor zover mogelijk een ligging gelieerd aan de functie. Leefruimtes waren zo veel mogelijk gelegen aan de lichte en warme zuidwestzijde van de woning. Aan de koudere en donkere noordzijde lagen slaapkamers, opslagplaats en keuken. (Aan rijhuizen waar een functionele ruimtelijke planning omwille van de oriëntatie van de straat niet altijd evident was, werden veelvuldig luiken toegepast.) Ook werden de ruimtes ingedeeld in afgescheiden kamers of compartimenten zoals voor- en achterkamer, zit- en eetkamer, keuken en bijkeuken, etc... Wanneer men niet in een bepaalde ruimte vertoefde, ging men deze ook niet onnodig verwarmen.

Recentere woningen zijn veel meer gericht op openheid en gebruik van alle beschikbare oppervlakte. Dit is niet steeds gunstig voor het energieverbruik. Bij het verwarmen van een open ruimte (bijvoorbeeld open keuken, eet- en zitkamer in één) gaan onvermijdelijk delen verwarmd worden die op dat ogenblik niet gebruikt worden, wat tot hogere kosten zal leiden. Het benutten van alle beschikbare oppervlakte gaat er ook toe leiden dat bepaalde ruimtes die vroeger als temperatuurbuffers tegenover het buitenklimaat benut werden,



FIG. 18 Het glasgebruik is in de gevels van recente gebouwen meestal veel groter dan in deze van historische gebouwen (foto Kris Vandevorst)

zoals zolders en kelders bewoonbaar gemaakt worden, wat niet altijd evident is, omdat die ruimtes vaak niet geschikt zijn voor de bestemming die men er wenst aan te geven.

Historische gebouwen met massieve muren en beperkte glasoppervlakken zijn thermisch inert in vergelijking met nieuwbouw. Deze gebouwen warmen trager op, en blijven dus langer koel, wat uitspaart op energie voor koeling in de zomer. Nieuwbouw woningen hebben doorgaans een zeer grote beglaasde oppervlakte. Deze grote glaspartijen dragen bij tot problemen van oververhitting tijdens de zomer, wat bij woningen met erfgoedwaarde doorgaans minder het geval is.

Beschermde historische woningen en residentiële gebouwen opgenomen in de inventaris bouwkundig erfgoed dateren meestal van voor 1945. 57,50% van alle rijwoningen dateren van voor 1945. Aangezien deze gebouwen aan 2 gevelzijden ingesloten zijn, kost het in vele gevallen minder energie om ze te verwarmen dan halfopen bebouwing en alleenstaande woningen. Beide laatstgenoemde types zijn in Vlaanderen vooral gebouwd na 1945.

hernieuwbare bronnen

Alle historische woningen van voor de industriële revolutie waren duurzaam geconcepied in die zin dat er voor hun constructie en gebruik geen fossiele brandstoffen werden aangewend. Er werd gebruik gemaakt van menselijke en dierlijke kracht voor de constructie en van biomassa (o.a. hout) voor het verwarmen en koken²⁵. Ook het transport van bouwmaterialen naar de werf gebeurde vroeger redelijk energiezuinig. Er werden toen immers veel lokale bouwmaterialen gebruikt. De materialen die in het verleden gebruikt werden om gebouwen op te trekken die nu erfgoedwaarden bezitten of als monumenten beschermd zijn, zijn vaak hernieuwbaar (hout, stro, etc...).

hergebruik materialen

Een belangrijk deel van de niet-hernieuwbare materialen in historische woningen (zoals dakpannen, bakstenen, tegels,...) zijn dan weer gemakkelijk te demonteren en recupereren voor een milieuvriendelijk hergebruik. Zo wordt afval en de energie nodig om dit afval te verwerken tot een minimum beperkt.



FIG. 19 Kleurrijke historische cementtegels vormen bij sloop een dankbaar en gegeerd materiaal voor hergebruik in andere en/of nieuwe gebouwen (foto Nathalie Vernimme)

maar hoge stookkosten

Op zich zijn de bovenstaande vaststellingen allemaal elementen die de duurzaamheid van gebouwen met erfgoedwaarde bewijzen. Toch worden de meeste monumenten en historische gebouwen vandaag de dag niet als duurzaam aanzien, omdat het relatief veel energie kost om ze te verwarmen. In historische gebouwen is er dikwijls een overmaat aan ruimte in de vertrekken - door de hoge plafonds - en ontsnapt veel warmte door de relatief lucht-open bouwschil, wat niet bevorderlijk is voor een zuinig energiegebruik. De eigenaar van een gebouw met erfgoedwaarde wil bovenal zijn energiefactuur zien dalen. Vanuit erfgoedzorg is hier uiteraard niets op tegen. Wel dienen maatregelen daartoe in het ruimere kader van duurzaamheid en van erfgoedzorg geplaatst te worden.

PLANNEN VAN MAATREGELEN TER BEVORDERING VAN DE ENERGIEZUINIGHEID

WAARDENSTELLING OPMAKEN

soorten erfgoedwaarden

Alvorens enige interventie uit te voeren, waaronder ook maatregelen voor energiezuinigheid, is het essentieel om een lijst op te maken van de elementen die bijdragen tot de erfgoedwaarden van de woning. Dit zijn de elementen die het karakter en de waarde van het gebouw vanuit erfgoedstandpunt bepalen.

Een gebouw kan een artistieke, wetenschappelijke, historische, volkskundige, industrieel-archeologische of een andere sociaal-culturele waarde bezitten.

Erfgoedwaarden worden door een verscheidenheid aan factoren bepaald: wanneer is de woning gebouwd en door wie? Is het gebouw een getrouwe uiting van een bepaalde periode of stijl? Wat was de oorspronkelijke, en wat waren latere functies van het gebouw? Zijn er veel aanpassingen en herstellingen uitgevoerd doorheen de tijd? In hoeverre zijn nog oorspronkelijke materialen en gebouwonderdelen aanwezig?

De opmaak van een waardenstelling is dan ook afhankelijk van de omvang van het gebouw, zijn betekenis en zijn complexiteit.²⁶

waardenbepalende elementen

Waardenbepalende elementen zijn meestal gelinkt aan de materie zelf, hoewel in sommige gevallen ook niet-materiële zaken, zoals bijvoorbeeld een vroegere functie die in het gebouw was ondergebracht, van belang kunnen zijn.

Het kan onder meer gaan over uiterlijke kenmerken zoals gevelbekleding, raamprofielen, dakbedekking. Maar het kan ook gaan over de plattegrond van een

gebouw met de indeling en ligging van bepaalde ruimtes of over interieurelementen zoals lambriseringen, plafond en muurafwerking, trappen en schouwen. Wanneer aanpassingen worden uitgevoerd aan een monument of woning met erfgoedwaarde zal worden getracht niet of zo weinig mogelijk te raken aan de elementen die bijdragen tot de erfgoedwaarde(n). Belangrijk bij het bepalen van erfgoedwaarde van een element is zijn zeldzaamheid, gaafheid en herkenbaarheid. De waardenbepalende elementen van woningen zijn te vinden in de inventaris bouwkundig erfgoed, in lokale inventarissen, in het beschermingsbesluit wanneer het een beschermde woning betreft, of kunnen in kaart gebracht worden door een bouwhistoricus.

UITVOEREN ENERGIE-AUDIT

principe energie-audit en wetgeving

Wie minder energie wil verbruiken in zijn historische woning laat best een energie-audit uitvoeren. Een dergelijke doorlichting van het energieverbruik kan resulteren in aanbevelingen die een aanzienlijke daling van de energiekosten met zich meebrengen.

Elke woning heeft zijn eigen energiehuishouding met bijhorende sterktes en zwaktes en heeft ook zijn eigen energieprestatie. Dit is (naast het persoonlijke energiedrag) onder meer afhankelijk van de aard en dikte van de isolatie die is aangebracht, of er energiezuinige huishoudtoestellen en installaties aanwezig zijn, hoe er wordt verwarmd en verlicht. Een energie-audit leert waar energie kan worden bespaard, op welke manier en hoeveel.

In het Energiebesluit (hoofdstuk 3 titel 9) is de mogelijkheid opgenomen om als particulier een energie-audit uit te laten voeren door een erkend deskundige. Ook de uitvoeringsvoorwaarden voor de energie-audit en de voorwaarden waaraan energiedeskundigen moeten voldoen, komen aan bod.

hoe verloopt een energie-audit

Tijdens de energie-audit noteert een erkend energiedeskundige alle goede en slechte punten met betrekking tot energiezuinigheid. De volledige woning wordt energetisch in kaart gebracht. De energiedeskundige onderzoekt de energetische aspecten van de bouwschil (isolatiegraad), de verwarmingsinstallatie, de voorzieningen voor de bereiding van sanitair warm water, de ventilatie en het comfort in de zomer. De energiedeskundige kan bij het maken van zijn analyse vooraf geholpen worden door inzage te geven in de facturen van elektriciteitsgebruik en verwarming van de afgelopen 2 jaar, evenals de technische informatie van recente of vroegere aanpassingen op energievlak (zoals bijvoorbeeld de plaatsing van een nieuwe ketel of het aanbrengen van isolatie).

auditor met kennis traditionele bouw

Het is belangrijk bij de keuze van een energieauditor om iemand aan te stellen die kennis heeft van de specificiteit van een woning die met traditionele bouwmethodes geconstrueerd is. Het moet iemand zijn die de impact van de ingreep op de technische prestaties van het gebouw zowel op korte als op lange termijn correct kan inschatten. Momenteel bestaat er nog geen afzonderlijke lijst van dergelijke gespecialiseerde energie-auditoren en is de zoektocht er naar bijgevolg niet evident. Vanuit Onroerend Erfgoed zal getracht worden hier op korte termijn iets aan te doen.

inhoud energierapport

De energiedeskundige zal alle gegevens opnemen in een gedetailleerd energierapport. Daarin kan meteen worden afgelezen welke aanpassingen de meeste besparingen zullen opleveren.

Het rapport bestaat uit een algemeen deel, een deel met een toelichting bij de mogelijke verbeteringen aan de bouwschil (muren, dak, ramen) en een deel met een toelichting over de mogelijke verbetering aan de installaties voor

verwarming en de productie van sanitair warm water. Op vraag van de gebruiker kan ook een deel over verbeteringen aan de ventilatie en het comfort van de woning in de zomer toegevoegd worden.²⁷

VUISTREGELS BIJ HET UITVOEREN VAN MAATREGELEN

Restauratie zal altijd maatwerk zijn. Ook met betrekking tot technische ingrepen voor het duurzamer en energievriendelijk(er) maken van monumenten is er niet zoiets als een standaard oplossing. Het is dan ook belangrijk dat ingrijpende technische aanpassingen uitgevoerd worden onder begeleiding van een restauratiedeskundige en door uitvoerders die vertrouwd zijn met restauratiewerkzaamheden. Wel kunnen een aantal vuistregels toegepast worden. Hierbij valt op dat de deontologie van monumentenzorg vaak wonderwel aansluit bij de eerder vermelde richtlijnen voor duurzaam leven.

stedenbouwkundige vergunning aanvragen

Bij het uitvoeren van de meeste werken en aanpassingen aan een monument is een stedenbouwkundige vergunning nodig (zoals bedoeld in de wetgeving op Ruimtelijke ordening) en zal het advies vanuit onroerend erfgoed bindend zijn. Voor een aantal werken aan het exterieur (schilderen, gevelreiniging,..) en het interieur (werken aan vloeren, balk- en dakconstructies, lambriseringen, schouwmantels,..) is geen stedenbouwkundige vergunning nodig maar wel een vergunning vanuit onroerend erfgoed. De te verlenen toestemming voor de uitvoering van de werken zal voornamelijk afhankelijk zijn van het behoud van de erfgoedwaarden.

hergebruik en leesbaarheid, oude versus nieuwe materialen

Met betrekking tot materiaalgebruik is het aangewezen om zoveel mogelijk het oorspronkelijk materiaal te hergebruiken. Zo wordt bespaard op materiaal en energie en wordt afval voorkomen. Binnen de monumentenzorg wordt gestreefd



FIG. 20 Plaatselijk herstel van een vakwerkgevel met dezelfde houtsoort, verbandhuisje Zuiderpershuis Antwerpen (foto Willem Hulstaert)

naar behoud van oorspronkelijkheid en authenticiteit van materialen. Historische bouwmaterialen hebben bovendien een in de praktijk bewezen fysieke duurzaamheid. Als het oorspronkelijk materiaal onherstelbaar is, dient men bij voorkeur een vergelijkbaar traditioneel materiaal of in sommige gevallen een kwalitatief nieuw materiaal toe te passen.²⁸ Het moet wel nadien nog duidelijk zijn – eventueel via registratie en documentatie van de ingreep- welk materiaal origineel is en welk materiaal nieuw ingebracht werd.

minimale ingrepen

Monumentenzorg gaat uit van regelmatig onderhoud, eerder dan van grote restauraties. Wanneer een restauratie niet te vermijden is, wordt er naar gestreefd om de ingrepen minimaal te houden. Zo wordt ook best gehandeld bij het uitvoeren van technische maatregelen ter verhoging van energiezuinigheid of duurzaamheid. Wanneer de introductie ervan onherstelbare schade toebrengt aan historische materialen of structuren, met een verlies aan erfgoedwaarden tot gevolg, is dit onverantwoord. De keuze van duurzaamheidsmaatregelen dient zo gemaakt te worden dat er niet of minimaal geraakt wordt aan de aanwezige erfgoedwaarden.

FIG. 21 Plaatselijke herstelling van raamluik (foto Nathalie Vernimme)



FIG. 22 Het installeren van verwarmingsbuizen in opbouw zorgt ervoor dat deze nadien ook zonder (al te) grote schade terug weggenomen kunnen worden (foto Sara Van Rompaey)



omkeerbaarheid van ingrepen

Wanneer wordt overwogen om een technische maatregel ter bevordering van energiezuinigheid te introduceren in een gebouw met erfgoedwaarde, dient rekening gehouden te worden met de omkeerbaarheid of reversibiliteit van deze ingreep en met de bewezen doeltreffendheid ervan. De ervaring leert bijvoorbeeld dat de meeste technische installaties maar een korte periode (niet meer dan 30 jaar, soms maar tot 15 jaar) mee gaan. Het heeft weinig zin het voorkomen, de materialen of de structuur van een monument of gebouw met erfgoedwaarde ingrijpend te wijzigen of te verminken wanneer dit slechts een tijdelijke ingreep is of als het om een ingreep gaat waarvan de doeltreffendheid niet bewezen is.

MOGELIJKHEDEN TER BEVORDERING VAN DE ENERGIEZUINIGHEID

Er zijn verschillende soorten technische ingrepen mogelijk om de energiezuinigheid van een woning met erfgoedwaarde te verhogen. We zullen hieronder de belangrijkste overlopen. Achtereenvolgens behandelen we aanpassingen van de infrastructuur voor verwarming en sanitair warmwaterbereiding, isolatie, ventilatie en zonnewering.

OPTIMALISATIE INFRASTRUCTUUR VERWARMING EN SANITAIR WARM WATER

algemeen

Verwarming is meestal de belangrijkste energiepost (50 tot 75% van het energieverbruik) in een bestaande woning, en zeker in een woning met erfgoedwaarde. De doordachte keuze van een verwarmingsinstallatie kan een belangrijke besparing op het energieverbruik en een verbetering van het comfort betekenen.



FIG. 23 Decentrale verwarming met een buis-kachel in huis de Groote Mortier in Brugge (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)

Een woning kan op diverse wijzen verwarmd worden: ofwel decentraal (lokaal), dit is met een systeem waarbij per ruimte een verwarmingsbron aanwezig is, ofwel centraal, via een systeem van centrale verwarming.

Centrale verwarming bestond al bij de Romeinen om dan te verdwijnen en pas weer ingang te vinden in onze streken vanaf het eind van de 19e eeuw toen nieuwe brandstoffen zoals steenkool, aardolie en aardgas hun intrede deden. Tijdens de periode ertussen werden woningen decentraal verwarmd met de stralingswarmte van een of meerdere haardvuren of kachels.

Momenteel wordt iets meer dan de helft van alle Vlaamse woningen verwarmd op aardgas. Een derde verwarmt op stookolie en een tiende op elektriciteit. Stookolie wordt voornamelijk nog gebruikt in oudere woningen en ook in landelijk gelegen woningen. Steenkool wordt nog door een minderheid (2%) van

FIG. 24 Een voorbeeld van een Romeinse verwarmingsinstallatie, een kanaalhypocaust, opgegraven aan de Vermeulenstraat in Tongeren (foto Kristien Borgers/stad Tongeren)



de huishoudens gebruikt. Ook doet een beperkt maar groeiend aantal gezinnen een beroep op hernieuwbare energie, zoals zonne-energie, biomassa of aardwarmte om aan (een deel van) hun warmtebehoefte te voldoen.²⁹ De cijfergegevens over verwarmingsbronnen, specifiek in woningen met erfgoedwaarde, zijn niet bekend.

Vandaag worden woningen op veel hogere temperatuur verwarmd dan vroeger het geval was. Het mechanisme zit complex in mekaar, maar eenvoudig gesteld kan een te hoge temperatuur- bijvoorbeeld tijdens de wintermaanden- in een woning met erfgoedwaarde er toe leiden dat de relatieve luchtvochtigheid er te laag wordt, wat risico's inhoudt voor de bewaring van sommige historische afwerkingsmaterialen zoals behangpapier, textiel, hout, leer en ook verven. Deze materialen kunnen in het slechtste geval vervormen en scheuren. Bij het inbrengen van extra waterdamp om de relatieve luchtvochtigheid



FIG. 25 Kostbare historische afwerkingsmaterialen zoals goudleder (hier in de St. Bernardusabdij in Bornem) zijn zeer gevoelig voor veranderingen van relatieve vochtigheid (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)

te reguleren, is er dan weer het gevaar voor een te hoge relatieve vochtigheid ter hoogte van de koudere delen van de gebouwschil met risico's op condens, vochtschade en schimmels.

decentrale verwarming

Bij decentrale verwarming wordt de warmte geproduceerd in de ruimte waar ze nodig is. In dit geval dienen er meerdere afgifte-elementen in een woning aanwezig te zijn om deze voldoende te kunnen verwarmen.

Een voordeel van decentrale verwarming is dat de warmte meteen in dezelfde ruimte gebruikt wordt. Er moet geen distributiesysteem uitgebouwd worden en er zijn dus geen buizen die vloeren of wanden doorboren, tenzij deze voor de aanvoer van brandstof. Een nadeel is dan weer dat er voor elke verwarmingseenheid een afzonderlijk afvoerkanaal (schouw) voor verbrandingsgassen nodig is. Ook is de afgifte van warmte moeilijk te regelen.

FIG. 26 Historische kachel in beschermde woning in Melle (foto Leen Meganck)



Historisch bestaan er diverse manieren om decentraal te verwarmen:

- Open haard

De open haard is misschien wel de oudste manier om te verwarmen. De gezelligheid en de decoratieve waarde van een brandend houtvuur kan groot zijn. Een open haard geeft echter maar een miniem rendement. Slechts een vijfde van de opgewekte warmte verspreidt zich in de woning, de rest van de warmte komt via de schoorsteen in de buitenlucht terecht. Als de haard niet brandt, trekt de schouw warmte uit de kamer. Anderzijds zorgt dit wel voor de nodige natuurlijke ventilatie. Deze ventilatie is nodig want een open haardvuur zorgt voor vervuiling van de binnenlucht van de woning.



FIG. 27 Monumentale marmeren schouw met putti in een woning aan de Wolvengracht in Brussel (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)



FIG. 28 Voorbeeld van een fraai uitgewerkt 19^e eeuwsvorwarmingsrooster (foto Petra Boekstal)

In historische woningen treft men nog dikwijls haardplaatsen aan, al zijn die vaak niet meer in gebruik. Een historische haardplaats met eventueel een decoratieve schouwmantel, haardplaten, haardschermen etc.. kan deel uitmaken van de erfgoedwaarde van een gebouw.

- Kachels

- *Metalen gas-, kolen- of stookoliekachels* van meer dan 15 jaar oud hebben een laag rendement van zo'n 50 tot 70 %. Ze halen bovendien hun zuurstof uit de woonruimte wat kan leiden tot koolmonoxidevergiftiging, alsook vocht- en tochtproblemen.

Kachels in plaatijzer hebben een hoge oppervlaktetemperatuur en veroorzaken dus veel convectie en stofcirculatie. Het stof wordt immers verschroeid door de hoge oppervlaktetemperaturen.

FIG. 29 Leuvense stoof in het geboortehuis van René Declercq in Deerlijk (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)





FIG. 30 Oude schouw en kopie van een oud kachelmodel in de woonvertrekken van de abdij in Sint-Truiden (foto Petra Boekstal)

In woningen met erfgoedwaarde komen nog frequent metalen kachels voor. Het is echter zeer uitzonderlijk (bijvoorbeeld de zogenaamde Leuvense stoof) dat de kachel mee de erfgoedwaarde bepaalt. In voorkomend geval wordt de kachel best bewaard.

- *Tegelkachels en speksteenkachels* hebben een zuivere verbranding, een hoog rendement in vergelijking met een open haard en een lage oppervlaktetemperatuur. Daarnaast zijn dergelijke kachels erg duurzaam en kunnen ze soms wel een paar honderd jaar oud zijn of worden. Het meest essentiële kenmerk van de tegelkachel is dat hij vervaardigd is uit vuurvaste leem, beton of metselwerk (kleisteen of chamotte), afgewerkt met keramische tegels of gips. Een speksteenkachel is gemaakt uit een specifieke natuursteen.

Voordelen van deze kachels zijn dat ze aan het oppervlak minder warm zijn dan een kachel of radiator, dat er minder stofcirculatie is en ze dus bijgevolg gezondere warmtebronnen zijn. Een nadeel is dan weer dat het een paar uur duurt alvorens de warmte wordt afgegeven. Het is ook niet mogelijk om de

FIG. 31 Tegelkachel in het Paleis op de Meir in Antwerpen (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)



verwarming in een beweging uit te schakelen, omwille van de hoge thermische inertie. Als een bepaalde hoeveelheid hout gestookt is, zal de temperatuur pas zakken eens alle opgewekte warmte afgestaan is. Dit kan uiteraard ook als een voordeel gezien worden : lang warmteafgifte hebben zonder op een brandend vuur te moeten letten.

Zeer uitzonderlijk kan men een authentieke speksteen- of tegelkachel aantreffen in een monument. In dit geval kan het zijn dat die niet verwijderd mag worden omwille van de erfgoedwaarde.

- *Elektrische kachels* dateren pas uit de vorige eeuw. Ze hebben een laag rendement (ongeveer 40%) en vallen daarom af te raden, zowel voor rechtstreekse verwarming (straalkachels) als voor verwarming met accumulatoren. Om elektriciteit op te wekken, dient men immers in de elektriciteitscentrale warmte te produceren (via verbranding olie, gas,...). Deze elektriciteit wordt getransporteerd (met verlies) naar de woning waar er opnieuw warmte mee wordt gemaakt. Een uitzondering hierop is als de elektriciteit ter plaatse op duurzame wijze opgewekt wordt. Straalkachels produceren onmiddellijk warmte bij het inschakelen maar kunnen ongezond zijn omdat ze stofschroei veroorzaken. Accumulatiekachels slaan meestal 's nachts warmte op tegen voordeeltarief en kunnen dit overdag volgens de behoefte vrijgeven. Accumulatiekachels zijn moeilijk te regelen. Het systeem werd vooral in de jaren 1960-1980 en nog tot in de jaren 1990 gepromoot. Vandaag weten we ook dat elektrisch stoken zeer milieuonvriendelijk is. De toestellen zijn doorgaans niet bepalend voor de erfgoedwaarde van een woning, maar in uitzonderlijk voorkomend geval dienen ze behouden te worden.

Aandachtspunten voor een woning met erfgoedwaarde waar men decentraal wil verwarmen

- » Decentraal verwarmen kan een energiezuinige manier van verwarmen zijn in een woning waarin de ruimtes gecompartmenteerd zijn.
- » Wil je vandaag de dag een houtvuur als hoofdverwarming gebruiken in één of meerdere ruimtes in een woning met erfgoedwaarde, dan installeer je vanuit energiezuinig oogpunt bij voorkeur een afgesloten inbouwhaard. Hiertegen is geen bezwaar vanuit monumentenzorg zolang er geen erfgoedwaarden in het gedrang komen.

Behoud je de open haard als warmtebron, zorg dan bij voorkeur voor de installatie van een haardklep om warmteverlies te beperken als de haard niet brandt.

- » Wanneer de woning nog over oude kachels beschikt, die niet bijdragen tot de erfgoedwaarde, worden die best vervangen door verwarmingselementen met een hoger rendement. Gesloten gevelkachels op aardgas met een rendement van meer dan 85 % zijn een zuiniger alternatief, wanneer de gevel het toelaat. Een nadeel in historische woningen kan zijn dat ze dwars door de buitenmuur aangesloten worden op de buitenlucht. Dit gebeurt via een dubbelwandige buis waarbij het binnenste deel zorgt voor de afvoer van rookgassen en het buitenste deel voor de aanvoer van verse lucht voor de verbranding. Installatie is mogelijk als hiervoor geen decoratieve wandafwerkingen doorboord moeten worden. In geval van gasverwarming moet men ook rekening houden met de aanvoerleiding.
- » Tegel- en speksteenkachels verspreiden een gezonde vorm van warmte (stralingswarmte), zowel voor de mens als voor de woning en zijn afwerking. Ze bestaan ook in nieuwe uitvoeringen die geïntegreerd kunnen worden in historische woningen.
- » Wanneer in een woning met erfgoedwaarde een historische haardplaats of waardevolle kachel (bijvoorbeeld Leuvense stoof of historische tegelkachel) aanwezig is, zal men deze bij voorkeur behouden, eventueel als bijverwarming. Dit staat in geen geval de toepassing van een zuinige manier van verwarmen en de eventuele installatie van nieuwe verwarmingselementen in de weg.

centrale verwarming

In 1990 had al 69.5% van de woningen in Vlaanderen centrale verwarming.³⁰ In 2011 was dit aantal verder toegenomen tot zo'n 75%. Ook heel wat historische woningen zijn vandaag uitgerust met een dergelijk systeem. Exacte cijfers hiervan zijn echter niet gekend. Het principe van centrale verwarming bestaat eruit dat één toestel (bron) warmte produceert waarna deze via een systeem van buizen verspreid wordt (transport) naar de verwarmingselementen (radiatoren, convectoren of buizen in muren en vloeren) in de verschillende ruimten in de woning (afgifte). Meestal wordt water gebruikt als medium om de warmte te verspreiden. Voor de circulatie van het warme water wordt er meestal beroep gedaan op een circulatiepomp. Daarnaast bevat een met water gevulde centrale verwarmingsinstallatie een expansievat dat de volumeverandering van het opwarmende en afkoelende water opvangt.³¹ Een voordeel is dat met een ketel voor centrale verwarming ook warm water voor keuken en badkamer kan worden geproduceerd. Een nadeel is dat er warmte verloren gaat tijdens de distributie ervan doorheen ruimten in de woning die eigenlijk niet of niet constant verwarmd hoeven te worden.

De stookinstallatie of ketel voor centrale verwarming bevindt zich meestal in een technische ruimte op zolder of in de kelder. Dit is vandaag zo, maar was ook het geval in het verleden. Deze ruimtes zijn doorgaans niet van groot belang voor het bepalen van de erfgoedwaarde van een gebouw. Voor stookinstallaties gelden bepaalde regels: Wanneer de stookinstallatie (onafhankelijk van de aard van de brandstof) een vermogen heeft van meer dan 20 kW en indien ze ouder is dan 15 jaar, is men verplicht binnen de 2 jaar een verwarmingsaudit te laten uitvoeren. Wanneer de installatie een rendement heeft dat 20 tot 30% lager uitvalt dan moderne stookinstallaties of minder dan 85% bedraagt, dient deze vervangen te worden.

Daarnaast zijn ook afzonderlijke verwarmingselementen nodig in de verschillende te verwarmen ruimten, evenals een netwerk van leidingen. Hieronder volgt een overzicht van de installaties en verwarmingselementen die vandaag in woningen voorkomen:

- Stookinstallaties

- De *traditionele ketel* werkt op een temperatuur van meer dan 50° Celsius. De meeste ketels ouder dan 15 jaar, zijn van dit type. Oude stookinstallaties hebben een rendement dat 20 tot 30% lager uitvalt dan dat van moderne stookinstallaties. Bij oudere stookketels zijn de leidingen vaak omkleed met asbesthoudend materiaal als isolatie. Bij het onderzoek naar het al dan niet behouden van delen van de installatie moet hier zeker rekening mee gehouden worden. Traditionele ketels zijn veelal vloerketels die heel wat ruimte in beslag nemen.

- *Lagetemperatuurketels of hoogrendementsketels* verbruiken minder dan een traditionele ketel. Een hoogrendementsketel schakelt pas in wanneer de watertemperatuur van de centrale verwarming te laag is om de gewenste kamertemperatuur te bereiken. De ketels zijn dikwijls van het gesloten type, wat inhoudt dat ze de lucht niet uit de ruimte zelf halen maar van buiten, doorheen de schoorsteen of een dubbelwandige aan- en afvoerpijp. Hierdoor wordt koolmonoxidevergiftiging vermeden. Deze ketels recupereren ook de restwarmte van het water voor het verwarmingssysteem.

Lagetemperatuurketels zijn veel kleiner dan de klassieke ketels en bestaan ook in plaatsbesparende wandmodellen. Een nadeel is dan weer dat de afgifte-elementen groter moeten zijn of dat er meer moeten zijn om de ruimtes te verwarmen.

- *Condensatieketels* hebben vandaag de dag het hoogste rendement. Ze zijn zo ontworpen dat een deel van de geproduceerde waterdamp uit verbrandingsgassen kan condenseren, zodat meer nuttige warmte vrijgemaakt wordt.



FIG. 32 Een oude stookinstallatie neemt vaak veel plaats in (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)



FIG. 33 Een nieuwe condensatieketel is niet alleen zuiniger maar vaak ook kleiner dan een oud exemplaar (foto Cecile Boes)

Condensatieketels werken met een temperatuur die kan dalen tot 25° en hebben een lagere rookgastemperatuur van 50° à 60° . De condensatieketel haalt een rendement dat 6% (stookolie) tot 11% (aardgas) hoger ligt dan een gewone hoogrendementsketel. Deze installaties verbruiken niet alleen minder energie, ze zijn ook minder vervuילend dan klassieke stookinstallaties. Bij het plaatsen van een condensatieketel zal wel een gladde flexibele buis in de schouw geplaatst dienen te worden om condensatie te vermijden. De installatie dient voorzien te zijn van een afvoermogelijkheid voor het condenswater.

- Er bestaan ook *centrale verwarmingsketels op hout*. Deze ketels gebruiken hout (onder de vorm van blokken of pellets) als brandstof. Een houtgestookte cv-ketel werkt via klassieke houtverbranding – zoals dit in een kachel of haard gebeurt –, ofwel volgens het principe van houtvergassing. Houtvergassing verloopt via verschillende verbrandingsfasen. In een eerste fase droogt het hout volledig uit, in de tweede fase verbranden de gasbestanddelen en in de laatste fase worden de smeulgassen en het bij de vergassing ontstane houtskool verbrand. De ketel kan manueel of automatisch gestookt worden. Een houtgestookte cv-ketel kan uitgerust zijn met een buffervat. Dit laat toe om de geproduceerde warmte op te slaan en deze te gebruiken wanneer de ketel uit staat.

- Een recent soort ketel is de *micro-warmtekrachtkoppelingsinstallatie (micro-wkk)*. Deze installatie produceert tegelijk warm water voor verwarming, sanitair gebruik en elektriciteit. Concreet wordt warmte opgewekt door de verbranding van aardgas, stookolie of biomassa. Met deze warmte wordt via een motor een cilinder in beweging gezet, die een generator aandrijft. Deze generator zorgt voor de elektriciteitsproductie, die volstaat voor een groot deel van het eigen elektriciteitsverbruik. wkk heeft een rendement van 90 %, slechts 10 % energie gaat verloren. Het teveel aan elektriciteit kan aan het net worden afgestaan. De warmte uit dit productieproces wordt gebruikt voor de aanmaak van warm water voor de verwarming en sanitair gebruik. Uiterlijk lijkt een micro-wkk installatie heel sterk op een condensatieketel, ze heeft alleen wat meer ruimte nodig. Kleinschalige wkk is vooral interessant voor collectieve wooneenheden (een aantal huizen of een kleine wijk). Ook in gebouwen waar een grote warmtebehoefte is (zwembaden, scholen, hospitalen, ...) of in gebouwen die niet goed geïsoleerd kunnen worden kan wkk een oplossing met goed rendement bieden.

- Verwarmingselementen

De verwarmingselementen toegepast bij een systeem van centrale verwarming in een woning zijn doorgaans radiatoren en convectoren (samen goed voor zo'n 93%), vloer- en wandverwarming en soms ook tegel- en speksteenkachels. De meeste woningen met erfgoedwaarde die vandaag over centrale verwarming beschikken zijn uitgerust met radiatoren of convectoren.

- *Radiatoren* zijn holle elementen uit plaatstaal of gietijzer waarin het warm water circuleert dat van de ketel komt. Gietijzeren radiatoren komen voor vanaf het eind van de 19^e eeuw, eerst nog in de herenwoningen van de rijkere elite en vanaf het interbellum ook in de woningen van de lagere klassen. Radiatoren geven stralingswarmte af maar verwarmen de omgevingslucht vooral via convectie (strikt genomen worden ze eigenlijk ook “convecto-radiatoren” genoemd). Ze zijn ideaal voor ruimtes van maximaal 3 meter hoog. Een radiator, zeker een gietijzeren, warmt relatief traag op maar geeft ook lang warmte af.



FIG. 34 Gietijzeren radiatoren kunnen perfect aangepast worden aan de hedendaagse noden. Een voorbeeld van de recuperatie van een gietijzeren radiator in de Bijloke in Gent (foto Halewijn Missiaen)



FIG. 35 Convector ingebouwd in een historisch parket en afgedekt met een rooster (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)

- *Convectoren* bestaan uit een stalen of koperen buis waardoor warm water stroomt. De buis is omringd door metalen lamellen die samen met de bekleding voor convectiewarmte zorgen. Door het ontbreken van straling voelt de warmte minder behaaglijk aan. Ook is het zo dat de lucht aan het plafond sneller opwarmt dan de lager gelegen luchtlagen en dat door de luchtcirculatie het stof in de kamer mee circuleert. Een voordeel is dat convectoren in een kast of put gebouwd kunnen worden, waardoor hij aan het zicht onttrokken kan worden. Convectoren zijn ideaal voor ruimtes van maximaal drie meter hoog. Ze warmen ook sneller op dan een radiator, omdat ze kleiner zijn en er minder water in circuleert. Er circuleert ook geen restwarmte meer als een convector uitgeschakeld wordt. Het rendement van convectoren is groter dan van radiatoren en ze zijn iets zuiniger. Nadeel is dat convectoren niet altijd in bestaande interieurs met erfgoedwaarde in te passen zijn, wat uiteraard ook geldt voor nieuwe radiatoren.
- Bij *vloer- en wandverwarming* worden buizen of slangen in de vloer of wand gelegd die deze opwarmen. In feite functioneert de hele vloer of wand dan als warmteafgifte-element. De installatie neemt geen plaats in en zorgt voor een

aangename stralingstemperatuur. Het duurt wel lang voor de vloeren en wanden op temperatuur zijn. Daarom wordt vloer- of muurverwarming vooral geplaatst in hoge ruimtes of plaatsen die continu verwarmd worden. Vloerverwarming mag alleen aangebracht worden in vloeren die daarvoor geschikt zijn. Het is ook noodzakelijk de muur of vloer goed te isoleren om warmteverliezen, bijvoorbeeld naar de volle grond, te vermijden. Hierdoor is deze toepassing niet altijd mogelijk in woningen met erfgoedwaarde, met name wanneer er waardevolle vloer- of wandafwerking aanwezig is.

- Zoals eerder aangehaald bestaan er sinds kort ook *tegel- en speksteenkachels* die aangesloten kunnen worden op een centrale verwarmingsketel.



FIG. 36 Voorbeeld van een speksteenkachel die aangesloten kan worden op een centrale verwarmingsketel (foto Nathalie Vernimme)

algemene aandachtspunten voor energiebesparing bij centrale verwarming

- kamerthermostaat met tijdsinschakeling

Een kamerthermostaat met tijdsinschakeling installeren kan 15 tot 25% besparing op de verwarmingskosten opleveren. Via de tijdsinschakeling kan de verwarming zo geprogrammeerd worden dat deze 's nachts of bij afwezigheid verlaagt (tot zo'n 16 graden). Zo wordt de volgende ochtend minder energie verbruikt om terug op te warmen. Bijna de helft van alle Vlaamse woningen is reeds met een klokthermostaat uitgerust.

Een kamerthermostaat dient bij voorkeur aangebracht te worden in de leefruimte, of in een ruimte in het huis waar men overdag het meeste tijd door brengt. Een thermostaat mag niet te dicht bij een verwarmingsbron of een koudebron (vb. tegen een buitenmuur, bij een raam) of op een tochtige plaats gehangen worden.

- buitenvoeler

Via de plaatsing van een buitenvoeler wordt de temperatuur van het ketelwater automatisch aangepast aan de weersomstandigheden. Dit kan echter enkel met condensatieketels of lagetemperatuurverwarmingsketels. De watertemperatuur wordt best zo laag mogelijk en maximaal op 70 graden ingesteld. De buitenvoeler hoeft niet beschermd te worden tegen de wind en hij mag naargelang het type al dan niet blootgesteld worden aan direct zonlicht. De buitenvoeler wordt het best gemonteerd aan de noord- of noord-westzijde van het huis of waar de meest gebruikte ruimtes liggen en dit op ongeveer 2/3 van de hoogte van de gevel. Een buitenvoeler kan werken zonder kamerthermostaat maar dit is niet aan te raden. Het nadeel is dan immers dat de ketel ook werkt indien er geen warmtevraag is maar het buiten koud is.

- thermostatische kranen op radiatoren

Thermostatische kranen maken het mogelijk om per individuele ruimte in de woning de temperatuur te regelen. Slaapkamers dienen bijvoorbeeld maar minimaal verwarmd te worden of de verwarming kan uitgeschakeld worden in kamers waar geen extra verwarming nodig is.

- isoleren van leidingen en kraanwerk

Warmteverlies bij het transport van warm water via leidingen kan worden vermeden door de lengte van de leidingen te beperken. Daarenboven is het verstandig om de leidingen in de onverwarmde ruimtes in de woning – zoals de stookplaats zelf, de garage, een kruipkelder of de zolder – goed te isoleren. De investering is echt de moeite waard want ze is in een paar maand tijd teruggewonnen. Een richtlijn bij de isolatie van leidingen is dat bij voorkeur het dubbele



FIG. 37 Voorbeeld van een vroeg 20ste eeuwse radiatorkraan (foto Petra Boekstal)

van de leidingdiameter geïsoleerd wordt: voor een buis van 2,5 cm dik dient dus 5 cm isolatie geplaatst te worden. Bij bochten en hoeken of waar de isolatie open staat kan deze dichtgeplakt worden met tape.

- isolatie aan radiatoren

Radiatoren geven 10 % stralingswarmte af, naast 90 % convectiewarmte. Tegen een binnenmuur resulteert dit in weinig transmissieverliezen aangezien de stralingswarmte opgenomen wordt door de binnenmuur en deze weer afgegeven wordt in de aangrenzende ruimte die ook verwarmd mag worden. Wanneer een radiator echter geplaatst wordt tegen een niet geïsoleerde buitenmuur of een muur die grenst aan een niet verwarmde ruimte, gaat de stralingswarmte verloren. Dit kan worden vermeden door een reflecterende radiatorfolie achter de radiator tegen de muur te plaatsen. Die folie weerkaatst een groot deel van de warmte die anders in de muur zou verdwijnen. Zo zou tot 70 % minder warmte

FIG. 38 Met buisisolatie kan op gemakkelijke en goedkope wijze bespaard worden op de energiekosten (foto Nathalie Vernimme)



verloren kunnen gaan. De folie wordt op maat geknipt en met dubbelzijdige kleefband achter de radiator op de muur vast gekleefd. Dit is uiteraard niet toepasbaar bij interieurs waar zich elementen met erfgoedwaarde achter de radiator bevinden zoals lambrizeringen en historisch behang. Er bestaat ook een type radiatorfolie die achter op de radiator zelf wordt gekleefd.

- energiezuinige circulator

De hedendaagse circulatoren zijn voorzien van een energielabel. De standaard circulator heeft een energielabel D. Met een A-label circulator kan een grote energiebesparing verwezenlijkt worden.

Aandachtspunten voor een woning met erfgoedwaarde waar men centraal wil verwarmen

» stookinstallaties

- Voor het vervangen van een stookketel kan de wet- en regelgeving gevolgd worden. Het plaatsen van een nieuwe, efficiëntere stookketel vormt nooit een probleem in monumenten. Bij oudere stookketels zijn de leidingen vaak nog omkleed met asbesthoudend materiaal. Bij het onderzoek naar het al dan niet behouden van delen van de installatie moet hier zeker rekening mee gehouden worden.
- Kleinschalige warmtekrachtkoppelingsinstallaties zijn mogelijk interessant voor collectieve wooneenheden (een aantal huizen of een kleine wijk).
- Wanneer nieuwe installaties in het gebouw worden ingebracht moeten ze op termijn terug weggenomen kunnen worden zonder schade toe te brengen aan de in het gebouw aanwezige erfgoedwaarden.

» verwarmingselementen

- Gooi authentieke verwarmingselementen niet te snel weg. Ze kunnen vaak perfect aangepast en gerecupereerd worden

- Bij het leggen van nieuwe verwarmingsbuizen en –elementen of het vervangen van oude door nieuwe moet u er op letten dat eventuele waardevolle vloer-of wandafwerkingen niet beschadigd worden en doorboringen van muren, plafonds en vloeren tot een minimum beperkt blijven.

» algemene aandachtspunten

Al de opgesomde algemene maatregelen (kamerthermostaat, buitenvoeler, thermostatische kranen op radiatoren, isoleren leidingen, kraanwerk, radiatoren, energiezuinige circulator) om energie te besparen bij centrale verwarming worden uiteraard toegestaan bij monumenten of woningen met erfgoedwaarde, zolang de erfgoedwaarde niet in het gedrang komt.

infrastructuur voor sanitair warm water

De bereiding van sanitair warm water staat in voor een belangrijk aandeel (15 %) van het eindenergiegebruik bij de huishoudens.³²

Het energiegebruik voor de bereiding van warm water wordt bepaald door de soort installatie (verwarmingsketel cv, boiler, geiser, zonneboiler), door de gebruikte energiedrager (stookolie, aardgas, elektriciteit, e.a.) en door de hoeveelheid water die gebruikt wordt.

In sommige woningen dient de centrale verwarming ook voor de productie van warm water. Het verwarmen van water voor badkamer of keuken kan ook met afzonderlijke toestellen zoals bijvoorbeeld gasgestookte doorstroomtoestellen (geisers) of elektrische voorraadtoestellen (boilers). Uit energetisch

standpunt kan in een doorsnee huishouden beter gebruikt gemaakt worden van doorstroom- dan van voorraadtoestellen gebruiken. Het water wordt bij doorstroomtoestellen immers pas opgewarmd op het ogenblik dat het nodig is, namelijk als de warmwaterkraan wordt opengedraaid. Het opwarmen gebeurt bovendien vlakbij de plaats van verbruik, zodat er weinig of geen verliezen zijn omwille van transport door leidingen. Ook de inzet van alternatieve energie (zie hieronder), zoals zonne-energie via zonnecollector en boiler en aardwarmte via de warmtepompboiler is mogelijk.

Een aantal kleinere aanpassingen zijn het plaatsen van thermostatische kranen waarmee de kraan ingesteld wordt op de gewenste temperatuur. Deze mengen het koude en warme water veel sneller dan één- en tweegreepsmengkranen. Andere ingrepen om warmteverlies tegen te gaan zijn het isoleren van de warmwaterleidingen tussen het warmwatertoestel en de kranen en het zo kort mogelijk houden van deze leidingen.

Aandachtspunten m.b.t. infrastructuur voor sanitair warm water in een woning met erfgoedwaarde

- » de keuze van toestellen voor sanitair warm water is in monumenten vrij (zolang de vuistregels opgenomen in het deel 'Plannen van maatregelen ter bevordering van energiezuinigheid' gehanteerd worden).
- » de inzet van alternatieve energie voor het produceren van sanitair warm water is mogelijk als de visuele impact beperkt blijft en de installaties zonder schade weg te nemen zijn.

inzet alternatieve energie voor verwarming

- historisch gebruik van energiebronnen

In het midden van vorige eeuw was Vlaanderen voornamelijk aangewezen op steenkool als bron van energie, een primaire energiebron die zelf ontgonnen werd. Met de komst van petroleum, vanaf de jaren 1960, en aardgas (na de ontdekking van een grote aardgasbel in Groningen) sloeg de Vlaamse energiesector nieuwe wegen in. In de tweede helft van de jaren 1960 begonnen ook met de bouw van kerncentrales. De ontginning van steenkool werd steeds minder rendabel, en in het begin van de jaren 1990 werd in Vlaanderen ze definitief stopgezet. Spleijstoffen en aardgas waren op dat ogenblik de primaire energiebronnen. Daarnaast begonnen hernieuwbare energiebronnen aan een opmars.

FIG. 39 Steenkoolontginning (o.a. in de mijn van Beringen) gebeurde in Vlaanderen tot het eind van vorige eeuw (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)



De Vlaamse overheid keurde in juli 2011 het ‘actieplan groene warmte’ goed. Dit omvat diverse maatregelen om de productie van warmte op basis van hernieuwbare energiebronnen te stimuleren. Het gaat hierbij zowel om de warmte-opwekking via de verbranding van biomassa en biogas als om warmteproductie op basis van zonne-energie (zonneboilers) als de benutting van warmte uit de ondergrond of uit de omgevingslucht (warmtepompen). Europa bepaalde eerder in een richtlijn dat in 2020 dertien procent van de energiebehoefte in België op een duurzame manier geproduceerd moet worden. Volgens een prognosestudie van Vito, de Vlaamse instelling voor technologisch onderzoek, kan groene warmte tegen 2020 twee derde van deze hernieuwbare energiedoelstelling invullen.

- duurzame energie

Vanuit het standpunt van duurzaamheid is het belangrijk om een zuinige (met een hoog rendement) en schone (vanuit milieustandpunt) energiebron te kiezen. Aardgas en stookolie zijn bijvoorbeeld zuiniger dan elektriciteit. Aardgas is milieuvriendelijker dan stookolie: er wordt bij gebruik van gas 25% minder CO₂ uitgestoten. Het blijven echter allebei fossiele grondstoffen. Als het gebruik van duurzame energiebronnen echt gewenst is, kan het interessant zijn om te onderzoeken in welke mate alternatieve energie toegepast kan worden.

Onder invloed van de oliecrisissen in de jaren zeventig laaide de discussie over hernieuwbare energiebronnen op. Hernieuwbare energie kent vooral de laatste jaren een gestage opmars, voornamelijk in de vorm van windkracht, zonne-energie en biomassa. Energie uit biomassa levert nu het grootste deel van de hernieuwbare elektriciteit in België.



FIG. 40 Met een pelletinstallatie kan energiezuinig verwarmd worden op houtafval (foto Nathalie Vernimme)



FIG. 41 Vandaag bestaan reeds uitrolbare matten met zonnecellen die op relatief onzichtbare wijze voor energieopwekking op platte daken kunnen zorgen (foto Nathalie Vernimme)

soorten alternatieve energie

- zonne-energie

Zonne-energie wordt toegepast voor de productie van warm water, (bij)verwarmen (25%), en het opwekken van elektriciteit.

Zonnestrallen transporteren energie in de vorm van lichtdeeltjes of fotonen. Deze lichtdeeltjes kunnen met fotonvoltaïsche panelen (fotovoltaïsche zonne-energie) opgevangen worden. Via een omvormer wordt de opgewekte gelijkstroom omgezet in wisselstroom die in de verdeelkast terecht komt. Probleem is dat de zon niet altijd schijnt en dat een relatief groot dakoppervlak moet bedekt worden om voldoende elektriciteit op te wekken.



FIG. 42 Een voorbeeld van een esthetisch geslaagde inzet van zonnepanelen op het plat dak van de historische en beschermde gebouwen van de Kazematten Fort Lillo (foto Kris Vandevorst)



FIG. 43 Detailfoto Kazemat Fort Lillo (foto Kris Vandevorst)



FIG. 44 De Kazemat van op een op afstand gezien, de zonnepanelen zijn nauwelijks zichtbaar (foto Kris Vandevorst)

Daarnaast kan een doorsnee gezin in ongeveer de helft van zijn behoefte aan warm water voorzien met een zonnecollector van ongeveer drie m² en een voorraadvat van 120 liter (thermische zonne-energie). Hier geldt hetzelfde probleem van de noodzakelijke zonneschijn en het bedekken van een deel van het dakoppervlak.

- windenergie

Er bestaan twee vaak voorkomende varianten op de windturbines. De variant met een horizontale windasturbine en een minder gekende variant, waarbij de as verticaal is opgebouwd. Belangrijke voordelen van wind zijn de onuitputtelijkheid en het feit dat de wind gratis blaast. Daar tegenover staat wel dat wind onvoorspelbaar is en dat je een windmolen niet op eender welke plaats kan zetten. Windturbines hebben immers een waaiveld nodig, dat niet beschikbaar is in stedelijke context. Bovendien maakt de rotor van bepaalde turbintypes een zoemend geluid. Windturbines worden daarom vaak ingeplant vlak bij infrastructuur zoals in haven- en industriegebieden, autosnelwegen, spoorwegen, dijken of kanalen.

FIG. 45 Windturbines worden omwille van het esthetische aspect maar ook omwille van andere overlast (zoemend geluid, getroffen vogels) vandaag veelal in de omgeving van infrastructuur ingepland (foto Kris Vandevorst)



- biomassa

Biomassa is de verzameling van alle niet-fossiele, organische stoffen die bij verbranding worden omgezet in energie. Voorbeelden van biomassa zijn hout, stro, slib en huishoudafval.

In de residentiële sector worden de pelletketel en pelletkachel beschouwd als energiezuinige verwarmingstechnologie voor het gebruiken van biomassa. Deze kachels werken op hout(afval) of pellets. Pellets zijn cilindervormige korrels (20 bij 6 mm) die bestaan uit samengeperst hout of zaagsel. Pellets hebben een grote energiedichtheid. Twee kilogram pellets levert evenveel energie als een m³ aardgas. In vergelijking met aardgas- en stookoliekachels liggen de investerings- en werkingskosten momenteel nog gemiddeld (veel) hoger.



FIG. 46 Beschermdes hoeve Billighout in Kuntich waar gekozen is voor het plaatsen van een pelletinstallatie voor het verwarmen van de gebouwen (foto Kris Vandevorst)



FIG. 47 Detail van de pelletinstallatie in een van de bijgebouwen van de hoeve Billighout (foto Kris Vandevorst)

- Aard-, lucht-, waterverwarming

Een warmtepomp wordt sinds enkele jaren meer en meer toegepast als verwarmingsbron voor een woning. Hierbij wordt warmte aan de lucht, de aarde of het grondwater onttrokken met dezelfde techniek als deze toegepast in een koelkast.

Met deze warmte-energie wordt meestal een vloeistof opgewarmd om binnenshuis te verwarmen. Het grondwater of de buitenlucht stroomt in de pomp langs een vloeistof die op lage temperatuur verdampt. Tijdens het verdampen neemt de vloeistof warmte op uit het aangevoerde water of uit de lucht. De pomp drukt de vloeistof vervolgens samen waardoor de temperatuur toeneemt. Deze warmte wordt vervolgens afgegeven, bijvoorbeeld aan het leidingensysteem van de verwarming. Het rendement is het hoogst in combinatie met een lage temperatuurverwarming zoals vloer- en/of wandverwarming. De investeringskosten

FIG. 48 Principe van een warmtepomp (foto Nathalie Vernimme)



liggen vrij hoog, aanzienlijk hoger dan bij centrale verwarmingsketels. Een goede isolatie van de woning is noodzakelijk als men wil dat de installatie van een warmtepomp rendeert.

Aandachtspunten met betrekking tot alternatieve energie in een woning met erfgoedwaarde

- » Pas ook alternatieve energievormen verstandig toe en met respect voor de cultuurwaarden van het gebouw: zorg dat installaties voor alternatieve energie later zonder gevolgschade weer kunnen worden verwijderd. Een technische installatietechniek heeft immers een veel kortere levensduur dan een monument of dan de meeste woningen met erfgoedwaarde zelf.
- » Zonnepanelen op monumenten zijn visueel zeer storend. Daarom zijn ze slechts toegelaten wanneer ze niet zichtbaar zijn van op de begane grond. De installatie moet op termijn zonder schade kunnen verwijderd worden. De laatste jaren zijn er meer esthetische systemen uitgewerkt zoals dakbedekking met geïntegreerde zonnecellen maar hiervoor moet de oorspronkelijke dakbedekking, vaak natuurleien, weggenomen worden, wat niet aangewezen is.
- » Vanuit monumentenzorg wordt actief meegewerkt aan een toekomst voor windenergie in Vlaanderen onder meer door de deelname aan een windwerkgroep. Daarin wordt nagedacht over een doordachte inplanting van windturbines. Omwille van de visuele impact en het zoemend geluid van de rotor is het niet aangewezen een windturbine te plaatsen in de nabijheid van bewoning. De plaatsing van windturbines op of bij individuele monumenten ligt moeilijk.

- » Verwarming via biomassa door middel van een pelletkachel is toegestaan in monumenten indien het interieur (gebouw) het toelaat.
- » Verwarming via een warmtepomp is eveneens toegestaan in monumenten. Een kleine kanttekening hierbij is wel dat de efficiëntie niet noodzakelijk gegarandeerd is omdat een voorwaarde voor de uitrusting met dit systeem een zeer goede isolatie van de woning is, aangezien de verwarming op lage temperatuur geschiedt.

ISOLATIE

isolatie en monumenten

Historische gebouwen werden in het verleden doorgaans niet geïsoleerd. Wanneer dit toch gebeurde, ging het meestal om akoestische isolatie, zoals stro en/of mos tussen vloerbalken of in wanden. Het is pas sinds de jaren 1970 dat de vraag naar thermische isolatie in het algemeen en ook meer bepaald voor historische woningen gesteld werd.

belang van doordachte na-isolatie

Door verstandig te isoleren zullen transmissieverliezen beperkt worden en zal normaal gezien minder hard moeten gestookt worden om hetzelfde warmtecomfort te bereiken. Isoleren is slechts efficiënt als het doordacht gebeurt. Isolatie van de gebouwschil gevormd door dak, gevels (inclusief vensters) en vloeren is technisch gezien interessant om energie te besparen. Belangrijk hierbij is dat de isolatielaag zo weinig mogelijk onderbroken wordt. Bij het na-isoleren van bestaande woningen is de continuïteit van de isolerende laag niet altijd eenvoudig te realiseren en ontstaan soms koudebruggen. Dit zijn niet of slecht geïsoleerde plekken waar de kou van buiten naar binnen in de woning stroomt. Veel voorkomende koudebruggen zijn lateien boven ramen en deuren, aansluitingen van kopse muren op de

gevel, aansluitingen tussen vloeren en wanden en tussen wanden en daken. Op deze koudere plekken kan – wanneer niet of onvoldoende geventileerd wordt – sneller condensatie optreden met als gevolg risico's op vochtplekken, schimmelvorming en schade aan pleisterlagen en schrijnwerk. Hierdoor kan een gebouw dat al eeuwen in goede staat verkeert in enkele jaren degraderen. Vocht en schimmels zijn niet alleen schadelijk voor het gebouw maar ook voor de gezondheid van de bewoners. Daarom is het belangrijk om na-isolatie onder begeleiding van een bevoegd deskundige uit te voeren. Oordeelkundig geplaatste isolatie en ventilatie maakt gebouwen meer bestand tegen de tand des tijd, doordat een constante binnentemperatuur en vochtigheid wordt gerealiseerd, zonder hygro-thermische schokken als gevolg van seizoensgebonden klimaatwijzigingen of dag - nachtklimaatwijzigingen. In dit geval worden vocht- en schimmelproblemen vermeden.

Na-isolatie van monumenten is niet altijd technisch of financieel haalbaar. Wanneer er schade dreigt voor de aanwezige erfgoedwaarden, wordt dus beter overgegaan tot andere vormen van energiebesparing.

isolatie van een hellend dak

Het dak is een van de belangrijkste onderdelen van een woning die de bewoners beschermt tegen weersinvloeden. Via het dak gaat de meeste warmte verloren die in de woning wordt geproduceerd (ca. 30 %) verloren. Door het dak te isoleren, kan 15% tot 30% bespaard worden op de verwarmingskosten. Die investering is in theorie al na 1 tot 2 jaar terugverdiend. Men mag echter niet vergeten dat dergelijke ingrepen vaak ook extra kosten naar afwerking met zich teweeg brengen. Nog te veel daken op Vlaamse woningen (een dak op drie), waaronder woningen met erfgoedwaarde, zijn vandaag niet of onvoldoende geïsoleerd.

De algemene richtlijnen voor de thermische isolatie van bestaande daken, zijn dezelfde als deze die gelden voor nieuwe constructies. Voor het isoleren van het

dak, moet men nagaan of het wel waterdicht is. Het isoleren van een lekkend dak heeft immers weinig zin. Ook moet nagegaan worden of de kwaliteit van de dakstructuur in orde is en of er een onderdak aanwezig is.

FIG. 49 Een sarkingdak wordt aangebracht op het Caermersklooster in Gent (foto Halewijn Missiaen)



FIG. 50 Plaatsing van dakisolatie aan buitenzijde van de daksporen bij een woning in de Gouden Handstraat in Brugge. Het achterste dakvlak is geïsoleerd, het voorste wordt aangevat (foto Benoit Delaey)



- isolatie aanbrengen bovenop de dakconstructie (sarkingdak)

Om technische redenen geniet het aanbrengen van isolatie bovenop de bestaande dakconstructie sterk de voorkeur boven het van binnenuit isoleren van het dak. Door deze techniek worden mogelijke koudebruggen maximaal vermeden (zie tekeningen 2 & 5 in bijlage). Bijkomend voordeel is dat de bestaande binnenaafwerking ongewijzigd blijft en dat er geen plaatsverlies optreedt aan de binnenzijde. Bovendien biedt deze vorm van isolatie een extra bescherming van de houten dakstructuur. Voorafgaand moet de bestaande dakbedekking (pannen, leien,..) worden verwijderd. Het is een ingrijpende maatregel die best door een vakman uitgevoerd wordt.



FIG. 51 Beeld van de beschermde Spikdorenhoeve in Westerlo waar een sarkingdak werd aangebracht (foto Kris Vandevorst)



FIG. 52 Detail van het nieuwe dak van de Spikdorenhoeve waarop een lichte verhoging van het dakpakket zichtbaar is (foto Kris Vandevorst)

FIG. 53 Nog een detail van het nieuwe dak van de Spikdorenhoeve waarop een lichte verhoging van het dakpakket zichtbaar is (foto Kris Vandevorst)



Een negatief punt bij het aanbrengen van een sarkingdak is dat er aansluitingsproblemen kunnen ontstaan met bijvoorbeeld goten of (trap)gevels doordat het totale dak(en)pakket dikker wordt. Een sarkingdak is daarom alleen wenselijk als de daklijn niet hoger komt dan de gevellijn van de voor- en achtergevel en de resterende gootbreedte minimaal 15 cm bedraagt. Ook is het dakvlak van een oud gebouw niet altijd vlak en recht: soms vertoont ze een golving doordat de gebruikte balken niet helemaal recht waren of ten gevolge van lichte vervormingen of doorbuiging van het hout na verloop van tijd. De laatste jaren dacht men deze problemen te omzeilen door te isoleren met dunne isolatiefolies die de vormen en golvingen van een oude dakstructuur beter volgen dan rigide isolatiepanelen. Uit onderzoek is echter gebleken dat het isolerend effect van deze folies verwaarloosbaar is.³³ Wat men eventueel kan doen is werken met isolatiepanelen met kleinere afmetingen die horizontaal op de kepers worden geplaatst, met de langse zijde van de platen in de langsrichting van het dak. Deze werkwijze laat toe om de oneffenheden van het historisch dak toch enigszins te behouden en vooral ook het grillig verloop van daksporen en kepers beter te volgen.

Wanneer bij het isoleren van het dak de oude pannen gerecupereerd worden, moet er goed op worden gelet dat deze van goede kwaliteit zijn. Het risico bestaat dat pannen van mindere kwaliteit bij plaatsing op een goed geïsoleerd dak vorstschade oplopen waardoor de regendichtheid van het dak niet meer kan worden gegarandeerd.

- isolatie aanbrengen vanaf de binnenzijde van het dak

De dakisolatie kan ook aan de binnenzijde van het dak worden geplaatst. In dit geval wordt de isolatie aangebracht tussen de kepers (zie tekeningen 3, 4 & 5 in bijlage). Wanneer er reeds een onderdak aanwezig is, is isolatie aan de binnenkant van een dak sneller aan te brengen dan een sarkingdak omdat de dakbedekking (pannen of leien) kan blijven liggen. Bij het ontbreken van een onderdak kan de isolatie vochtig worden door infiltratie van regenwater tussen de dakbedekking.

De meeste woningen met erfgoedwaarde dateren uit een periode waarin op een andere manier gebouwd werd dan vandaag. De gebouwen werden zo opgetrokken dat vocht altijd gemakkelijk kon verdwijnen door luchtlekken in de bouwschil zonder schade aan te richten. Het ondoordacht plaatsen van isolatie in deze woningen (zonder ventilatie) kan resulteren in ernstige problemen in de vochthuishouding van het gebouw. Bij het voorzien van isolatie, dient onder meer rekening te worden gehouden met de aard van het isolatiemateriaal maar bovenal ook met de manier waarop de luchtcirculatie wordt aangepakt. Sommige isolatiematerialen zoals geëxtrudeerd polystyreen (XPS) en polyurethaan (PUR) zijn damp- en waterdicht. Natuurlijke materialen zoals hennepvezel, vlas of schapenwol isoleren voldoende en laten vochttransport toe waardoor houten balken en afwerkingslagen in theorie minder kans lopen aangetast te raken door vocht. Anderzijds zijn organische materialen wel een betere voedingsbodem voor schimmels.



FIG. 54 Een niet geïsoleerd dak van een woning in Hansbeke gezien langs de binnenzijde (foto Halewijn Missiaen)

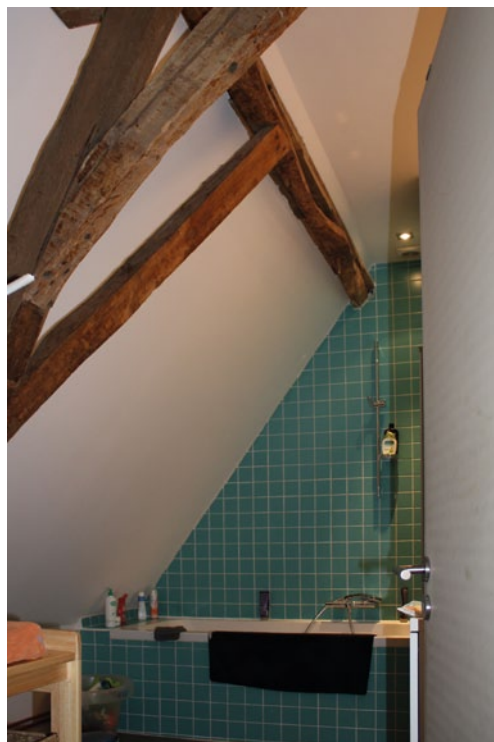


FIG. 55 Het dak van dezelfde woning in Hansbeke gezien langs de binnenzijde na isolatie (foto Halewijn Missiaen)

Als isolatiemateriaal aan de binnenzijde van het dak wordt aangebracht, zal het in huis geproduceerde vocht door het materiaal naar buiten willen treden. In contact komend met het koude onderdak gaat de damp condenseren en het isolatiemateriaal of zelfs de binnenaafwerking aantasten. Een dampremmende folie, een zogenaamd dampscherm, voorkomt dit ‘damptransport’. Het dampscherm wordt aan de binnenzijde (de warme zijde) van het isolatiemateriaal geplaatst en dient naadloos en luchtdicht uitgevoerd te worden. Alle randen en openingen moeten afgeplakt worden, zoniet wordt het effect van de isolatie teniet gedaan. Het dampscherm zal de dampdrukverschil over de isolatie verminderen en het risico op inwendige condensatie uitsluiten.

Wanneer binnenisolatie in het dak wordt aangebracht in woningen met erfgoedwaarde, is het wenselijk dat de kapstructuren zichtbaar blijven. Dit heeft wel als consequentie dat het naadloos doortrekken van het dampscherm – zeker ter hoogte van de gordingen – niet meer mogelijk is. Daarom is een luchtdichte aansluiting ter hoogte van de houten spanten van cruciaal belang om het risico op interne condensatie door convectie te vermijden. Dit is de beste garantie om vochtproblemen te vermijden, en laat ook toe om een eventuele aantasting door houtborende insecten op te volgen. Het is belangrijk een goede ventilatie van de binnenruimten te voorzien.



FIG. 56 Bij isolatie langs de binnenzijde van een dak met erfgoedwaarde, is het belangrijk dat de kapstructuur zichtbaar blijft (foto Halewijn Missiaen)

- isolatie van de zoldervloer

Wanneer de zolder slechts als bergruimte gebruikt wordt en deze niet verwarmd wordt, is het zeker een optie de zoldervloer te isoleren, in plaats van het hellend dak (zie tekening 7 in bijlage). Dit is goedkoop en het mag toegepast worden in woningen met erfgoedwaarde wanneer het met de nodige zorg en voorzichtigheid wordt uitgevoerd. Het risico op luchtlekken allerhande is dan ook kleiner.

Wanneer de zoldervloer bestaat uit dragende houten balken, wordt best eerst een dampscherm tussen de balken aangebracht. Vervolgens wordt de isolatie tussen de balken aangebracht. Een vloerafwerking kan worden verkregen door het aanbrengen van vloerplaten op de bovenzijde van de balken. Bij deze optie is het belangrijk om aandacht te besteden aan de detaillering van de isolatie ter hoogte van balkkoppen en/of muurplaten. Deze elementen zijn immers rechtstreeks verbonden met het metselwerk zodat de vochtbelasting door condensatie hier groter wordt.

Wanneer de zolder een egale vloer heeft, wordt eerst een dampscherm geplaatst waarboven een laag isolatie aangebracht wordt. In dit geval kan de vloer na afwerking niet meer belopen worden, tenzij er met stijve, drukvaste dakisolatie gewerkt wordt.

Vloerisolatie kan ook gecombineerd worden met isolatie van het hellend vlak. Het is zeer belangrijk dat historische kappen voldoende geventileerd worden. Het dampscherm mag niet geperforeerd worden en het gebruik van afdichtingsmiddelen als PUR-schuim is niet toegestaan. Dit product kan immers het constructiehout aantasten (rot).

isolatie van een plat dak

De meeste woningen met erfgoedwaarde hebben een hellend dak, maar een aantal van deze woningen, bijvoorbeeld uit het 20ste eeuwse interbellum- en naoorlogse erfgoed, is afgewerkt met vlakke dakbedekkingen.



FIG. 57 Isolatie van een zoldervloer. Situatie voor de werken (foto Frederik Mahieu)



FIG. 58 Isolatie van een zoldervloer. Plaatsen van kepers op de zoldervloer (foto Frederik Mahieu)



FIG. 59 Isolatie van een zoldervloer. Isolatie wordt aangebracht tussen de kepers (foto Frederik Mahieu)



FIG. 60 Isolatie van een zoldervloer. Om de vloer begaanbaar te maken, wordt een dekvloer op de kepers met isolatie ertussen aangebracht (foto Frederik Mahieu)

Voor het isoleren van platte daken moeten aangepaste technieken worden gebruikt. Dergelijke daken worden bij voorkeur langs buiten geïsoleerd door het aanbrengen van een isolatielaag en een waterdichte laag, zoals bijvoorbeeld EPDM ³⁴. In voorkomend geval spreekt men van een ‘warm’ dak.

Een variatie op het warme dak is het omgekeerd dak. Hier zal de bestaande dakafdichting, als die in goede staat is, als dampscherm fungeren. Boven de dak-huid wordt een vochtbestendige isolatielaag geplaatst, die op zijn plaats wordt gehouden door middel van een laag ballast (bijvoorbeeld grindballast). Het is

belangrijk om voorafgaandelijk te onderzoeken of de dakconstructie stevig genoeg is om het extra gewicht te kunnen dragen.

Met vegetatie bedekte platte daken, zogenaamde ‘groendaken’, gaan langer mee, zijn koeler in de zomer en houden water langer vast. De aanleg van een groendak vergt wel specifieke technische eisen inzake opbouw, stabiliteit en waterhuishouding. Ze hebben een grote dikte en gewicht omdat onder de laag humus ook steeds een drainagelaag wordt voorzien.

Bovendien beperken ze het debiet van het regenwater dat in de riolen terechtkomt, en daarmee tegelijkertijd het risico op overstromingen. Dakvegetatie isoleert tegen de koude maar beperkt daarnaast ook de oververhitting van het dak in de zomermaanden. Het aanbrengen van een extensief groendak op het plat dak van een woning met erfgoedwaarde zal wanneer de technische randvoorwaarden voorzien zijn, meestal geen probleem vormen vanuit de diensten voor onroerend erfgoedzorg.

FIG. 61 Een extensief groendak kan, wanneer de technische randvoorwaarden vervuld zijn, aangebracht worden op een monument met een plat dak (foto Nathalie Vernimme)



Aandachtspunten voor een woning met erfgoedwaarde waar men dakisolatie wil toepassen:

» Isolatie hellend dak

- Als je de zolderruimte benut, geniet een sarkingdak de voorkeur. Let er op dat er geen storende dakverhoging ontstaat omwille van een (te) dik isolatiepakket. Het is belangrijk om bij deze optie alle detailleringen zorgvuldig uit te werken.

- Bij het aanbrengen van binnenisolatie in een woning met erfgoedwaarde moeten waardevolle traditionele gebinten zichtbaar blijven. Het is belangrijk een ononderbroken dampscherm aan te brengen aan de warme zijde van de isolatie. Aan de dakzijde moet de isolatie beschermd worden door een (ademende) onderdakfolie.

- Als de zolderruimte niet benut wordt, isoleer je beter de zoldervloer. Denk er dan ook aan om de zolderruimte voldoende te ventileren en de detaillering ter hoogte van balkkoppen en muurplaten goed te verzorgen.

» Isolatie plat dak

- Isolatie van platte daken gebeurt best van buiten uit (warm dak). Varianten zijn het omgekeerd dak en het groendak.

isolatie van gevels

In 2011 beschikte (volgens een enquête van VEA) reeds 41% van de Vlaamse woningen over een vorm van gevelisolatie. Bij historische woningen is het aantal momenteel zeer beperkt. De gevel en zijn afwerking is meestal van groot belang voor de historische waarde en de beleving van een monument, waardoor isolatie

ervan een complexe aangelegenheid wordt. Conservering van de bestaande gevel met zijn karakteristieke materialen, metselverband, voegwerk, kleur, patina en afwerking vormt steeds het uitgangspunt bij het overwegen van isolatiemaatregelen voor woningen met erfgoedwaarde.

De meeste gevels van gebouwen van voor 1945 zijn massief opgetrokken uit traditionele materialen zoals baksteen of lokale steensoorten. In vele gebouwen van voor de 20e eeuw worden de massieve gevels hier en daar onderbroken door andere elementen zoals natuurstenen omlijstingen of balkons. De muren van historische woningen van voor de Tweede Wereldoorlog zijn meestal twee bakstenen dik op de gelijkvloerse verdieping en anderhalve baksteen dik op de hogere verdiepingen. Bij laat-19^e en 20^e eeuwse gebouwen waren slechts in een goede 20% van de gevallen de gevels bepleisterd of geschilderd.

Spouwmuren bestonden al vanaf het begin van de 20ste eeuw maar ze werden pas algemeen toegepast na 1945. De luchtlaag tussen de beide muurschillen verbeterde de isolerende capaciteiten van de gevel aanzienlijk. Na de oliecrisis van 1973 begon men met het plaatsen van isolatiemateriaal tussen de twee muurschillen om de thermische prestaties van de gevel nog te doen toenemen.

- na-isolatie van spouwmuren

Ook al wordt na-isolatie van spouwmuren reeds sinds de 2^{de} helft van de jaren 1970 toegepast, het is pas sinds kort dat er ook een kader ontwikkeld is om deze manier van isoleren op een kwaliteitsvolle manier toe te passen. Zo kan niet om het even welke spouwmuur opgevuld worden met isolatiemateriaal. Om te beginnen is er een minimum spouwbreedte van 5 cm noodzakelijk en moet het isolatieproduct aan bepaalde kwaliteitscriteria voldoen. Het moet onder meer waterafstotend zijn en het mag niet onderhevig zijn aan krimp of uitzetting.

Minerale wol, cellulose, polyurethaan (PUR) en geëxtrudeerde polystyreen (EPS) parels behoren tot de mogelijkheden.

Bij het na-isoleren van spouwmuren is het belangrijk dat de isolatie homogeen aangebracht wordt en er geen holtes ontstaan. Dit is bij historische spouwmuren niet zo evident, omdat de continuïteit van de isolatie vaak verhinderd wordt mortelresten of puin. Een slecht aangebrachte spouwmuurisolatie kan in warmteverlies of vochtschade resulteren. Voor het uitvoeren van de gevelisolatie is het belangrijk dat er een endoscopisch onderzoek van de spouw wordt uitgevoerd om te beoordelen of isolatie tot de mogelijkheden behoort. Hierbij wordt een gaatje in een voeg geboord en wordt met een camera in de spouw gekeken om te zien of deze vrij is van resten en puin. Bij na-isolatie is ook de kwaliteit van het buitenparement enorm belangrijk. Het moet grondig onderzocht worden alvorens de ingreep uit te voeren. Bij geglazuurde stenen of een afwerking met een dampremmende verflaag is spouwmuurisolatie af te raden omdat de kans op (vorst)schade aan het parement (stukspringen,..) te groot is. Ook bij muren die te nat staan of last hebben van scheuren is spouwmuurisolatie niet aangewezen omwille van de kans op grote scheuren en vorstschade aan het buitenparement. Er zijn dus heel wat risico's verbonden aan het aanbrengen van spouwmuurisolatie in historische spouwen waardoor deze ingreep momenteel in het grootste deel van de gevallen afgeraden of niet toegestaan wordt tenzij de risico's op basis van diepgaand onderzoek in situ weerlegd kunnen worden.³⁵ Wanneer onomstreden bewezen is dat spouwmuurisolatie mogelijk blijkt en er geen bezwaren zijn vanuit erfgoedstandpunt, dient bij de uitvoering gewerkt te worden volgens de technische specificatie die hiervoor ontwikkeld werd (STS 7I-1)³⁶. Aannemers die in het Vlaams gewest spouwmuren willen na-isoleren zijn verplicht om volgens deze technische specificatie te werken wanneer de klanten in aanmerking willen komen voor de premie van de netbeheerder.

FIG. 62 Illustratie van de techniek voor het inbrengen van spouwmuurisolatie (foto Nathalie Vernimme)



- buitengevelisolatie

Bij buitenisolatie worden de gevels van de bestaande woning volledig ingepakt met isolatie. Vanuit energetisch standpunt is dit een goede oplossing omdat bij kwaliteitsvolle uitvoering de continuïteit van de isolatielaag gegarandeerd is, koudebruggen vermeden worden en het risico op condensatie tot een minimum herleid wordt. De thermische massa van het gebouw blijft ook intact: temperatuurschommelingen zullen veel minder optreden.³⁷ Met buitenisolatie blijft ook de binnenafwerking van een gebouw intact (zie tekening 6 in bijlage). De keerzijde van de medaille is dat het buitenaanzicht van de gevel drastisch gewijzigd wordt. Hierdoor is deze vorm van na-isoleren uitgesloten bij woningen met erfgoedwaarde zonder afwerklaag (pleister, verf,..). Door dergelijke gevels weg te stoppen achter bepleisteringen, opgekleefde strips, stijl-en regelwerk met isolatie of een afwerkingslaag wordt het karakter van de woning te drastisch gewijzigd.



FIG. 63 Buitengevelisolatie bij een recente woning zonder erfgoedwaarde door het aanbrengen van een isolatielaag met daarop een afwerkingslaag (pleister/ andere). Dit is niet mogelijk bij gebouwen met erfgoedwaarde en/of monumenten met een bakstenen gevel (foto Kris Vandevorst)

Bij woningen waarvan de gevel oorspronkelijk bepleisterd was en deze pleisterlaag aan vernieuwing toe is, bestaan wel na-isolatiemogelijkheden. Men heeft de keuze tussen klassieke pleistersystemen, isolerende bepleisteringen, of combinaties gevormd door een isolatielaag die met bepleistering wordt afgewerkt. Men dient hierbij in het achterhoofd te houden dat het aanbrengen van isolatiemateriaal geen fysische veranderingen tot gevolg mag hebben die schade aan het monument toebrengen. Zo moet het stromen van binnenlucht tussen de oorspronkelijke buitengevel en de isolatie vermeden worden. Dit kan onder meer door de eventueel aanwezige spouw luchtdicht af te sluiten. Bij een bepleistering is het ook belangrijk dat er een (weefsel)wapening wordt aangebracht, zo ver mogelijk aan de buitenzijde van de bepleistering, dit om hygrothermische spanningen in het gepleisterde gevelvlak (bijvoorbeeld op een koude zonnige dag) tegen te gaan. Ook dienen de aansluitingen aan de dagkanten van ramen met zorg uitgevoerd te worden. Er dienen slabben aangebracht te worden rond de ramen om lekkage bij slagregen te vermijden. De kwaliteit van de sier- en legpleister moet ook goed verzorgd worden om het risico op onthechting en de vorming van blazen te vermijden.

Wanneer een na-isolatielaag wordt aangebracht, resulteert dit in een verdiepte ligging van de gevelopeningen. Het uitzicht van het gebouw wordt hiermee gewijzigd. Afhankelijk van het gebouw kan deze wijziging al dan niet aanvaardbaar zijn.

Bij woningen in vakwerkbouw is het aanbrengen van na-isolatie zonder het uitzicht te wijzigen meestal perfect mogelijk. De gevel kan in voorkomend geval bijvoorbeeld van binnen naar buiten bestaan uit een 4cm dikke leembeplesering aan de binnenzijde, rietmatten met een dikte van 1cm (= draadgebonden riethalmen als drager voor de binnenbeplesering of als aanvullende en ruimtebesparende binnenisolatie), een 9cm dikke leemlaag, samengesteld uit een mengsel van leemslijk en gehakte houtsnippers met goede thermische isolatiewaarde aangebracht rond het vitswerk en afgewerkt met een laag buitenleembeplesering.

- binnengevelisolatie

In woningen met erfgoedwaarde zijn vaak monumentale interieuronderdelen aanwezig, zoals houten lambriseringen, historische wandbespanningen, plafondlijsten en monumentale plafonds. In deze gevallen is na-isolatie aan de

FIG. 64 Gevelisolatie van een woning in vakwerkbouw in Alken (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)





FIG. 65 Bij een waardevolle afwerking van de binnenwanden, zoals in deze pastorie in Drongen is het aanbrengen van binnengevelisolatie geen optie (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)

binnenzijde van gevels niet aangewezen. Isolatiemateriaal mag immers nooit aangebracht worden op historisch waardevolle materialen of wandafwerkingen. Hierdoor zouden elementen met erfgoedwaarde aan het gezicht onttrokken of onherstelbaar beschadigd worden. Het is echter wel zo dat de historische afwerking op zich vaak reeds een zeker isolerend vermogen heeft, wanneer deze in goede staat verkeert. Zo heeft bijvoorbeeld een wandafwerking bestaand uit op kaders gespannen textiel of (papier)behangsel aan de achterzijde een stilstaande luchtlaag die isolerend kan werken.

Het aanbrengen van na-isolatie aan de binnenzijde van de gevels in een woning met erfgoedwaarde is een drastische ingreep, waaraan een grondige analyse van het hygrothermisch gedrag, de algemene oriëntering (blootstelling aan zon, regen, wind) en de kwaliteiten van de bouwschil dient vooraf te gaan. Concreet dient met heel wat risico's rekening gehouden te worden wanneer binnengevelisolatie wordt aangebracht in een woning met volle muren.

- Er is het risico op *oppervlaktecondensatie*, met mogelijke gevolgschade als *schimmelvorming en rot*. Bij het aanbrengen van isolatie aan de binnenzijde van gevels in een bestaande woning zullen sommige onderdelen moeilijk tot niet te isoleren zijn. We denken dan bijvoorbeeld aan de aansluitingen tussen de vloer(en) en de gevel, de zogenaamde bouwknopen. Waar de vloerbalken zijn opgelegd in het metselwerk, zullen koudebruggen ontstaan. Ter hoogte van de balken –waar de muur niet kan worden na-geïsoleerd -zal het kouder zijn dan ter hoogte van de muurdelen waarop isolatie is aangebracht. Bijgevolg kan vocht ter plaatse van de koudere balkopleggingen condenseren. Dit kan op termijn leiden tot het rotten van de dragende balken wat tot heel wat ellende kan gaan leiden. Een efficiënte manier om dit probleem op te lossen is het onderbreken van de balken en ze te ondersteunen met een toegevoegde constructie. Dit is uiteraard een zeer ingrijpende interventie die niet altijd mogelijk of wenselijk is in gebouwen met erfgoedwaarde.

- Een ander probleem is het gevaar voor *inwendige condensatie door convectie* (luchtstromen). Het aanbrengen van binnenisolatie dient met een uitermate grote precisie te gebeuren en met oog voor de luchtdichtheid van de afwerking. Lucht zoekt altijd zwakke punten in de constructie uit, om van plaatsen met hoge luchtdruk naar plaatsen met lage luchtdruk te migreren. Bij een niet luchtdichte afwerking van de binnenisolatie zal de lucht ontsnappen (winter) of zal vochtige lucht binnenstromen (zomer) via deze lekken. Op termijn kan vocht- of schimmelschade ontstaan.

- Er gevaar voor *inwendige condensatie* in de materialen *door diffusie* van waterdamp. Dit risico is wel vele malen kleiner dan het risico op schade door convectief vochttransport. Bij diffusie van waterdamp migreert de damp van plaatsen met hoge naar plaatsen met lage waterdampdruk. Doorheen het jaar zijn er verschillen in binnen- en buitenklimaat, waardoor er een wisselend damptransport

doorheen de bouwschil optreedt. In de winter trekt het vocht van binnen (waar het vochtiger en warmer is) naar buiten, waardoor er problemen van inwendige condensatie in of achter het isolatiemateriaal kunnen ontstaan.

Ter voorkoming van deze inwendige condensatie wordt klassiek gewerkt met zogenaamde dampremmende binnenisolatiesystemen. Hierbij wordt een dampdicht isolatiemateriaal of een dampopen isolatiemateriaal met een dampremmende folie aan de “warme” zijde van de wand aangebracht. Dit kan echter voor problemen zorgen in de zomer wanneer vocht van het exterieur naar het interieur migreert. Het vocht kan zich gaan ophopen in het isolatiemateriaal, omdat het niet door de dampremmende folie kan dringen en ertegen condenseert. Men spreekt in dit geval van zomercondensatie. Het vocht kan leiden tot verminderde prestaties van het isolatiemateriaal en tot schimmelvorming.

Een mogelijke oplossing ligt in het toepassen van capillair actieve systemen. Deze materialen (bijvoorbeeld calciumsilicaatplaten of houtvezelplaten) zorgen ervoor dat mogelijke inwendige condensatie gebufferd en gespreid wordt in het isolatiemateriaal om later terug als damp afgegeven te worden aan de omgeving. Een nadeel is dat de vochtbuffering in het isolatiemateriaal wel zorgt voor een verminderde isolerende werking.

- Na het aanbrengen van binnenisolatie kan *vorstschade aan het metselwerk* ontstaan. Door de binnenisolatie is er geen uitdroging van vocht naar het interieur meer mogelijk. De buitenmuur zal hierdoor kouder en natter worden. Dit kan resulteren in het stukvriezen van de parementzijde van het metselwerk en/of het verschijnen van barsten in het metselwerk bij vorst. Het verschijnsel zal voornamelijk optreden op gevels met een hoge regenbelasting (vooral zuidwestgevels). Het is bijgevolg belangrijk om de kwaliteit en vorstbestendigheid van het buitenmetselwerk van de gevels te controleren alvorens tot na-isolatie aan de binnenzijde over te gaan.

- Wanneer er reeds *zoutuitbloeiingen* aanwezig zijn op de buitenmuur van de woning voor deze geïsoleerd werd, dan *kan* het effect hiervan *vergroten* na het aanbrengen van binnenisolatie. Dit komt doordat de buitenmuur natter dreigt te worden door het aanbrengen van binnenisolatie. Dit vocht zal al aanwezige zouten en de door de neerslag toegevoegde zouten in oplossing doen gaan. Wanneer het buiten warmer wordt, zullen deze zouten versneld gaan uitkristalliseren met een vergroot effect van zoutuitbloeiingen tot gevolg.³⁸

Wanneer beslist wordt isolatie op de binnengevel aan te brengen moet de gevel zo droog mogelijk zijn alvorens te starten. De isolatielaag dient ononderbroken en luchtdicht (dampscherm) uitgevoerd te worden en het creëren van koudebruggen moet vermeden worden.

FIG. 66 Vorstschade kan makkelijk optreden wanneer binnenisolatie wordt aangebracht op een gevel met zware regenbelasting (foto Nathalie Vernimme)



Aandachtspunten voor een woning met erfgoedwaarde waar men gevelisolatie wil toepassen:

- » Spouwmuurisolatie bij historische woningen houdt grote risico's in en kan enkel overwogen worden wanneer een zeer gedetailleerde studie de haalbaarheid en positieve invloeden ervan aantoonst. In deze gevallen dient gewerkt te worden volgens STS 71-1.
- » Buitengevelisolatie aanbrengen bij woningen met erfgoedwaarde is geen evidentie. Het kan enkel overwogen worden bij historische woningen die oorspronkelijk bepleisterd waren en waar de pleisterlaag aan vernieuwing toe is. Bovendien dient het architecturaal aspect van de buitengevel na isolatie behouden te blijven. Hier ligt vaak het struikelblok: de meeste bepleisterde historische woningen bezitten immers een ornamentiek die moeilijk verenigbaar is met dergelijke ingreep. Vakwerkwoningen vormen een specifieke categorie waar isolatie perfect toegepast kan worden.
- » Binnengevelisolatie kan niet aangebracht worden wanneer waardevolle interieurbekledingen aanwezig zijn. In alle andere gevallen is diepgaand onderzoek van de mogelijke risico's noodzakelijk. Wanneer beslist wordt binnengevelisolatie toe te passen, is ook de kwaliteit van de uitvoering belangrijk en moet de nodige aandacht besteed worden aan het ventileren van de binnenruimte.

isolatie van vloeren

Vloerisolatie is voornamelijk interessant bij vloeren die grenzen aan onverwarmde ruimtes zoals kelders en kruipruimtes (zie tekening 1 in bijlage). In 2011 waren 28% van de Vlaamse woningen uitgerust met vloerisolatie en 11% met kelderisolatie. Bij vloerisolatie verlaagt de verwarmingsfactuur in de winter, maar wordt het zomercomfort gereduceerd (snellere opwarming in de zomer). Isolatie van vloeren grenzend aan kelders is meestal ook mogelijk in monumenten of woningen met erfgoedwaarde. Voor het aanbrengen van de isolatie dient men wel te vermijden dat monumentale vloeren verwijderd of ontmanteld worden of dat ze door de isolatie aan het zicht onttrokken worden. Daarom gaat men als de kruipruimte hoog genoeg is om erin te komen of als je een onverwarmde kelder hebt, best isoleren aan de onderkant van de vloer (eenvoudig in geval van een houten roostering, gecompliceerder in geval van bijvoorbeeld troggewelven). Het extra voordeel bij een houten vloer is dat de kans op houtrot afneemt. Je dient er op te letten dat de warme zijde van de isolatie met een damprem afgewerkt is. Bij deze vorm van isolatie zal er wel een koudebrug blijven bestaan bij de aansluiting op de fundering of dragende muur. Dit is moeilijk te vermijden. Ook mag je niet vergeten de kruipruimte of kelder nadien altijd goed te ventileren. Door de warmteverliezen naar je kelder te beperken, zal die namelijk kouder en vochtiger worden. Indien de kelder vochtig is, kies je best voor waterresistente isolatiematerialen.

Het isoleren van de grondvloer in een woning met erfgoedwaarde is minder evident als er geen kruipruimte of kelder aanwezig is. Een isolatielaag aanbrengen op de vloer zal de (mogelijk waardevolle) vloer en plinten verbergen en je zult genoodzaakt zijn de deuren in te korten. Dit is in het geval van monumentale deuren niet wenselijk. In sommige gevallen- bijvoorbeeld als de vloer in slechte staat is- kan beslist worden de oude vloer weg te nemen en nadien terug te plaatsen met isolatie aan de onderkant. Dan wordt na het wegnemen van de

vloer meestal een ondervloer gegoten, want de meeste oude vloeren liggen op een zandbed met daaronder een fundering van steenslag. Bij restauratie kan een vochtfolie worden geplaatst, daarboven een licht gewapende ondervloer en verder buizenchape, thermische isolatie en een dampscherm. De nieuwe draagvloer wordt iets lager geplaatst dan de oorspronkelijke. Daarna kan de gerecupereerde vloerafwerking op het originele niveau herplaatst worden op het zandbed. Het is wel een ingrijpende en dure ingreep in verhouding tot de opgeleverde energiebesparing.

Bij monumentale interieurs, waarvan de ruimte een eenheid vormt, is een verlaagd plafond niet toegestaan. In interieurs waar de plafonds geen erfgoedwaarde vertegenwoordigen kan een verlaagd plafond met isolatie overwogen worden maar de bevestiging ervan mag de eventuele aanwezige monumentale wandonderdelen niet aantasten. Bovendien moet bekeken worden of er geen overlap ontstaat met de raamopeningen. Deze zijn immers vaak heel hoog, waardoor er (te) weinig ruimte is tussen de bovenkant van het raam en het bestaand plafond.



FIG. 67 Wanneer een plafond met erfgoedwaarde aanwezig is, zoals hier in huis de Clocke in Temse, kan geen plafondisolatie aangebracht worden (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)

Aandachtspunten voor een woning met erfgoedwaarde waar men vloerisolatie wil toepassen:

- » Vloerisolatie bij historische woningen is vooral interessant aan de onderzijde van een vloer (op houten roostering) die grenst aan een onverwarmde kruipruimte of een zolder.
- » Bij vloerisolatie aan andere vloeren dient er op gelet te worden dat monumentale afwerkingen niet beschadigd worden of aan het zicht onttrokken.

isolatie van ramen en deuren

Het vervangen van historische ramen met originele enkele beglazing in goede staat in een monument of woning met erfgoedwaarde is iets wat vanuit het standpunt van monumentenzorg moeilijk ligt.

FIG. 68 Woning in de Brugse stadskern: links van de deur het authentieke houten schrijnwerk met oud glas, rechts een standaard pvc-raam met andere profilering en reflecterend float-glas. De erfgoedwaarde van dit pand is er op achteruitgegaan (foto Nathalie Vernimme)



De belangrijkste reden hiervoor is dat het vervangen van ramen met erfgoedwaarde in goede staat een aanfluiting is van het principe van duurzaamheid. Duurzaamheid gaat over meer dan louter energie besparen op verwarming. Traditioneel vervaardigd schrijnwerk is herstelbaar want het bestaat uit regels en stijlen, die samengevoegd worden met verbindingen van pen- en gat of met gaffelverbindingen. Nieuw schrijnwerk is doorgaans op dergelijke wijze gefabriceerd (met verlijmd verbindingen) dat herstellingen moeilijk zijn. Het kost daarenboven energie om de oude ramen te demonteren, nieuwe te produceren, te transporteren en te plaatsen. Vervanging van historische ramen in goede staat is bovendien niet rendabel omdat er voor dergelijke nog functionele ramen een terugverdientijd is van meer dan 40 jaar terwijl nieuwe ramen doorgaans maximaal 20 tot 30 jaar meegaan.³⁹

Daarnaast vormen de ramen meestal een wezenlijk onderdeel van de erfgoedwaarde van een monument. Ze zijn immers zeer zichtbaar langs de buitenzijde.



FIG. 69 Bouwplan van een historische huizenrij in de Tijgerstraat in Gent waaruit blijkt dat de detaillering van de ramen bepalend is voor het gezicht van de gevel (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)

Tenslotte is er soms ook een ecologische overweging: oude ramen zijn vaak ooit geschilderd met loodwit. Demontage en verwerking van dergelijk geschilderd schrijnwerk kan een probleem vormen voor het milieu.

Het glas dat vandaag toegepast wordt in ramen verschilt ook van het glas dat in de voorbije eeuwen gebruikt werd. Het is pas sinds ongeveer 1960 dat het zeer vlakke *floatglas*, waarin geen onregelmatigheden meer te zien zijn, geproduceerd wordt. Het getrokken glas dat vanaf 1915 toegepast werd en zeker het eeuwenlang toegepaste cilinderglas of mondgeblazen glas en slingerglas vertonen wel een zekere golving en onregelmatigheden. Het zijn deze onregelmatigheden en het oneffen oppervlak van het glas die voor een karakteristiek beeld en beleving zorgen en mee de waarde uitmaken van een historische gevel.

FIG. 70 Een beschermde huizenrij in Antwerpen. Het raam boven de erker van het huis aan de rechterzijde werd vervangen door een raam in een ander materiaal, met andere profilering en zonder respect voor de oorspronkelijke raamverdelingen (foto Kris Vandevorst)



Wanneer een historische waardevol raam in goede staat is en nog voorzien van de oorspronkelijke beglazing, zal men er daarom vanuit monumentenzorg naar streven om dit geheel te behouden.

Dit betekent niet dat men niets kan doen om de energiezuinigheid van de ramen in woningen met erfgoedwaarde te verbeteren. Naargelang de situatie zijn er verschillende mogelijkheden:

- kierzichting

Isolatie heeft weinig zin als kieren en spleten niet gedicht worden. Je kan heel wat warmte verliezen via spleten of kieren. Bij tocht heb je ook snel de neiging de verwarming hoger te zetten. Kierzichting kan nochtans zeer eenvoudig en



FIG. 71 Het bijzonder gesculpteerd schrijnwerk dat we aantreffen in het kasteel van Hex wordt vandaag niet meer geproduceerd en vertegenwoordigt een zeer grote erfgoedwaarde (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)



FIG. 72 Glas in lood ramen in huis De Groof ontworpen door architect Van Steenberghe in Stabroek (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)

goedkoop gebeuren, het is een omkeerbare ingreep met weinig of geen impact op het aanzicht van een gebouw. Niet enkel wordt de thermische isolatie verbeterd, ook wordt stof en lawaai buiten gehouden.

Wanneer de buitenvoeg tussen schrijnwerk en metselwerk geërodeerd is, kan lucht de woning binnen stromen. De voeg kan terug gesloten worden met een actuele, elastische kit.

Bij historische draaiende ramen kan kierdichting gebeuren met tochtstrips op de aaneensluitingen van de vleugels en het kozijn. Afdichtingen in soepel materiaal worden aangebracht in sponningen die speciaal daarvoor gemaakt werden. Het bijstellen van de spanjoletten kan ook nuttig zijn om de luchtdichtheid te herstellen.



FIG. 73 Kierdichting aangebracht bij een historisch raam (3) (foto's Nathalie Vernimme)



Bij schuiframen is kierdichting niet zo eenvoudig. Er zijn verschillende systemen voor kierdichting met profielen of rubbers die al dan niet door middel van een mechaniek tegen elkaar worden geklemd bij sluiting van het raam.

Energiebesparingen voor ramen ten opzichte van 'normaal' enkel glas zonder kierdichting

Dubbel glas zonder kierdichting	10%
---------------------------------	-----

Kierdichting zonder isolerende beglazing	12%
--	-----

Kierdichting met enkel isolerend glas	20%
---------------------------------------	-----

Kierdichting met dubbele beglazing	28%
------------------------------------	-----

Achterzetraam	30%
---------------	-----

(De percentages zijn indicatief en afhankelijk van de omvang van het raam, de aangrenzende ruimte en de ventilatievoorziening.)⁴⁰

Daarnaast moeten ook andere kieren en spleten in de woning gedicht worden zoals bijvoorbeeld aan de rolluikkast of de brievenbus in de deur.

Voor de spleet onder de deur kan je een tochtthond plaatsen of een tochtborstel aanbrengen. Ook in de deurkader kunnen tochtstrips geplaatst worden. Let er ook op dat er geen tocht langs de kelderdeur binnenkomt.

Het kan zelfs nuttig zijn een inkomsas of tochtportaal te voorzien - of in eer te herstellen - aan de voordeur om te vermijden dat koude in de woning binnendringt. Dit is een goede manier om de extra ruimte die vaak voorhanden is in historische gebouwen aan te wenden als thermische buffer.

Wanneer kierdichting aangebracht wordt, is het soms wel noodzakelijk om extra te ventileren, anders ontstaan er vochtproblemen binnen de woning. Dit kan op

een gecontroleerde manier gebeuren. In ruimtes waar een haardvuur brandt, kan er zelfs gevaar op verstikking dreigen wanneer niet voldoende verlucht wordt.⁴¹

- plaatsen van achterzetramen of dubbele ramen

Een goede oplossing voor het verbeteren van de energiezuinigheid van historische ramen in woningen met erfgoedwaarde die niet om technische redenen vervangen hoeven te worden en/of waar de detaillering niet verenigbaar is met isolerende beglazing, is het plaatsen van een achterzetraam of dubbel raam.

Door een achterzetraam, of tweede raam aan de interieurzijde, te plaatsen kan het oorspronkelijke weinig isolerende raam met zijn beglazing behouden blijven terwijl de energiebesparing zo'n 30% bedraagt. Er is tevens een belangrijke



FIG. 74 Achterzetramen met dezelfde indeling als het oorspronkelijk schrijnwerk in een woning in Brugge (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)



FIG. 75 Historisch voorbeeld van achterzetramen uit de jaren 1940 in een woning met erfgoedwaarde in Kalmthout (foto Petra Boekstal)

akoestische verbetering. Het is bovendien een omkeerbare oplossing. Achterzetramen zijn al sinds eeuwen in gebruik in diverse landen in Europa. In België bestaan er ook vandaag nog historische voorbeelden van achterzetramen uit de jaren veertig van de vorige eeuw.

Er zijn wel een aantal voorwaarden om deze optie uit te voeren:

Achterzetramen kunnen alleen toegepast worden wanneer de vensteropening aan de interieurzijde van het gebouw (de dikte van de muren aan de binnenzijde) voldoende diep is. Indien het interieur of de binnenaafwerking van de ramen en gevel van grote erfgoedwaarde is, is het plaatsen van achterzetramen in principe niet aangewezen.

Bij de uitvoering moet er op gelet worden dat het binnenraam kierdicht is, terwijl in de ruimte tussen de ramen wat buitenlucht moet kunnen circuleren. Is dit niet het geval dan bestaat er kans op condensvorming tussen de ramen.⁴²



FIG. 76 Achterzetramen in de Vleeshouwersstraat in Veurne (foto Ines Deschepper)



FIG. 77 Detail achterzetramen Veurne (foto Ines Deschepper)

De detaillering en de onderverdeling van het achterzetraam dient aan te sluiten bij deze van het oorspronkelijke raam of er niet mee in conflict te treden. Het achterzetraam is meestal een standaardvenster met dubbel glas.

In sommige gevallen – maar meestal niet in particuliere woningen- kan er voor geopteerd worden een volledige achterzetwand met achterzetramen te construeren.⁴³ Wanneer men binnenisolatie van de muren voorziet, moeten de achterzetramen aansluiten op de isolerende laag, zodat de facto ook een volledige isolerende achterzetwand ontstaat.

- plaatsen van voorzetramen

Er bestaan ook voorzetramen, die aan de buitenzijde van het gebouw worden aangebracht, maar deze kunnen leiden tot een vervlakking van het architecturale gevelbeeld waardoor ze niet altijd aangewezen zijn bij monumenten. Een uitzondering hierop vormen bijvoorbeeld ramen met glas-in-lood waar het zicht van binnenuit meer bepalend voor de erfgoedwaarde beschouwd wordt dan het buitenaanzicht van de gevel.

FIG. 78 Een volledige achterzetwand in glas zal in woningen misschien een minder evidente keuze zijn. Op de foto het voorbeeld van de balzaal van de Vooruit in Gent, waar de wand vooral uit akoestische overwegingen is geplaatst (foto Geert Vynckier)



- plaatsen van oplegbeglazing

Oplegbeglazing wordt toegepast in de gevallen dat achterzetramen niet mogelijk zijn. Bij oplegbeglazing wordt aan de binnenzijde van een bestaand raam een extra glasblad aan het raamhout aangebracht. Dit kan door een glasplaat uit gehard glas (of een kunststof plaat) met kleine profielen vast te schroeven tegen het bestaand raam. De glasplaat kan ook met scharnieren tegen het bestaande raam bevestigd worden, waardoor gemakkelijk onderhoud van de beide ramen mogelijk blijft. Het grote voordeel is dat het oorspronkelijk raam en de beglazing behouden blijven en dat de oplossing volledig omkeerbaar is.⁴⁴



FIG. 79 Voorbeeld van een voorzet-raam in een 18^e eeuwse woning in Bazel (foto Madeleine Manderyck)



FIG. 8o Oplegbeglazing bestaande uit een kunststof plaat vastgezet met scharnieren op het bestaande schrijnwerk (foto Nathalie Vernimme)



FIG. 8i Detail bevestiging oplegbeglazing met scharnier van woning in de leperstraat in Tielt (foto Ines Deschepper)

- plaatsen van isolerend glas in bestaand schrijnwerk

Het plaatsen van isolerend glas in bestaand schrijnwerk is enkel te overwegen bij historische vensters waarvan het glas geen erfgoedwaarde heeft. Wanneer waardevol oorspronkelijk glas aanwezig is (zoals glas-in-lood of cilinderglas) is dit geen optie. Bovendien moeten de vleugels en de scharnieren van het oorspronkelijke raam voldoende stevig zijn om het gewicht van het isolerend glas te kunnen dragen, en ook moeten de sponningen voldoende diep zijn. Uiteraard dient bij het kiezen van deze optie ook kierdichting toegepast te worden.

Er bestaan verschillende soorten van isolerend glas die toegepast kunnen worden in bestaand schrijnwerk.



FIG. 82 Dubbel glas aangebracht in bestaand schrijnwerk van woning in Lauwe (foto Ann Degunsch)



FIG. 83 Detail dubbel glas in bestaand schrijnwerk woning in Lauwe (foto Ann Degunsch)

- Er is uiteraard het *klassieke dubbel glas*. Dit ontstond op het einde van de jaren 1940 maar werd pas algemeen toegepast naar aanleiding van de energiecrisis in de jaren 70 van de vorige eeuw. Dubbel glas bestaat uit twee afzonderlijke glasplaten (van elk 4 à 6 mm) uiteengehouden door een afstandhouder waardoor een spouw (van 9-15 mm) gevormd wordt. Gewoon dubbel glas heeft een U-waarde van 3,2 à 2,8 W/m²K.

- Dubbelglas wordt vandaag meestal aan de spouwzijde van een dun laagje metaal voorzien om langgolvlige stralingswarmte tegen te houden. Men spreekt dan van *hoogrendementsglas* (HR, HR+, HR++) of beglazing met een laag emissievermogen (low E). HR glas is gevuld met lucht, HR+ en HR++ en met een gas zoals Argon, Krypton, Xenon.
- De U-waarde van hoogrendementsglas is lager dan $2 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- Hoogrendementsglas met een $U < 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ (HR++) wordt ook wel *super-isolerend glas* genoemd.

Met het plaatsen van dubbele beglazing in bestaand schrijnwerk verhoogt dus de thermische isolatie van het raam. Maar dubbele beglazing heeft wel een ander spiegelend effect dan enkele beglazing wat storend kan werken voor het uitzicht van het gebouw. Dubbel glas laat minder licht door dan enkel glas. Dubbel glas zal omwille van zijn dikte niet geplaatst kunnen worden in schuiframen, omdat deze daardoor niet meer open zullen kunnen. Ook in een raam met heel veel roeden zal dit niet of zeer moeilijk mogelijk zijn. Het aanbrengen van schijnroeden of roedeverzwaringen is immers vanuit monumentenzorgstandpunt niet toegestaan voor oorspronkelijke ramen die nog in goede staat verkeren. In deze gevallen kun je beter voor een andere oplossing kiezen zoals bijvoorbeeld achterzetramen.

Voor het plaatsen van dubbel glas in oude ramen zal de sponning uitgefreesd moeten worden en er aan de buitenzijde een glaslat geplaatst worden. Het raam kan er hierdoor iets zwaarder gaan uitzien. Glas-in-loodpanelen mogen niet in de luchtsponw van dubbel glas worden aangebracht.

- Er zijn ook *dunne (ontspiegelde) varianten van dubbelglas* op de markt gebracht. Die hebben weliswaar minder hoge isolatiewaarden dan standaard



FIG. 84 Uutfreezen van de sponning voor het aanbrengen van dubbel glas in bestaand schrijnwerk (4) (foto's Nathalie Vernimme)

dubbelglas, maar ten opzichte van enkelglas is het een aanzienlijke verbetering. Met een minimale spouw van 3,2 mm en een totale dikte van zo'n 10-11 mm past dit glas goed in de meeste historische ramen. De isolatiewaarde is iets minder dan deze van klassiek dubbel glas ($U = 3,4 - 2$, afhankelijk van de gasvulling). Met een behandeling van de 2 zijden van het klassieke *floatglas*, daalt de weerspiegeling van 8% tot onder 1%.

FIG. 85 In deze beschermde pastorie van Meuzegem is een dunne variant van dubbelglas ingebracht in het bestaande schrijnwerk (foto Kris Vandevorst)



- Specifiek voor de monumentenzorgsector kan men opteren voor dubbel glas met een *buitenste glaslaag uit getrokken glas* in plaats van *floatglas*. Dit geniet vanuit esthetisch standpunt uiteraard de voorkeur boven dubbel glas dat volledig uit *floatglas* bestaat. Een nadeel is dat dit glas relatief duur is.
- Een ander alternatief op de markt is *vacuümglas*. Het systeem bestaat uit twee glaspanelen van 3 of 4 mm dik, met daartussen een vacuüm getrokken spouw. De twee glasplaten worden op afstand van elkaar gehouden door minuscule afstandhouders met een hoogte van 0,2 millimeter en een diameter van 0,5 millimeter, in een raster op 30 millimeter afstand van elkaar. Dit glas is te herkennen aan een ventiel ter grootte van een knoop.⁴⁵ In de praktijk wordt deze glassoort in Vlaanderen niet toegepast omwille van het esthetisch storende ventiel en de zichtbaarheid (in ruitjespatroon) van de keramische afstandhouders tussen de glasplaten.
- Daarnaast zijn er warmte-isulerende glasfolies die aan de binnenzijde op bestaand glas kunnen aangebracht worden. Hiermee verkrijgt men *thermisch verbeterd enkel glas*. Deze folies houden in de zomer de warmte buiten en in de winter (beperkt) de warmte binnen. Afhankelijk van het type glas zou men een



FIG. 86 Detail raam pastorie Meuzegem
(foto Kris Vandevorst)

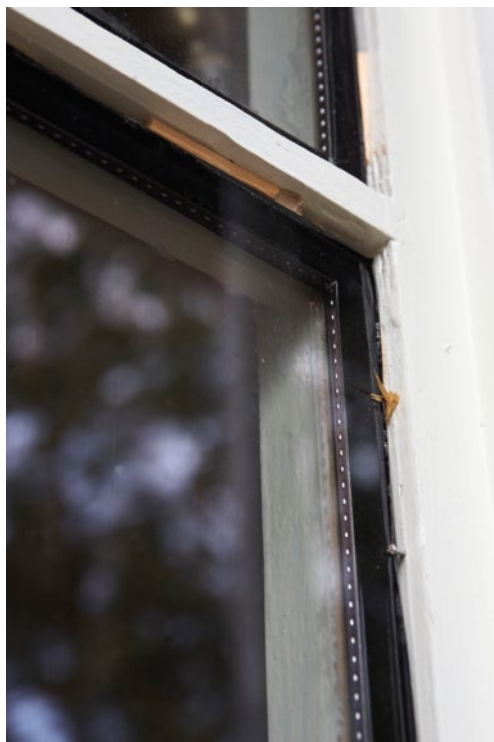


FIG. 87 Detail dubbel glas pastorie Meuzegem
(foto Kris Vandevorst)

U-waarde tot $3,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ kunnen behalen. Bovendien is het een oplossing die omkeerbaar is en geen ingrijpende werken vergt.⁴⁶ Een nadeel is dat deze folies een invloed hebben op het visueel aspect. De beglazing krijgt aan de buitenzijde vaak een paarsgroene schijn. Ook aan de interieurzijde verliest het glas een deel van zijn levendig effect. Deze gekleurde schijn verschijnt trouwens ook bij sommige soorten dubbele beglazing.

De norm NBN EN 673 beschrijft de methode voor de berekening van de warmtetransmissiecoëfficiënt U van een beglazing. In onderstaande tabel volgt een overzicht van verschillende glassoorten en hun U -waarden.⁴⁷

FIG. 88 Er verschijnt een paarsgroene glans aan de beglazing van het rechterraam (parkabdij Heverlee) waar een isolerende folie werd uitgetest (foto Marc Vanderauwera)



- enkel glas (3 mm)	$U = 5,8 - 5,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- enkel glas met thermische glasfolie	$U = \text{tot } 3,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
- enkel glas met low-E-coating	$U = 3,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- dubbel glas (15-22 mm)	$U = 3,2 - 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- achterzetraam	$U = 3,2 - 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- dun dubbelglas (10-11 mm)	$U = 3,4 - 2 \text{ W/m}^2\text{K}^*$
- achterzetraam met low e-coating	$U = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- HR glas (15-22 mm)	$U = 2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- HR+ glas (>22 mm)	$U = 1,9 - 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- HR++ glas (>22 mm)	$U < 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
- driedubbel superisolerend glas (>30mm)	$U < 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

*afhankelijk van de gasvulling

- reproductie van het originele raam

Er is een grondig onderzoek nodig om te controleren in welke mate een raam of onderdelen er van aangetast zijn. Bij afbladderende verf of een beschadigde waterlijst wordt te snel geconcludeerd dat het raam moet vervangen worden terwijl het vaak perfect plaatselijk hersteld kan worden.

Wanneer onderzoek door een restauratievakman uitwijst dat het historische raam niet meer hersteld kan worden, zal het bij voorkeur vervangen worden door een kopie van het oorspronkelijk raam. Dat betekent de reproductie op een traditionele manier en met identieke materialen van de profielen, de verbindingen en het hang- en sluitwerk van de te vervangen ramen. Het bestaande raamsysteem moet gehandhaafd worden. Draai-kip ramen zijn doorgaans niet toegestaan. Als het hang- en sluitwerk en het oorspronkelijke glas nog in goede staat zijn, kunnen ze hergebruikt worden.

Wanneer het glas niet meer oorspronkelijk is, of niet gerecupereerd kan worden, dan wordt toegestaan dat het vervangen wordt door nieuw isolerend glas. In dit geval kan het zijn dat het schrijnwerk iets dikker van sectie wordt aangeemaakt om het zwaardere dubbele glas te kunnen dragen. Het is belangrijk dat er dan op gelet wordt dat de secties in het zichtvlak gelijk blijven van afmetingen en profilering.

- handreiking onroerend erfgoed

Het agentschap Onroerend Erfgoed wordt geregeld geconsulteerd met diverse vragen van klanten voor aanpassing van historisch schrijnwerk. Om dergelijke vragen zoveel uniform mogelijk te benaderen is er een handreiking gemaakt die aangeeft in welke mate ingrepen in historisch schrijnwerk aanvaardbaar en/of betoelaagbaar zijn. Het is een interne richtlijn als resultante van diverse besprekingen hierover, binnen het agentschap. Indien men vragen heeft over de toepassing hiervan, kan men zich wenden tot de erfgoedconsulenten (zie rubriek 'Nuttige adressen').



FIG. 89 Niet originele ramen in een beschermde woning in Gent (foto Leen Meganck)



FIG. 90 Reproductie originele ramen voor dezelfde woning in Gent - situatie na de ingreep (foto Halewijn Missiaen)

FIG. 91 Reproductie raam voor beschermde woning in Gent (foto Halewijn Missiaen)



Handreiking

Hoe omgaan met (historische) ramen & energiebesparing bij beschermd erfgoed?
Standpunt Onroerend Erfgoed

type raam	advies voor vervangen van raam	TOELAATBAARHEID	BETOELAAGBAARHEID			
			herstel bestaand raam	nieuw en/ of extra raam	in bestaand of vernieuwd raam	premie glas bijkomende beglazing (achterzet/ opleg...)
Met erfgoedwaarde en in goede staat of herstelbaar ^{oo}	ongunstig	te overwegen energiebesparende maatregel				
		kierdichting	ja			
		achterzetraam	ja	ja		ja
		oplegbeglazing	ja			ja
Met erfgoedwaarde en in slechte staat (niet herstelbaar)	gunstig voor :	energiebesparend enkel glas	ja		ja	
		dubbele beglazing na uifresen	ja		ja***	
		spooningen	ja			
Zonder erfgoedwaarde	gunstig mits gepast raamtype (historisch of kwaliteitsvol eigentijds) ^o	gunstig voor :				
		copie bestaand raam*		ja	ja	ja
		copie bestaand raam*		ja	ja	ja
		copie bestaand raam met aangepaste roedes		ja	ja	
Zonder erfgoedwaarde	gunstig mits gepast raamtype (historisch of kwaliteitsvol eigentijds) ^o	(al dan niet dunne) dubbele beglazing en opgekleefde roedes****		ja	ja***	
		copie bestaand raam**		ja	ja***	
		gunstig mits gepast raamtype (historisch of kwaliteitsvol eigentijds) ^o	neen	ja	ja	ja
		oplegbeglazing	neen	ja	ja	ja
Zonder erfgoedwaarde	gunstig mits gepast raamtype (historisch of kwaliteitsvol eigentijds) ^o	energiebesparend enkel glas	neen	ja	ja	ja
		dubbele beglazing	neen	ja	ja***	

* zo mogelijk met recuperatie van het glas

** aanzichtsbreedtes en profilering worden gekopieerd, verdikking van het profiel i.f.v. plaatsing dikker glaspakket (in de diepte, niet in de breedte) is toelaatbaar

*** dubbele beglazing wordt volledig betoelaagd wanneer er erfgoedgerelateerde eisen zijn, bijvoorbeeld een buitensponwblad met getrokken beglazing, of een beperking van de dikte van het glaspakket (dun dubbel glas). Wanneer het over een standaardbeglazing gaat wordt de beglazing slechts voor de helft betoelaagd.

**** de roedes zijn langs de buitenzijde afgeschuind (imitatie mastiekvoeg) en langs de binnenzijde geprofileerd als de oorspronkelijke roedes. Bij gewone (= niet dunne) dubbele beglazing wordt ter plaatse van de roede een afstandhouder geplaatst om doorzicht tussen de opgekleefde roedes te vermijden.

^o Wanneer iconografisch materiaal beschikbaar is over het verdwenen historische raam, dan wordt dit doorgaans gebruikt voor een reconstructie. Ontbreekt het dan kan geopteerd worden voor een kwaliteitsvolle eigentijdse vormgeving of voor een historisch verantwoord type.

^{oo} Een raam wordt als herstelbaar beschouwd als het herstel beperkt kan blijven tot het vernieuwen van de onderdorpel en het verschoeien van raamkader en raamvleugels.

Aandachtspunten voor een woning met erfgoedwaarde waarin ramen en deuren geïsoleerd worden:

- » Kierdichting is een zeer belangrijke en perfect omkeerbare maatregel die bovendien snel en goedkoop te realiseren is. Vergeet echter niet voldoende te ventileren.
- » Ga steeds uit van het behoud van historische ramen in goede staat.
- » Het plaatsen van isolerend glas in historische ramen waarin historisch waardevol glas zit is in de regel niet aangewezen en niet toegestaan in monumenten. In dit geval opteer je beter voor achterzetramen of oplegbeglazing.
- » Wanneer isolerende beglazing mag worden toegepast, streef je bij voorkeur naar de oplossing met de minste visuele impact.
- » Wanneer historisch ramen niet hersteld kunnen worden of wanneer er recentere ramen met een storende typologie in de woning zijn ingebracht, kunnen deze vervangen worden door een reproductie van het originele raam, eventueel zelfs met isolerend glas.
- » Het plaatsen van isolerend glas met een U-waarde die hoger is dan de deze van de muren verhoogt het risico dat er condensatie en schade aan het metselwerk optreedt. Om deze redenen installeer je beter geen glas met een te hoog rendement ($U < 1,3$) in gebouwen met niet geïsoleerde muren of zorg je voor een adequate wijze van ventileren.

VENTILATIE

Wanneer je gaat isoleren in een woning met erfgoedwaarde, is het van essentieel belang om ook goed en regelmatig te ventileren. Binnenlucht bevat immers vocht maar ook allergenen, gasvormige stoffen afkomstig van diverse activiteiten en soms ook chemische producten die de gezondheid van de bewoners kunnen schaden.

Naast de afvoer van vervuilde lucht en vocht uit de woning is het ook belangrijk dat er voldoende toevoer is van verse lucht. Dit moet in balans zijn. De lucht moet door heel de woning kunnen circuleren. In woningen die op traditionele wijze gebouwd werden, kwam luchttoevoer tot stand via de vele kieren en spleten rond de ramen of in het dak en via het regelmatig openen van ramen en deuren. De afvoer van vervuilde lucht kon gebeuren via schoorstenen, luchtschachten en eveneens door het regelmatig openen van ramen en deuren die in het gebouw aanwezig waren. Ventilatieopeningen in de muren werden afgesloten met een gietijzeren rozet. Soms werden ook ventilatiejaloezieën in glas aangebracht in de ramen.



FIG. 92 Historisch ventilatierooster in Oud gasthuis St-Dimpna in Geel (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)

FIG. 93 Voorbeeld van een historisch ventilatiesysteem in een raamgeheel van de winter tuin van een herenhuis in Geraardsbergen (foto Sara Van Rompaey)



Wanneer men een monument of gebouw met erfgoedwaarde gaat na-isoleren met inbegrip van het dichten van de aanwezige kieren en spleten, dan mag men niet vergeten om een alternatief systeem van ventilatie te voorzien. Indien dit niet gebeurt, kan het monument schade ondervinden door te hoge vochtconcentraties die tot schimmel en rot van (historische) materialen kunnen leiden. Ook zal de binnenruimte door te lage luchtverversing ongezond worden voor de bewoners. Als algemene regel voor de ventilatie van woonruimten wordt er een toe- of afvoerdebiet geëist van 3-6 m³/h en per m² vloeroppervlak. De nodige luchtverversingsdebieten worden vastgelegd in de norm NBN D50-001 waarnaar de energieprestatieregelgeving van het Vlaamse Gewest verwijst. Ventileren kan op natuurlijke of mechanische wijze gebeuren of via een combinatie van de twee.

Ventilatiesysteem A: natuurlijke toevoer, doorstroom, natuurlijke afvoer

Ventilatiesysteem B: mechanische toevoer, doorstroom, natuurlijke afvoer

(Omdat het gebouw in lichte overdruk wordt geplaatst is dit minder aangepast aan ons klimaat)

Ventilatiesysteem C: natuurlijke toevoer, doorstroom, mechanische afvoer

Ventilatiesysteem D: mechanische toevoer, doorstroom, mechanische afvoer (mogelijk balansventilatie)⁴⁸

natuurlijke ventilatie

Met natuurlijke ventilatie wordt niet bedoeld dat je het raam de hele dag op een kier laat staan. Door 2 à 3 keer per dag 15 minuten lang te verluchten, ververs je kortstondig de lucht (intensief ventileren) maar realiseer je geen permanente verluchting. Uiteraard is het best de verwarming af te zetten voordat je het raam openzet. De lucht die binnen komt, kan in het huis circuleren via de kieren onder de binnendeuren.⁴⁹ De ramen dienen opengezet te worden in kamers op verschillende verdiepingen. Dit zorgt voor een schoorsteeneffect. Met een systeem van natuurlijke ventilatie kan verse lucht binnenstromen in de droge ruimtes en wordt de vervuilde lucht afgevoerd via natte ruimtes. Voor het afvoeren van vocht en vervuilde lucht kan gebruik gemaakt worden van thermische trek via oorspronkelijke aanwezige luchtschachten, schoorstenen etc., of deze voorzieningen kunnen waar mogelijk in eer worden hersteld. De gebruikte kanalen (of buizen in de kanalen) dienen wel luchtdicht te zijn.

Wanneer nieuwe af- en aanvoerkanalen aangelegd moeten worden, dient dit uiteraard te gebeuren op een voorzichtige wijze en zonder visuele schade voor de historische afwerking. De installatie van manueel regelbare verluchttingsroosters waardoor alleen verse lucht binnen komt in de droge ruimtes, zoals de woonkamer of de slaapkamers kan enkel overwogen worden wanneer dit geen visuele schade teweegbrengt aan interieur of de (voor)gevel. Ook het zichtbaar aanbrengen van ventilatieroosters in historische ramen of het aanbrengen van storende muurventilatieroosters in de gevel is geen optie.

FIG. 94 Nieuwe ventilatieroosters aangebracht in het glas vormen geen goed voorbeeld van het discreet voorzien van ventilatiemogelijkheden in een historische woning (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)



FIG. 95 Het aanbrengen van ventilatiepijpen in historische raamopeningen is geen correcte wijze van werken in een monument (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)



Indien het vervangen van de ramen is toegestaan, kan eventueel een ventilatievoorziening verholten onder een horizontale regel worden aangebracht. Dit systeem is goedkoop en relatief onderhoudsvrij. Een probleem is dat het niet of zeer beperkt regelbaar is. Bij sommige weersomstandigheden (weinig wind) kan de ventilatie onvoldoende zijn.

mechanische ventilatie

In ruimtes waar veel vocht geproduceerd wordt zoals de keuken of de badkamer of waar vervuilde lucht moet afgevoerd worden zoals het toilet kan het nodig zijn om een lokale mechanische ventilatie toe te passen. Een elektrische ventilator met vertrager kan bijvoorbeeld gekoppeld worden aan de verlichting zodat hij na het uitschakelen van de verlichting nog ongeveer 15 minuten blijft werken. Min of meer onzichtbare afvoer via het dak (zie de manieren hiervoor toegelicht bij natuurlijke ventilatie) is een aangewezen optie. Indien een afzuigkap gebruikt wordt bij het koken is het belangrijk de deur van de keuken te sluiten om te vermijden dat de warmte uit de andere vertrekken weggezogen wordt.

Er kan ook voor gekozen worden om de toevoer van verse lucht in de droge ruimtes mechanisch te laten gebeuren via elektrische ventilatoren. Het voordeel van mechanische ventilatie via elektrische ventilatoren is dat de keuze gemaakt kan worden om kort en intensief te ventileren wanneer dit nodig is door het debiet van de ventilatoren tijdelijk te verhogen. Een nadeel is dat het energieverbruik hoger is dan bij zuiver natuurlijke ventilatie en men moet oppassen voor het ontstaan van over-of onderdruk.

balansventilatie

Bij balansventilatie worden aan- en afvoer van lucht automatisch geregeld. Je kan dit combineren met een warmteterugwinsysteem. Balansventilatie geeft minder problemen met over-of onderdruk dan mechanische ventilatie zoals

toegepast voor de systemen B en C. Balansventilatie is echter niet altijd mogelijk in historische woningen omdat het een zeer goede kierdichting vereist.

Ventilatiesystemen vergen uiteraard onderhoud. Ze moeten regelmatig worden nagekeken en gereinigd (filters) en soms moeten er ook onderdelen worden vervangen. Als dit niet gebeurt kan de luchtkwaliteit in de woning verslechteren en is er risico op condensatie, schimmelvorming en zo meer. Het kan nodig zijn een onderhoudscontact voor de installatie aan te gaan.⁵⁰

Aandachtspunten bij ventilatie in een woning met erfgoedwaarde:

- » Het installeren van een mechanisch installatie voor ventilatie is toegestaan in een woning met erfgoedwaarde wanneer de installatie met respect voor de historische afwerkingen gebeurt. Hergebruik van aanwezige historische installaties zoals ventilatieroosters en –kanalen strekt tot aanbeveling.
- » Laat het gebouw met zijn indeling en erfgoedwaarden de aard en de proporties van het ventilatiesysteem bepalen.

ZOMERCOMFORT

effecten zomerzon

In de tussenseizoenen en in de winter is het nuttig om zonnewarmte te capteren in de woning. In de zomer kan de zon op een woning er echter al snel voor zorgen dat het binnenshuis te warm wordt. De gevels van een historische woning warmen relatief langzaam op, maar door vensterglas straalt de warmte rechtstreeks het interieur binnen. Naast de verlaging van het comfortgevoel van de bewoner

kan de zon ook via het binnenvallen van UV-licht schade veroorzaken aan historisch textiel, meubels of waardevolle interieurafwerking (schilderwerk, behang). De gevels op de oost- en westzijde van een woning krijgen in de zomer het meest zonnewarmte te verduren.

zonwering

In het verleden waren de meeste woningen wonderwel voorzien op het weren van zonlicht. De totale raamoppervlakte was meestal niet zo groot en ramen waren verdeeld over de oppervlakte van een gevel / de verschillende gevels.

Zoals eerder vermeld werd de functie van de verschillende ruimtes in de woning – wanneer de vrijheid ervoor er was - ook echt bewust gekozen. Leefkamers op het zuiden en slaapkamers aan de koudere zijdes van de woning. Vaak maakten



FIG. 96 Gesloten buitenluiken aan paviljoen De Notelaer in Hingene (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)

historische zonweringen integraal deel uit van het ontwerp van een woning. Sommige van deze systemen zorgden niet enkel voor een beter zomercomfort maar ook voor een verhoging van het thermisch comfort 's nachts of in de wintermaanden. Hier en daar zijn zonweringen vandaag nog zichtbaar in monumenten of woningen met erfgoedwaarde, ook al zijn ze soms in onbruik geraakt of niet meer functioneel. Het grootste deel echter van de oorspronkelijke zonweringen is in de loop der tijd verdwenen. Dit houdt niet enkel een verarming in van de erfgoedwaarde van historische gebouwen maar ook van de energiezuinigheid ervan.⁵¹ Het aanbrengen van zonwering heeft het meest effect wanneer het aan de buitenkant van de gevel gebeurt. Door het serre-effect warmt een beglaasde ruimte met veel direct zonlicht snel sterk op.

- luiken

Aan historische woningen werden, veel vaker dan vandaag het geval is, luiken aangebracht. Het kon gaan om buitenluiken of persiennes aan de gevelzijde van het gebouw of om binnenluiken of blinden, aan de interieurzijde aangebracht. Luiken spelen een belangrijke rol in klimaatbeheersing. Luiken werden al toegepast in de middeleeuwen om raamopeningen te dichten, niet alleen voor beveiliging, maar ook voor ventilatie en verduistering. In een recenter verleden werden ze daarnaast ingezet om de zon tegen te houden in de zomer, maar ook om tijdens de winter of 's nachts de koude buiten te houden. Buitenluiken zijn ideaal om de zon te weren, binnenluiken dragen de voorkeur weg om in de winter de warmte binnen te houden. Onderzoek uit Engeland en Schotland wees bijvoorbeeld uit dat het sluiten van (binnen)luiken het warmteverlies op het niveau van de raamopeningen kan beperken met 60%.⁵² Ook het gebruik van gordijnen met een warmtereflecterende laag kan al een belangrijk effect hebben.



FIG. 97 Binnenluiken in de Sint-Bernardusabdij in Bornem (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)



FIG. 98 Detail persiennet aan woning in Onderbergen in Gent (foto Leen Meganck)



FIG. 99 Historische woning met glas in lood en luikjes in Haasdonk (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)

- jaloezieën en rolluiken

Jaloezieën of Venetiaanse blinden werden eind 18^{de} begin 19^{de} eeuw toegepast, zowel aan de buiten- als aan de binnenzijde van ramen. Ze bestonden uit rieten of houten latjes die met een rolsysteem op- of neergelaten konden worden. Jaloezieën komen bijna niet meer voor in Vlaanderen, wel zie je soms nog jaloeziekapjes boven ramen.

FIG. 100 Jaloeziekapje als restant van historische zonnewering aan een woning in Leuven (foto Nathalie Vernimme)



FIG. 101 Venster met buitenzonwering uit horizontale houten lamellen (foto Benoît Delaey)



Uit de jaloezieën ontstonden eind 19de eeuw rolblinden of rolluiken aanvankelijk in hout vervaardigd, later in andere materialen. Deze oorspronkelijke rolluiken zijn nog frequent aanwezig bij veel stedelijke historische woningen. Het betreft meestal inbouwrolluiken. Het is mogelijk om hiermee tot wel 90% van de energie van de zon te weren. Dit kan leiden tot een temperatuurverschil van 5 tot 7 graden. Het is wel wenselijk om de rolluikkast te isoleren om warmteverlies langs deze zone tegen te gaan.

Het installeren van nieuwe opbouwrolluiken die aan de buitenzijde op de gevel of het venster geplaatst worden, zal het uitzicht van een historische gevel in negatieve zin aantasten en wordt daarom afgeraden. Wat men wel kan overwegen is het aanbrengen van zonwerende rolgordijnen aan de binnenzijde. Dit is een omkeerbare ingreep waarmee de zon en de warmte toch enigszins buitengehouden wordt op de heetste momenten van het jaar.

- zonneschermen en markiezen

Vanaf de 18^{de} eeuw trof men aan heel wat woningen zonneschermen of markiezen aan. Zonneschermen bestaan uit een raamwerk uit hout of metaal bedekt met doek dat boven een raam- of deuropening werd aangebracht. Markiezen



FIG. 102 Afbeelding in het tijdschrift *Batir* van markiezen ontworpen voor een woning uit 1934 in Roeselare (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)

zijn afgeronde zonneschermen waardoor ook de zijkanten van ramen van de zon afgeschermd worden. Deze vormen van zonwering waren doorgaans afneembaar en werden voornamelijk in de zomer geplaatst.

- bomen en begroeiing

Loofbomen vormen een ideale vorm van zonwering. Ze zorgen in de zomer voor schaduw, maar door hun bladverlies laten ze de laagstaande zon in herfst en winter wel binnen in de woning, wat resulteert in extra warmtewinst. In het verleden werden – vooral in agrarische context- loofbomen doelbewust aangeplant naast de woning om het thermisch comfort in de zomer op peil te houden. Bomen kunnen een reductie van het invallende zonlicht geven van 35 tot 50%.

Ook aangepaste begroeiing aangebracht op een plat dak (groendak) en tegen gevels kan zeer verkoelend werken in de zomer. Een klimopbegroeiing is tevens een goede vorm van buitenisolatie. Belangrijk is echter dat de groei van de klimop (hedera) doorlopend opgevolgd wordt om te verhinderen dat die in kieren en spleten groeit.

Wanneer een historische aanplant of gevelbegroeiing nog aanwezig is, houdt men die best in stand.

FIG. 103 Drie bomen die een scherm vormen tegen wind, zon en regen in de Geraardsbergsestraat in Brakel (foto Geert Vanderlinden)





FIG. 104 Klimop tegen de gevel van historische villa Roze Konijn in Sint-Denijs-Westrem (copyright beeldbank Onroerend Erfgoed)

Wanneer een woning nog over historische systemen voor zonwering beschikt, loont het zeker de moeite om deze terug te gaan gebruiken, eventueel na restauratie. Wanneer de oorspronkelijke zonwering in de loop der tijd weggenomen of verdwenen is, kan men overwegen een reconstructie ervan aan te brengen (op basis van historische foto's, bouwplannen, etc.) of eventueel- mits toelating- een niet-storende moderne variant van de zonwering.

- vermijd het aanbrengen van koelinstallaties

Het is meestal mogelijk om het zomercomfort te bewaren zonder een koelinstallatie of airconditioning aan te brengen. Deze verslinden immers massa's energie en zijn vaak visueel zeer storend. Ook al is het in de zomer overdag vaak erg warm, 's nachts koelt de lucht meestal af. Door deze koudere nachtlucht door de woning te leiden – door overvloedig te ventileren- koelt de woning af. Eerst zal de ruimtetemperatuur afnemen en daarna de in de bouwmassa opgeslagen warmte. Zo zal het 's ochtends frisser zijn in de woning en zal de bouwmassa als koudebuffer optreden, wat overdag minder snel tot oververhitting zal leiden.

FIG. 105 Moderne sobere interpretatie van verdwenen luiken aangebracht aan beschermde woning in de Zirkstraat in Antwerpen (foto Lou Jansen)



FIG. 106 Detail woning Zirkstraat met luiken open (foto Lou Jansen)



Aandachtspunten bij het verkrijgen van een aangenaam zomercomfort in een woning met erfgoedwaarde:

- » Behoud zoveel als mogelijk het gebruik van historische manieren van zonwering zoals luiken, rolluiken, zonneschermen en loofboomen.
- » Wanneer de oorspronkelijke zonwering in de loop der tijd weggenomen of verdwenen is, kan men overwegen een reconstructie ervan aan te brengen (op basis van historische foto's, bouwplannen, etc.) of eventueel- mits toelating- een niet-storende moderne variant van de zonwering te installeren.
- » Vermijd het aanbrengen van energieverstinkende koelinstallaties en pas nachtelijke ventilatie toe.

WATERBESPARENDE MAATREGELEN

watergebruik in Vlaanderen

Het watergebruik van de huishoudens (leidingwater, grondwater en hemelwater) is goed voor ongeveer een derde van het totale watergebruik in Vlaanderen. Van het leidingwater alleen nemen huishoudens ruim 56 % voor hun rekening.⁵³ Per persoon wordt dagelijks zo'n 110 liter water gebruikt. Drinken en koken neemt hiervan maar 3% in beslag en de afwas 7 %. Het grootste aandeel water (ruim 40%) wordt aangewend voor het nemen van een bad of douche. Bijna een derde (27%) gaat naar het doorspoelen van het toilet en 15% naar het wassen van kledij. Voor schoonmaak en het begieten van de tuin is telkens 4% nodig.⁵⁴

besparen op leidingwater

Voor de persoonlijke hygiëne, eten, drinken en afwassen gebruikt men uit gezondheidsoverwegingen best leidingwater. Men kan perfect besparen op de hoeveelheid leidingwater die men nodig heeft. Door te douchen verbruikt men ongeveer de helft minder water en energie dan voor het nemen van een bad (57 liter voor 5 minuten douchen versus 120 liter voor een bad). Men laat warm (en koud) water ook liefst niet onnodig stromen.

technische aanpassingen om water te besparen

Er zijn nog een aantal kleine investeringen die men kan maken om water te besparen. Het gaat dan bijvoorbeeld om het gebruik van debietbegrenzers of schuimkoppen voor de waterkranen, het installeren van spaarspoelbakken voor het sanitair en het toepassen van een spaardouchekop. Met deze laatste kleine maatregel bijvoorbeeld verbruikt u maar 5-7 liter/minuut i.p.v. 10-18 liter/minuut.

waterrecuperatie

Door toenemende verharding van oppervlakken in Vlaanderen wordt de natuurlijke infiltratie van het water in de bodem belet. Daardoor raken de waterlopen en het rioleringsnet regelmatig overbelast. Een gedimensioneerd systeem voor regenwaterrecuperatie kan bijdragen tot een vermindering van het probleem van de stedelijke afwatering.

Voor een aantal functies, die samen de helft van het watergebruik per persoon bepalen, zoals het doorspoelen van het toilet, het wassen van kledij, het begieten van de tuin en schoonmaken kan trouwens perfect hemelwater gebruikt worden. Regenwater is zeer zacht omdat het bijna geen kalk bevat en zorgt er daardoor voor dat er minder wasmiddel of wasverzachter moet worden gebruikt en dat bovendien geen kalksteenaanslag voorkomt in de leidingen en op de verwarmingsweerstand van elektrische huishoudtoestellen.

Hemelwater opvangen kan op diverse wijzen: o.a. via een regenton, een regenwaterput met pomp of een watertank onder het dak. Voor sommige toepassingen zal het regenwater wel gefilterd en/of gezuiverd moeten worden.

Aandachtspunten bij het besparen van water in een woning met erfgoedwaarde:

- » Besparen kun je op energie maar ook op water. In monumenten verschillen de manieren waarop dit kan niet van de maatregelen die toegepast worden in woningen zonder erfgoedwaarde.

AFVALBEPERKENDE MAATREGELEN

eerder herstellen dan vervangen

Binnen de monumentenzorg heerst – omwille van het streven naar het behoud van zoveel mogelijk historische materie - het principe van eerder te herstellen dan te vervangen.

Wanneer vervanging toch nodig blijkt; kan dit gebeuren door een nieuw materiaal te gebruiken en/of een bouwonderdeel te reconstrueren. Het kan echter ook door een materiaal of bouwonderdeel met dezelfde kenmerken(ouderdom/kwaliteit/ stijlkenmerken/ uitzicht) dat gerecupereerd is uit een ander (nu verdwenen) gebouw te hergebruiken. Dit vormt een veel duurzamer oplossing die ook in het verleden zeer gangbaar was.

opslag historisch materiaal voor hergebruik

Dit veronderstelt wel dat gesloopte materialen op zorgvuldige wijze in kaart gebracht en gestockeerd dienen te worden. Ontmanteling van een gebouw

met het doel de materialen of onderdelen te hergebruiken kan dus niet met de sloophamer gebeuren. Een strenge selectie op kwaliteit alvorens over te gaan tot zorgvuldige demontage is noodzakelijk om de materialen nadien nog te kunnen recupereren. In Vlaanderen bestaat geen centraal depot waar historische materialen ter beschikking staan voor hergebruik in monumenten. Wel zijn er bedrijven actief die oude en historische materialen op systematische wijze inzamelen en aan de man brengen voor hergebruik in zowel oude als nieuwe panden. Het kan dan gaan om bakstenen, tegels, natuurstenen elementen, constructiehout, ramen, deuren en het beslag, trappen etc..

FIG. 107 Zorgvuldig gedemonteerde en voor hergebruik te koop aangeboden historische deuren (foto Nathalie Vernimme)





FIG. 108 Heel wat bouw materiaal maar ook sanitair en interieuronderdelen kunnen bij een sloop gered worden en gerecupereerd worden in andere woningen (foto Kris Vandevorst)

Aandachtspunten bij beperken van afval in een woning met erfgoedwaarde:

- » Door in een historische woning het behoud van materialen centraal te stellen wordt een belangrijke bijdrage geleverd tot het beperken van de afvalberg.
- » Opteren voor hergebruik van materialen uit gesloopte gebouwen in plaats van nieuwe materialen te gebruiken is ook een vorm van energie besparen en afval beperken.

AANGEPASTE WOONCULTUUR

Naast de toegelichte maatregelen om energie te besparen in een woning met erfgoedwaarde zijn er nog andere energiebesparende aanpassingen met weinig impact op de erfgoedwaarde van de woning. Deze zou elke eigenaar of bewoner van een monument of historische woning zo goed mogelijk moeten toepassen. Deze maatregelen grijpen immers niet in op de erfgoedwaarde van het gebouw en resulteren altijd in een besparing.

besparen op verbruik elektrische apparaten

Het aandeel van elektriciteit in het totale energiegebruik van de huishoudens steeg in de periode 1990 - 2010 van 13,6 tot 15,2%.

De belangrijkste reden voor het stijgend elektriciteitsverbruik is dat het aantal elektrische apparaten per huishouden aanhoudend blijft stijgen. Mensen gaan de apparaten ook meer en langer gebruiken dan vroeger het geval was (bijvoorbeeld langer met de computer werken).⁵⁵ De grootste verslinders van elektriciteit zijn koelkasten en diepvriezers, samen staan ze in voor ongeveer een vijfde van het elektriciteitsgebruik.

Het plaatsen van energiezuinige apparaten (met zogenaamde AAA-labels) kan doorgaans zonder probleem gebeuren in gebouwen met erfgoedwaarde. Het energiegebruik van koelkasten, diepvriezers, droogautomaten, vaatwassers en wasmachines wordt weergegeven door middel van een label. De meest zuinige apparaten dragen het A+++ label, de minst zuinige het G label. De aankoop prijs van de meest energiezuinige toestellen is hoger maar het prijsverschil wordt in 5 à 10 jaar terugverdiend door het lagere energiegebruik van deze toestellen. Koelkast en diepvriezer worden op maat van de behoeften gekozen en op een koele plek geplaatst. Regelmatig ontdooien is noodzakelijk om meerverbruik tegen te gaan. Bij aankoop van een diepvriezer opteert men voor een koffermodel want dit is zuiniger dan een kastmodel.

Bij het gebruik van een wasmachine wordt er op gelet dat de wastrommel vol is, dat bij voorkeur de spaartoetsen gebruikt worden, en niet hoger dan op 60°C gewassen wordt. Wasmachines met een hoog toerental zorgen voor een verminderde droogtijd nadien. De was wordt bij voorkeur te drogen gehangen op een rek of aan een waslijn.

Een andere maatregel bestaat er in het sluipverbruik (*stand by modus*) van elektrische apparaten zoals televisie, stereo-installatie en pc tegen te gaan, door ze volledig uit te schakelen wanneer ze niet in gebruik zijn. Dit kan gemakkelijk door een schakelaar te plaatsen tussen de stekker en het toestel.

Koken gebeurt bij voorkeur op aardgas, of indien elektrisch, op inductiekookplaten. De potten en pannen dienen aangepast te zijn aan de grootte van de kookplaat. Men gebruikt ze met zo weinig mogelijk water, en met het deksel op de pan. Met een snelkookpan kan 40 tot 70 % energie bespaard worden. Een microgolfoven is voor kleine hoeveelheden de helft zuiniger dan een klassieke oven. Een oven kan al enkele minuten voor het einde van de bereiding uitgeschakeld worden.

besparen op verlichting en verwarming

Verlichting eist 12 tot 15 % van het totale elektriciteitsgebruik in een woning op. Het elektriciteitsgebruik voor verlichting wordt bepaald door het aantal lampen, het type lampen, het vermogen ervan en de gebruiksduur.

Het is daarom belangrijk een *verlichtingsplan* op te maken : sommige ruimtes hebben immers minder licht nodig dan andere. Als daar op ingespeeld wordt, kan veel bespaard worden. Belangrijk is doordacht gebruik te maken van binnenvallend licht (plaats bijvoorbeeld een schrijftafel of een zetel om te lezen voor het raam). Dit is iets waar bij historische huizen al bij de conceptie rekening mee werd gehouden. Kunstmatige verlichting moet goed overwogen ingepland worden. Een eenvoudige maatregel bestaat er in het licht uit te doen in ruimtes die niet gebruikt worden.

Gebruik bij voorkeur energiezuinige lampen. Gloeilampen en halogeenlampen kunnen vervangen worden door energiezuinige verlichting. Gloeilampen produceren slechts voor 10% licht en voor 90% warmte en hebben een korte

FIG. 109 Historische luster in de hoofdsynagoge in Brussel (foto Kris Vandevorst)



levensduur. Halogeenlampen gaan iets langer mee en gebruiken minder energie. Spaarlampen zijn eigenlijk compacte TL buizen die passen in de armatuur van een gloeilamp. Ze gebruiken 5 keer minder energie en gaan 10 keer langer mee dan gloeilampen. Er bestaan spaarlampen die er uitzien als historische gloeilampen. In historische woningen kunnen deze eventueel toegepast worden. Moeilijk blijft de voor het milieu lastige verwerking van deze lampen wanneer ze stuk zijn. Volgens de energie-enquête van VEA zou in 2011 al 9 op de 10 Vlaamse gezinnen spaarlampen bezitten en is ook led-verlichting aan een opmars bezig. Er wordt ook langzaam werk gemaakt van de inpassing in historische armaturen. Niet alleen de lampenkeuze bepaalt het energieverbruik. De installatie kan, bij een vernieuwing van de elektriciteitsleidingen, uitgerust worden met bewegingsmelders en daglichtafhankelijke sturingen. Dergelijke technieken zorgen voor een energiebesparing van 30 tot 50%.



FIG. IIO Oude wandverlichtings-armatuur in villa l'Escale in De Panne (foto Leen Meganck)



FIG. III Er bestaan vandaag ook LED-lampen die er uit zien als historische gloeilampen, (foto Nathalie Vernimme)

Zet de verwarming één graad lager. Zo kan tot 5-10% op het energieverbruik bespaard worden. Afhankelijk van de activiteit is 18 tot 21°C vaak een comfortabele temperatuur. Voor immobiele mensen is 22°C de richttemperatuur.

hergebruik historische systemen klimaatbeheersing

Uit onderzoek is gebleken dat hergebruik van historische luiken, rolluiken en dikke gordijnen energiebesparend werkt. Sluit daarom 's nachts en in de winter de overgordijnen en laat de rolluiken naar beneden. Kasten voor rolluiken die in oude huizen langs binnen ingebouwd zijn, zorgen wel voor koudebruggen en tochtspleten. Deze dienen geïsoleerd te worden. Een betrekkelijk luchtdicht rol-luik geeft een venster met enkel glas een isolatiegraad die minstens gelijk is aan die van een venster met gewoon dubbel glas ($U = 1,9$ tot $2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$).⁵⁶

Het sluiten van historische raamluiken resulteert –zoals eerder vermeld– in een vermindering tot 60% van het warmteverlies. De oplossing van dun dubbelglas met een warmtereflecterend metaallaagje komt uit op 55%. Historische raamluiken presteren dus beter dan modern dubbelglas.⁵⁷

Sluit de deuren en herstel tochtportalen om de warmte binnen te houden. Vermijd tocht. Gebruik indien nodig kleine hulpmiddelen als de plaatsing van deurstrips of een zogenaamde ‘tochthond’. Op deze manier vermindert het energieverbruik met gemiddeld 6 %.

Andere voorbeelden van het in eer herstellen van voorzieningen voor zomercomfort en ventilatie zijn opgenomen in de vorige delen van de tekst.

onderhoud van technische installaties

Controle en regeling van de bestaande installaties voor verwarming, ventilatie en andere kan leiden tot 30 % energiebesparing. Het onderhoud en de controle van de toestellen is in Vlaanderen bovendien verplicht. Voor stookolie-installaties moet een erkend technicus elk jaar een onderhoud uitvoeren. Dit omvat de schoorsteen- en ketelreiniging en vervolgens de controle van de ketel en de verbrandingsgassen. Hetzelfde geldt voor het onderhoud en de controle van een gasinstallatie. Maar dit moet, zoals gezegd, slechts om de twee jaar gebeuren. De technicus moet een attest afleveren zodat je van de fiscale aftrek kan genieten.

Eigenaars van een centrale verwarmingsketel met een vermogen van meer dan 20 kW en ouder dan 15 jaar, moeten een eenmalige verwarmingsaudit laten uitvoeren. Die moet gebeuren binnen een termijn van twee jaar na de vijftiende verjaardag van de ketel.

Ook moeten keteltypes die werken op een vaste brandstof zoals hout, pellets of steenkool jaarlijks worden gecontroleerd en onderhouden, los van het feit of hun vermogen lager of hoger is dan 20 kW.

Wanneer de installatie niet beantwoordt aan de eisen van de nieuwe wetgeving, heeft men 3 maanden om dit in orde te maken.

Uiteraard is het ook de bedoeling snel te handelen in geval van lekken en andere mankementen. Daarnaast moet voorzien worden in het onderhoud van de

verwarmingselementen op zich o.a. door deze regelmatig te ontluchten en te ontstoffen. Zo verwarmen ze beter en stijgt het rendement.

algemene regels afvalbeperking

Alle algemene regels rond afvalbeperking zoals het vermijden van voedselverspilling, kopen van navulverpakkingen, drinken van leidingwater, composteren etc.. gelden uiteraard ook voor bewoners van historische woningen.

SAMENVATTEND

Uit het voorgaande mag blijken dat er geen standaard richtlijnen zijn voor de selectie van ingrepen ter bevordering van de energiezuinigheid in woningen met erfgoedwaarde. Wel kunnen in bijna alle woningen met erfgoedwaarde energiebesparingen gerealiseerd worden.

De aard van het gebouw en zijn specifieke erfgoedwaarden zullen bepalen wat de eventuele ingrepen naar energiebesparing kunnen zijn. In die optiek kan men wel een theoretisch afwegingskader met een volgorde van mogelijke interventies opmaken.

TE NEMEN STAPPEN:

Je kunt ten allen tijde aanpassingen uitvoeren die geen effect hebben op de erfgoedwaarde maar des te meer op het terugdringen van het energieverbruik:

Een aantal niet invasieve interventies zullen nagenoeg altijd mogelijk zijn en er valt bovendien, mits consequent nageleefd, een aanzienlijke energiewinst mee te behalen. Het gaat om:

1. Aanpassen van de wooncultuur:

- de verwarming een graad lager zetten of/en je warmer kleden
- historische voorzieningen voor zomercomfort (buitenluiken, zonneschermen, leibomen,..) en het tegengaan van warmteverlies in de winter (luiken, gordijnen) opnieuw toepassen
- besparen op het verbruik van elektriciteit (minder apparaten, minder vaak gebruiken, sluipverbruik tegengaan)

- besparen op verlichting (verlichtingsplan, energiezuinige lampen,..)
- regelmatig onderhoud van de technische installaties
- regelmatig onderhoud van het gebouw en zijn onderdelen

2. *Kleine ingrepen met een terugverdientijd van minder dan 5 jaar:*

- kierdichting (plaatsen tochtstrips etc.) om warmteverlies te beperken– gecombineerd met voldoende ventilatie
- isolatie van leidingen en kraanwerk, achter radiatoren
- plaatsen van een spaardouchekop en debietbegrenzers op kranen
- plaatsing van een kamerthermostaat
- plaatsing van thermostatische kranen
- optimalisatie infrastructuur voor warm water

Wil je nog verder gaan?

3. *Breng de erfgoedwaarden van uw woning in kaart en laat een energie-audit uitvoeren door een deskundige die ook kennis heeft van traditionele woningbouw en oog heeft voor erfgoed.*

- Hou bij de selectie van ingrepen voorgesteld in de energie-audit zeker rekening met de vuistregels zoals eerder aangehaald.
- Minimale interventies met een grote terugwintijd en geen of een beperkte impact op de erfgoedwaarde zijn prioritair.

- Richtinggevend is ook de rentabiliteit van de investering in energiebesparing (LCA). In sommige gevallen zullen ook grotere interventies genre vloerisolatie of gevelisolatie mogelijk zijn, maar dit is sterk afhankelijk van de aard van de woning, de specifieke erfgoedwaarden en de terugverdientijd van de ingreep.⁵⁸

Ingrepn met een terugverdientijd tussen 5 en 10 jaar:

- isolatie van het dak of de zoldervloer
- vervanging van een oude verwarmingsketel door een hoogrendementsketel
- isolatie van de vloer grenzend aan een (kruip)kelder
- vervangen van energieverstinkende apparaten door zuinige alternatieven
- introductie van voorzieningen voor zomercomfort (geen koeling!) wanneer deze niet (meer) aanwezig zijn

Ingrepn met een terugverdientijd van meer dan 10 jaar:

- isolatie van een blootgestelde puntgevel of van een bijgebouw wanneer de erfgoedwaarde het toelaat en dit niet in gevolgschade resulteert
- vervanging van glas of van vensters (wanneer de vensters niet wegens hun slechte staat vervangen moeten worden)
- isolatie van historische vloeren op volle grond of vloeren die in slechte staat verkeren

BIJLAGE METEN IS WETEN

Wanneer ingrijpende aanpassingen in een woning met erfgoedwaarde gepland worden, is het aan te raden zoveel mogelijk informatie over de huidige toestand van het gebouw met zijn mogelijke zwakke punten in kaart te brengen. Zo kan men de prioriteit en wenselijkheid van ingrepen correct inplannen. Dit veronderstelt dat een aantal metingen uitgevoerd dienen te worden. Sommige eenvoudige metingen van de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid kunnen met een digitale handmeter gebeuren. Meestal echter worden deze parameters gedurende een periode opgevolgd (monitoring) met een datalogger.

De meeste metingen zullen door professionals gedaan worden. Hierna wordt een aantal vaak voorkomende metingen en methodes besproken.

meten van warmteverliezen of afwijkende oppervlaktetemperaturen

Met een thermografisch onderzoek via een warmte- of infrarood camera kan visueel waargenomen worden waar de warmteverliezen zich voordoen of waar zich oppervlakken met een afwijkende temperatuur bevinden. Bij thermografisch onderzoek wordt een temperatuurfoto gemaakt waarbij temperatuurverschillen worden omgezet in kleuren. Ieder object straalt warmte uit naar zijn omgeving. Hoe hoger de temperatuur van een voorwerp, hoe groter de hoeveelheid uitgezonden infraroodstraling. Hoe intenser de kleur hoe meer warmteverlies op die plaats. Dit kan bekeken worden voor gevels, daken, leidingen, radiatoren. Een intense kleur kan wijzen op koudebruggen, luchtlekken, radiatorstraling, isolatiegebreken... Een buitenopname van het gebouw kan enkel in de winterperiode gebeuren wanneer de temperatuurverschillen tussen de verwarmde binnenruimte en de koude buitenlucht het grootst zijn. Met behulp van speciale software worden de gegevens geanalyseerd en gepresenteerd. Ervaring in het gebruik van het toestel en de interpretatie van de resultaten is een noodzaak.

meten van het vochtgehalte in muur/vloeren

Wanneer op een muur donkere vlekken voorkomen, wanneer verf afbladdert of op het behangpapier blazen verschijnen kan dit duiden op de aanwezigheid van zouten en/of vocht in de materialen. Bij een historische woning kan het belangrijk zijn dat de meting van het vocht in muren of ook vloeren op een niet-destructieve wijze gebeurt. Dit kan door met een vochtmeter een elektrisch veld in het materiaal op te wekken. Verschillen tussen meetpunten op het oppervlak duiden op verschillen in het vochtgehalte van het materiaal. De meting kan aan de oppervlakte gebeuren tot een diepte van enkele tientallen centimeters in het materiaal. De meting kan beïnvloed worden door de aanwezigheid van zouten. Het is zelfs zo dat de zouten ervoor kunnen zorgen dat het meettoestel aangeeft dat een muur vochtig is, waar dit helemaal niet het geval is. Bijkomende metingen, bijvoorbeeld een carbidemeting, zijn dan nodig om totaal uitsluitsel te geven over de vochtsituatie van een muur.⁵⁹

meten van de luchtdichtheid van een woning

Een kwantitatieve meetmethode om de luchtdichtheid van een woning te meten is de pressurisatieproef, ook wel “blowerdoortest” genoemd. Hierbij wordt een grote ventilator in een deuropening geplaatst die lucht in de woning blaast totdat een drukverschil van 50 Newton/m² met het exterieur wordt bereikt. Wanneer de woning luchtlekken vertoont, zal de ventilator debiet moeten leveren om ontsnapte lucht terug aan te vullen. Hoe kleiner de luchtdichtheid van de woning, hoe meer debiet hij moet leveren. Het luchtdebiet, nodig om het drukverschil te behouden is een maat voor de luchtdichtheid van de woning.

meten van tocht

In de ARBO wetgeving wordt aangegeven dat voor menselijk comfort de snelheid van lucht niet hoger mag zijn dan 0,15 m/s. Bij hogere luchtsnelheden wordt de tocht als vervelend ervaren. De snelheid waarmee lucht zich verplaatst

kan worden gemeten met een thermische luchtsnelheidsmeter te hoogte van kieren. Met behulp van de luchtsnelheid kan ook de hoeveelheid verplaatste lucht worden berekend. Dit is vooral interessant bij bepaling van de prestatie van een klimaatinstallatie.

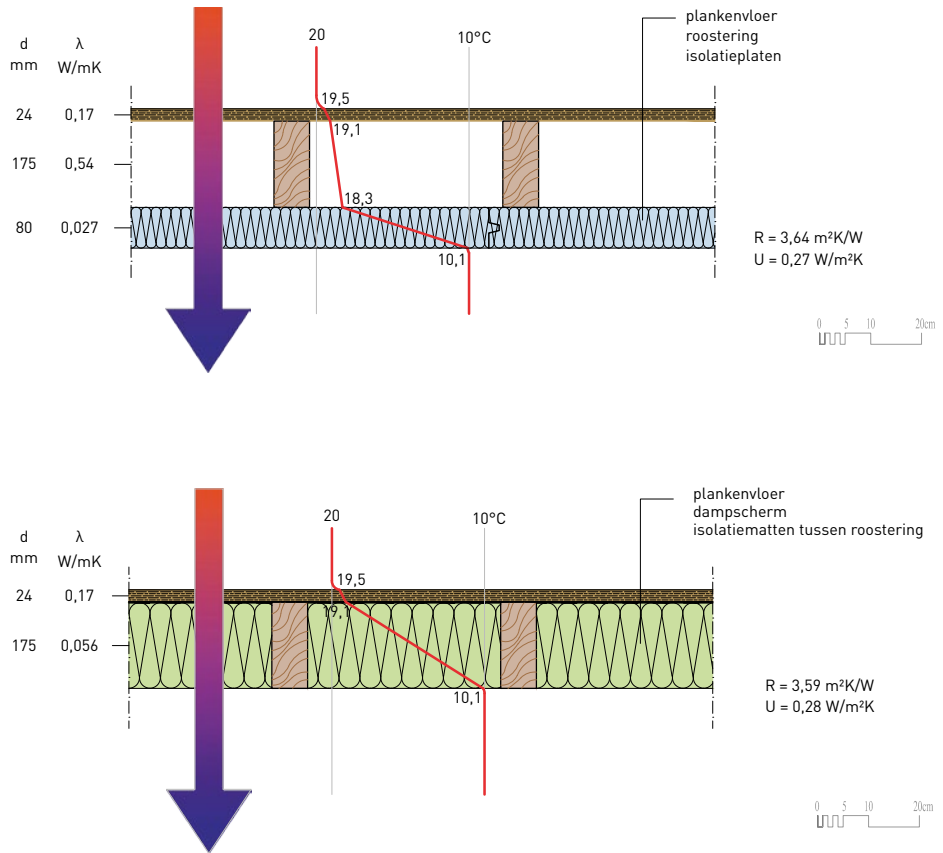
meten van de CO₂-concentratie (koolstofdioxide)

De natuurlijke CO₂ achtergrond concentratie bedraagt ongeveer 350-450 ppm (parts per million). Een goed geventileerde ruimte heeft bij een 'normale' bezetting een CO₂ concentratie die lager is dan 1000 ppm. Er wordt een maximale concentratie van 1200 ppm geadviseerd. Daarboven wordt het binnenklimaat voor de mens als die er te lang in verblijft ongezond. Het CO₂-gehalte kan met een infrarood sensor in ppm gemeten worden.

Een CO₂-meting kan zoals eerder opgemerkt ook informatie verschaffen over de mate van ventilatie van een ruimte. Uit de exponentiële afname van de CO₂-concentratie, die ontstaat nadat de aanwezige bezoekers zijn vertrokken, kan het ventilatievoud worden bepaald.

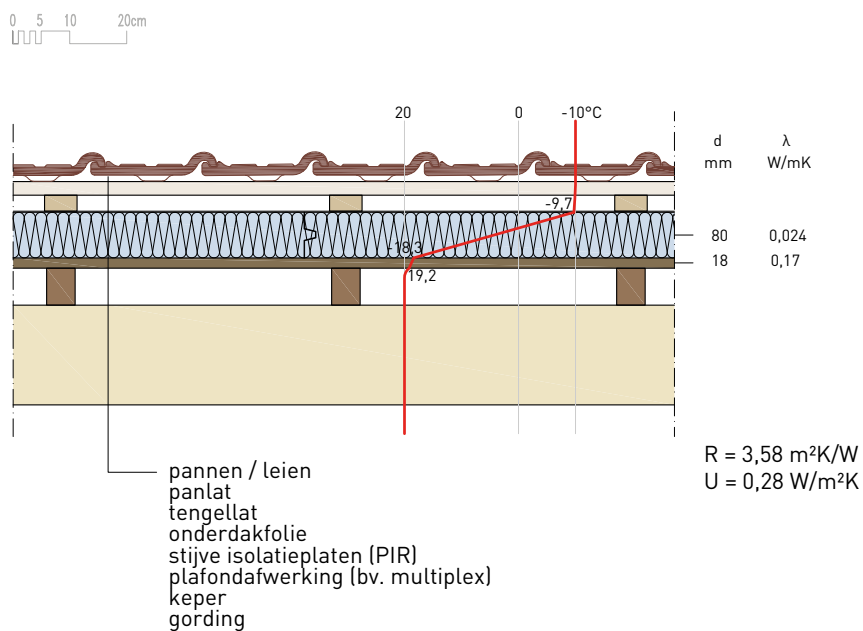
BIJLAGE TEKENINGEN

isolatie kelderplafond

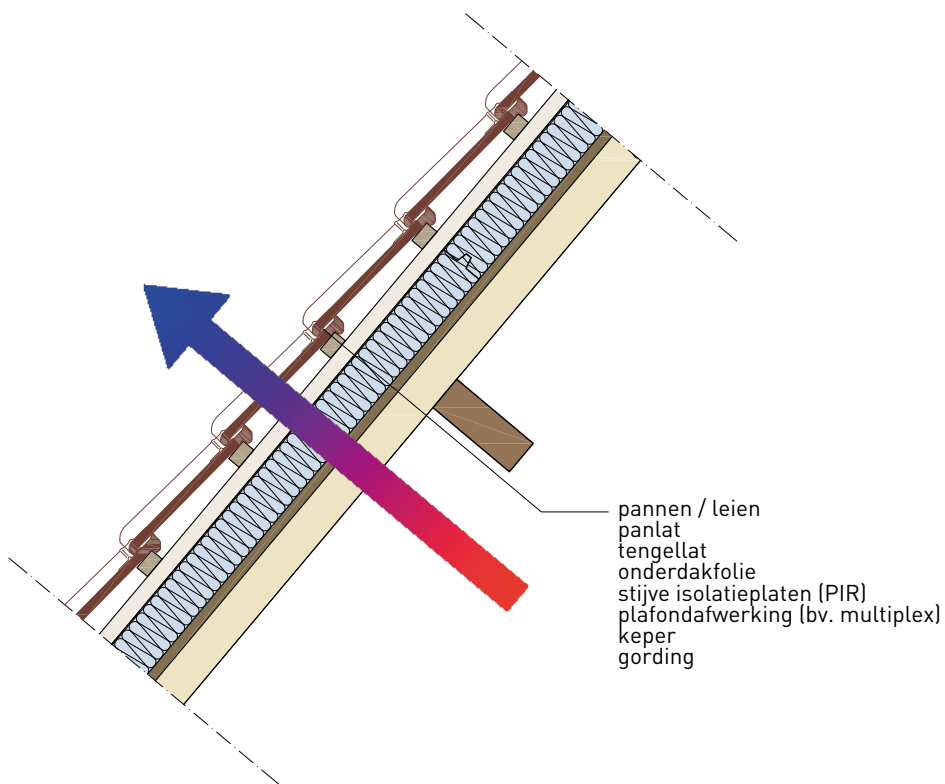


Tekening 1

sarkingdak gordingen en kepers zichtbaar

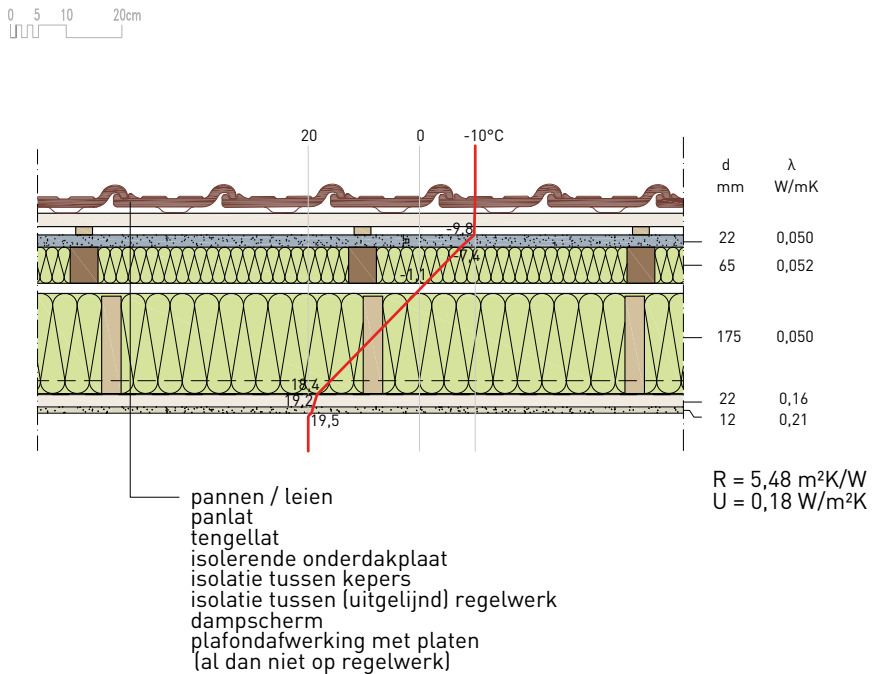


Tekening 2 - Horizontale snede

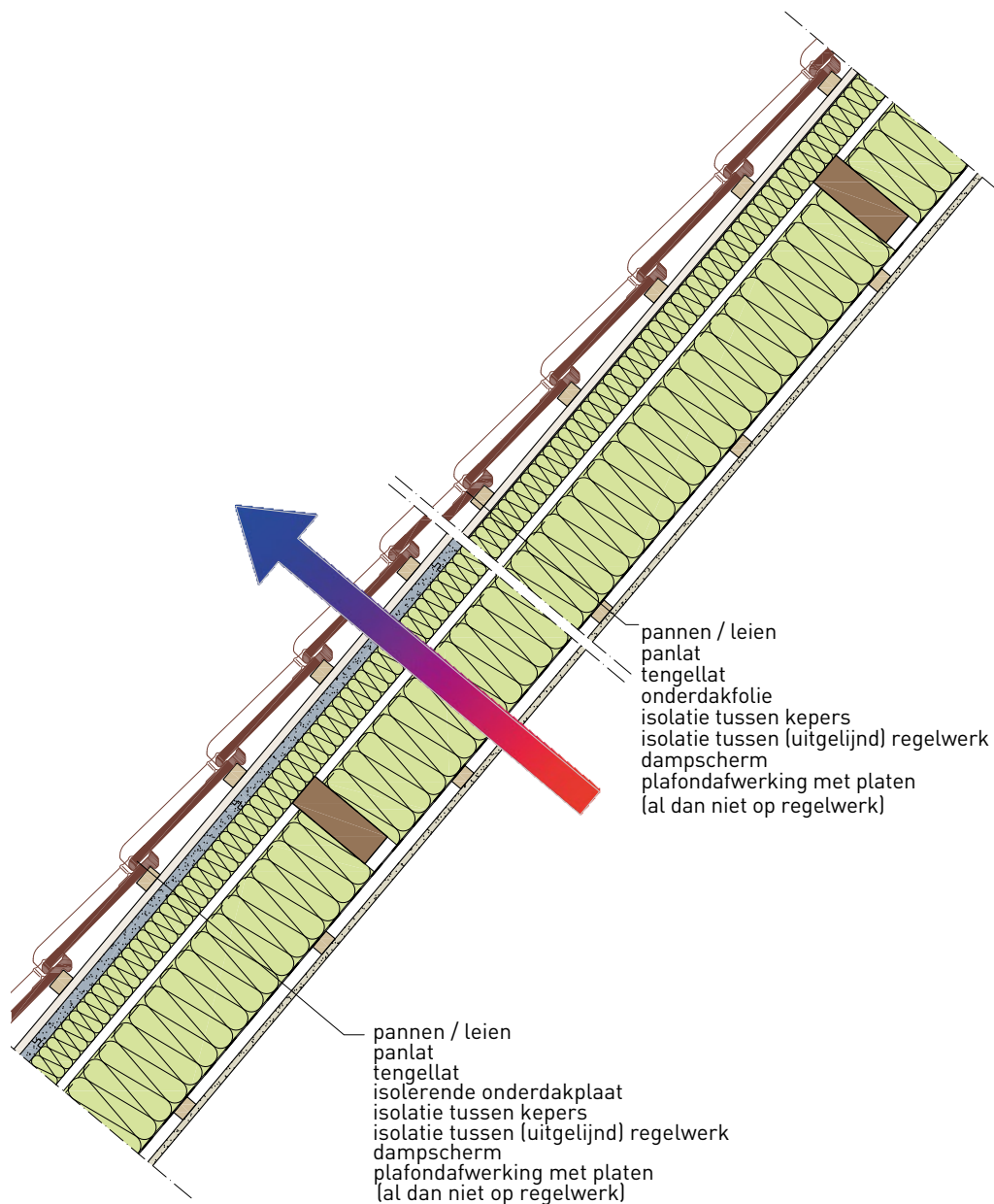


Tekening 2 - Verticale snede

isolatie tussen kepers
extra isolatie tussen regelwerk
kepers en gordingen niet zichtbaar

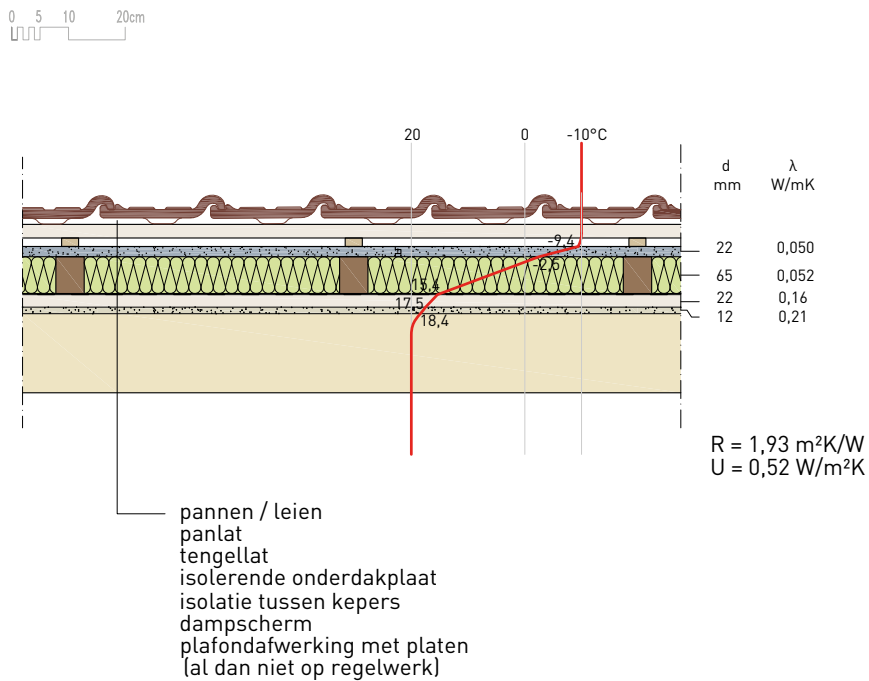


Tekening 3 - Horizontale snede

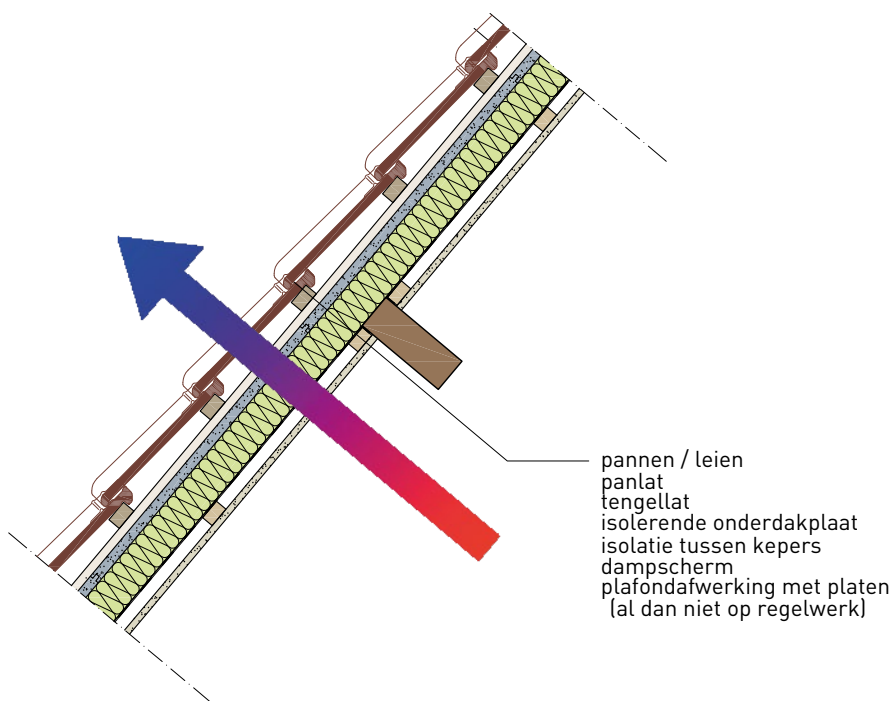


Tekening 3 - Verticale snede

isolatie tussen kepers
kepers niet zichtbaar
gordingen zichtbaar

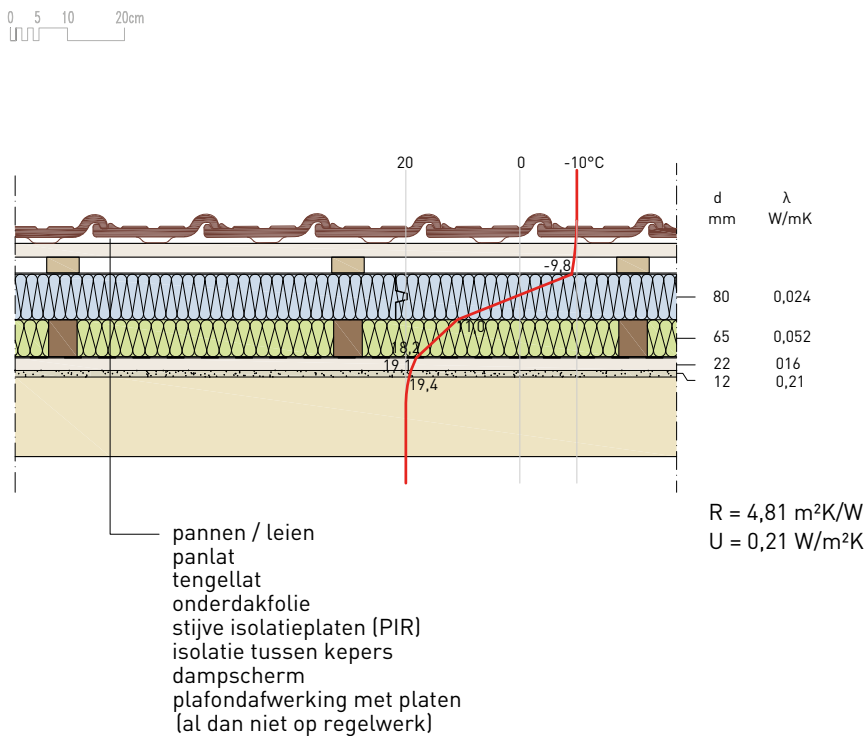


Tekening 4 - Horizontale snede

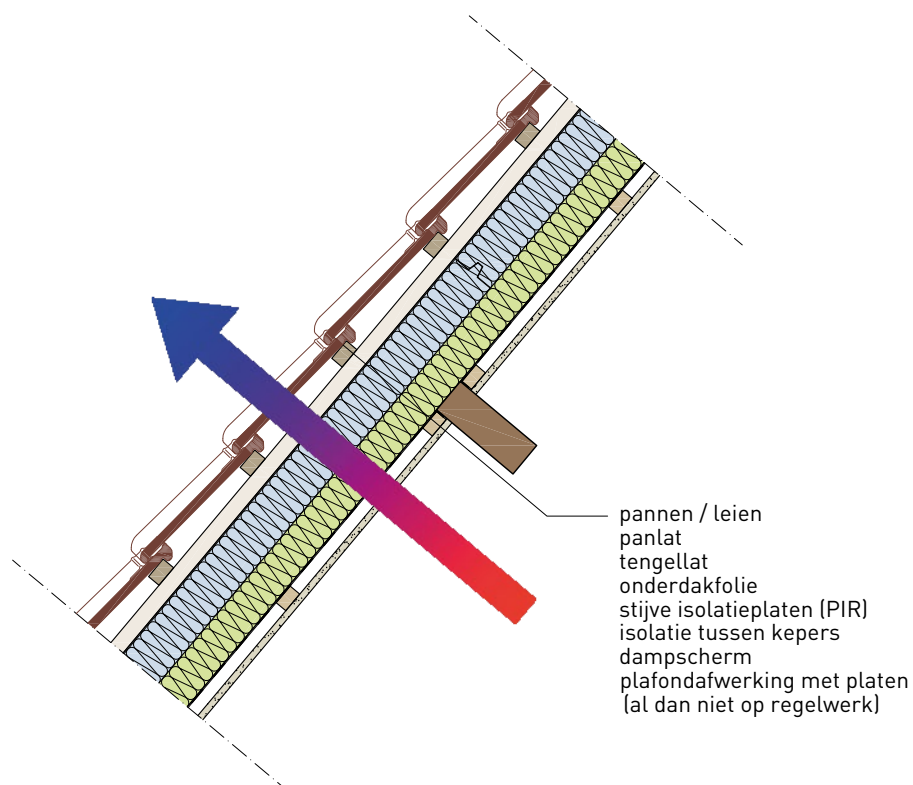


Tekening 4 - Verticale snede

combinatie sarkingdak + isolatie tussen kepers
 kepers niet zichtbaar
 gordingen zichtbaar

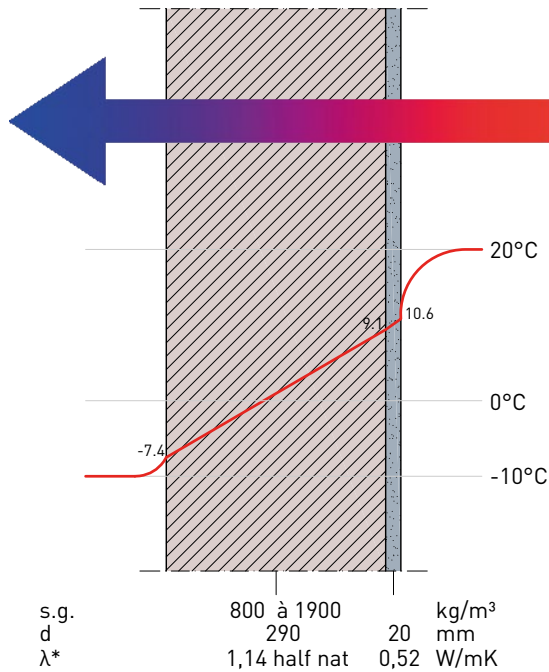


Tekening 5 - Horizontale snede



Tekening 5 - Verticale snede

Volle muur - buitenisolatie

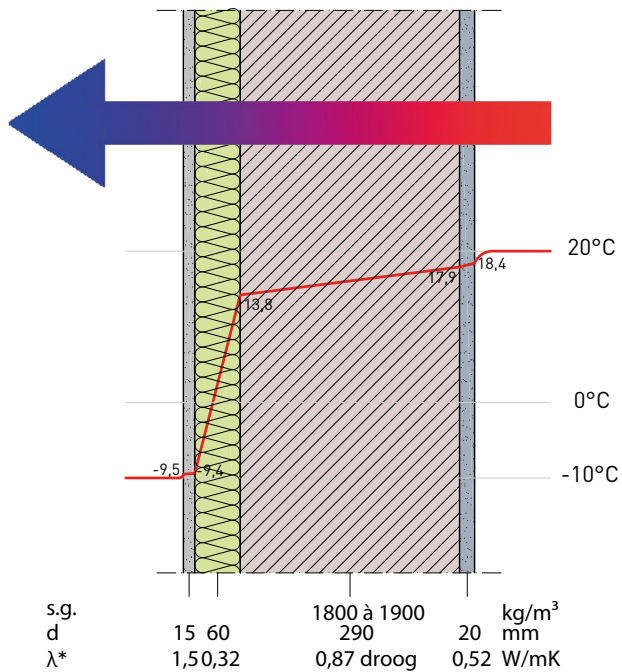


$$R = R_{se} + \sum d / \lambda + R_{si} \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

$$R = 0,04 + 0,29/1,14 + 0,02/0,52 + 0,13 = 0,462 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R = 2.16 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Tekening 6 - Ongeïsoleerde muur



$$R = R_{se} + \sum d / \lambda + R_{si} \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

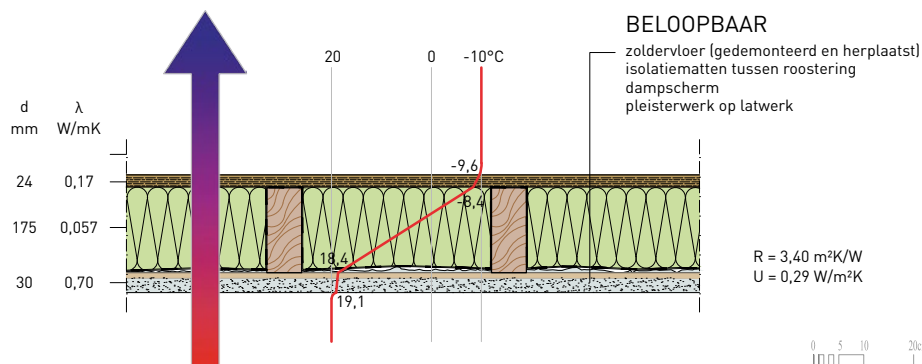
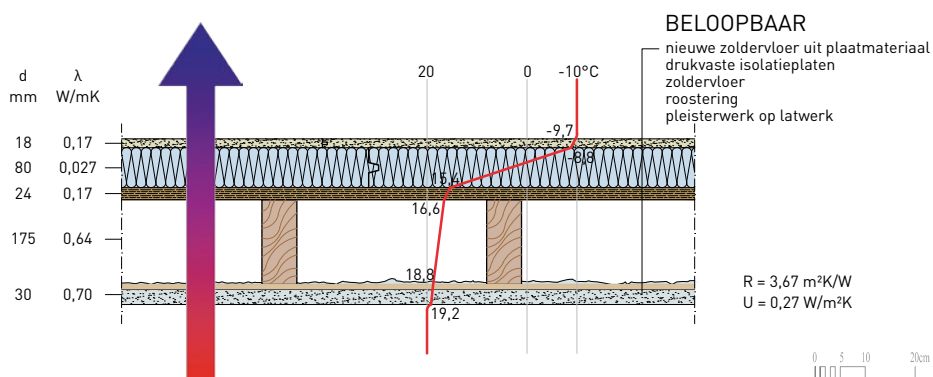
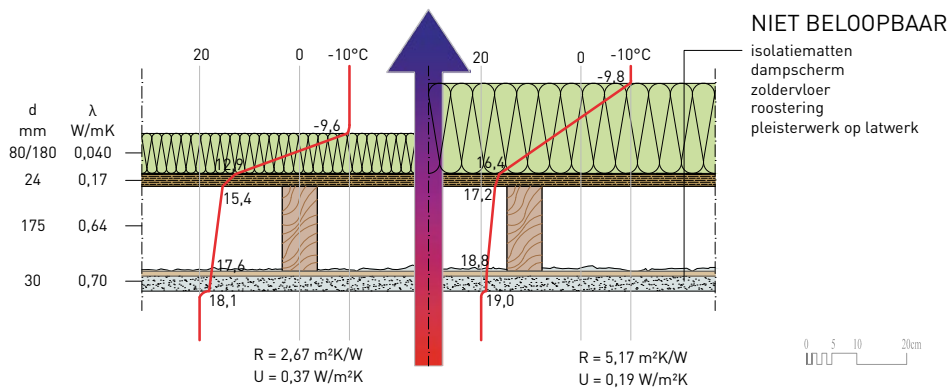
$$R = 0,04 + 0,15/1,5 + 0,06/0,032 + 0,29/0,87 + 0,02/0,52 + 0,13 = 2,43 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/R = 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$$

* de lambda-waarden zijn indicatief en kunnen verschillen qua materiaal en vochtigheidsgraad

Tekening 6 - Geïsoleerde muur

isolatie zoldervloeren



Tekening 7

VERGUNNINGEN

Vergunningsplichtige werken

Als je werken wenst uit te voeren aan een woning met erfgoedwaarde of een beschermd monument dan zal hier een stedenbouwkundige vergunning voor nodig zijn. Aanvragen voor vergunningsplichtige werken aan monumenten worden door de vergunningsverlenende instantie (meestal de gemeente) voorgelegd aan Onroerend Erfgoed voor bindend advies. Om vertragingen op het afleveren van de vergunning te voorkomen neemt u best voorafgaandelijk aan de opmaak van het dossier contact op met de cel Onroerend Erfgoed in uw provincie om een beter zicht te krijgen op de mogelijkheden.

Werken niet onderworpen aan een stedenbouwkundige vergunning

Voor instandhoudings-of onderhoudswerken aan beschermde monumenten die niet onderworpen zijn aan een stedenbouwkundige vergunning volstaat een schriftelijke toelating vanuit onroerend erfgoed. Het gaat voor het exterieur onder meer om :

- Het geheel of gedeeltelijk vervangen van de dakbedekking door andere materialen of met een ander uitzicht dan het aanwezige.
- Het beschilderen van ongeschilderde elementen of het schilderen in andere kleuren of met een andere verfsoort dan de aanwezige.
- Het bepleisteren van niet bepleisterde elementen of bepleisteren met een andere samenstelling of textuur, alsook het ontleisteren van bepleisterde elementen.

- Het vervangen of veranderen van buitenschrijnwerk (ramen, deuren, luiken, poorten, goten etc.) en het beslag , hang- en sluitwerk door een ander materiaal of met een ander uitzicht dan het aanwezige.
- Het nieuw aanbrengen of het wijzigen of vervangen van beglaasde elementen door ander materiaal of met een ander uitzicht dan het aanwezige.

Voor het interieur gaat het onder meer om:

- het uitvoeren van werken die het uitzicht of de indeling van het interieur wijzigen.
- het uitvoeren van werkzaamheden aan de interieurdecoratie, zoals wand- en plafondschilderingen, lambrizingen, andere historische beschilderingen, bepleisteringen, stucwerk, verfwerk en andere afwerkingslagen aan zijde-, leder- doek- en papierbehang en lambrizing.
- het uitvoeren van schilderwerkzaamheden.
- het verhogen, verlagen, wegnemen en/of vernieuwen van vloeren en trappen.
- het uitbreken, vernieuwen, aanpassen, verhogen of verlagen van plafonds en gewelven.
- het plaatsen of vernieuwen van technische voorzieningen zoals verwarming, klimaatregeling, elektrische installatie, geluidsinstallatie, sanitair, liften en beveiligingsinstallaties.

NUTTIGE ADRESSEN

Voor meer informatie over ingrepen in beschermde woningen, woningen gelegen in een beschermd stads-of dorpsgezicht of woningen met erfgoedwaarde (opgenomen in de inventaris van bouwkundig erfgoed) kan u zich wenden tot de unieke loketten van de Vlaamse overheid in de verschillende Vlaamse provincies:

Onroerend Erfgoed Antwerpen

Anna Bijnsgebouw

Lange Kievitstraat 111-113, bus 53

2018 Antwerpen

Tel. 03 224 62 10 - Fax. 03 224 62 23

antwerpen@onroenderfgoed.be

Onroerend Erfgoed Limburg

Hendrik Van Veldekegebouw

Koningin Astridlaan 50, bus 1

3500 Hasselt

Tel. 011 74 22 20 - Fax. 011 74 22 39

limburg@onroenderfgoed.be

Onroerend Erfgoed Oost-Vlaanderen

Gebroeders Van Eyckstraat 4-6

9000 Gent

Tel. 09 265 46 18 - Fax. 09 265 46 00

oost-vlaanderen@onroenderfgoed.be

Onroerend Erfgoed Vlaams-Brabant

Dirk Boutsgebouw

Diestsepoort 6, bus 94

3000 Leuven

Tel. 016 66 59 00- Fax. 016 66 59 05

vlaams-brabant@onroenderfgoed.be

Onroerend Erfgoed West-Vlaanderen

Jacob van Maerlantgebouw

Koning Albert I-laan 1/2 bus 92

8200 Brugge (Sint-Michiels)

Tel. 050 24 81 50 – Fax. 050 24 82 05

west-vlaanderen@onroenderfgoed.be

Voor informatie over de erfgoedwaarde(n) van een gebouw of de inhoud van een bescherming, of voor informatie over energiezuinige ingrepen in gebouwen met erfgoedwaarde kunt u terecht in de kantoren van Onroerend Erfgoed in Brussel:

Onroerend Erfgoed

Phoenixgebouw

Koning Albert II-laan 19, bus 5

1210 Brussel

Tel. 02 553 16 50 - Fax. 02 553 16 55

info@onroenderfgoed.be

LITERATUUR

In deze lijst worden enkele werken opgesomd die als bron gebruikt werden voor deze publicatie. Deze literatuurlijst over het onderwerp is richtinggevend maar niet volledig.

AERNOUTS K., JESPERS K., VANGEEL S. 2011. *Energiebalans Vlaanderen 2010*. VITO, Mol.

ALLACKER K., DE TROYER F., TRIGAUX D., GEERKEN T., DEBACKER W., SPIRINCKX C., VAN DESSEL J., JANSSEN A., DELEM L., PUTZEYS K. 2011. *Sustainability, Financial and Quality evaluation of Dwelling types "SuFiQuaD"*. Final Report. Belgian Science Policy, Brussels.

BERTRAND J. 2005. Onderhoudsboekje houten schrijnwerk. Erfgoed en comfort verenigen. *Collectie Kunst in de straat*, Directie monumenten en Landschappen van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Brussel.

BRANDERS A., EVRARD A., DE HERDE A. 2010. *Isolation thermique par l'intérieur des murs existants en briques pleines (Guide d'aide à la conception)*. rapport du projet Isolin, département Énergie et Bâtiment durable du Service Public de Wallonie, s.l.

BUS M., VAN HEMERT R., HERMANS, T. e.a. 2001. Duurzame Monumentenzorg. RDMZ *Info Restauratie en Beheer* nr. 27, Rijksdienst voor Monumentenzorg, Amersfoort.

CHANGeworks RESOURCES FOR LIFE (ed.) 2008. *Energy Heritage. A guide to improving energy efficiency in traditional and historic homes*, Edinburgh.

COUDER J., VERBRUGGEN A., MAENE S. 2009. *Milieuverkenning MIRA 2009, Wetenschappelijk rapport, sectoren huishoudens en handel & diensten*, Universiteit Antwerpen, Vlaamse Milieumaatschappij, Antwerpen.

ENGLISH HERITAGE (ed.) 2008. *Climate change and the Historic Environment*. English Heritage. London.

ENGLISH HERITAGE (ed.) 2008. *Microgeneration in the Historic Environment*. English Heritage. London.

ENGLISH HERITAGE (ed.) 2011. *Energy Efficiency and Historic Buildings*. English Heritage. London.

GOORDEN L., VANDENABEELE J., COUDER J., VAN FLETEREN M., BONGAERTS V. 2005. *Determinanten huishoudelijk energiegebruik*, Antwerpen, Eindrapport Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectenonderzoek, UA-STEM, Antwerpen.

HEYLEN K., LE ROY M., VANDEN BROUCKE S., VANDEKERCKHOVE B. & WINTERS S. 2007. *Wonen in Vlaanderen. De resultaten van de Woonsurvey 2005 en de Uitwendige Woningschouwing 2005*, Departement Ruimtelijke Ordening, Woonbeleid en Onroerend Erfgoed, Brussel.

HEYLEN K., WINTERS S. 2009. *Isolatie-niveau van private huurwoningen en woonuitgaven*, Steunpunt ruimte en Wonen, Heverlee.

HERMANS T., STAPPERS M. EN VAN DE VEN H. (red.) 2011. *Duurzaam erfgoed. Duurzaamheid, energiebesparing en monumenten*. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort.

HISTORIC SCOTLAND (ed.) 2011. Keeping warm in a cooler house. Creating thermal comfort with background heating and local supplementary warmth. *Historic Scotland Technical paper 14*, Edinburgh.

HORNAERT B. 2000. *Warmte-isolatie van gebouwen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest*, BIM, Brussels Hoofdstedelijk Gewest, Brussel.

KING J. (ed.) 2008. *Energy conservation in traditional buildings*. English Heritage. London.

LENAERTS S., DUERINCK J. 2001. *Invloed van gebouwisolatie op de CO₂-emissies*, VITO, Mol.

LEPAPE R., VANPARYS R. 2010. In de praktijk. Energie besparen in de woning. *Test-aankoop* 540, maart 2010, p. 34-38.

MAENE S. (ed.) 2011. *Milieurapport Vlaanderen MIRA. Achtergronddocument sector huishoudens 2010*, Vlaamse Milieumaatschappij, Brussel.

MC KINSEY & COMPANY (ed.) 2009. *Naar energie-efficiëntie van wereldklasse in België*, 2009, s.l.

NATIONAL PARK SERVICE (ed.) 2011. Improving Energy Efficiency in Historic Buildings. *Preservation Briefs* 3, Washington.

NEYENS J., DEVRIENDT N., NIJS W., DEWILDE L. en DOOMS G. 2004. *Is er plaats voor hernieuwbare energie in Vlaanderen ?*, Eindrapport Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch Aspectenonderzoek, Brussel.

NUSSELDER E.J. (ed.) 2008. *Handboek duurzame monumentenzorg. Theorie en praktijk van duurzaam monumentenbeheer*, SBR, Rotterdam.

SCHELLEN H., VAN GEMERT D.(ed.) 2004. *Isolatie en klimaatbeheersing van monumenten. Hoe is het mogelijk*. WTA Nederland-Vlaanderen, Eindhoven.

SNOODIJK D. (ed.) 2010. Historische zonwering. *Brochure cultuurhistorie 17*. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort.

SNOODIJK D. (ed.) 2012. Historische vensters isoleren. *Gids Cultuurhistorie 21*. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Amersfoort.

STOKROOS M. 2000. *Verwarmen en verlichten in de negentiende eeuw*, Zutphen.

VAN DE VEN H., DULSKI B. 2010. Monumenten en klimaatverandering. Duurzaamheid voor het oprapen. *Rijksdienst voor het Cultureel erfgoed 3/ zomer 2010*, p. 24-26.

VAN DEN BOSSCH P., PRIEUS S. EN COOTJANS P. 2007. *Ventilatiegids. Stapplan voor comfortabel en energiezuinig ventileren*. Nazareth.

VAN DER HELM F., VAN HEMERT R., VAN ROODEN J. e.a. 2005. Instandhouding van historische houten vensters. *RDMZ Info Restauratie en Beheer nr. 7*, Rijksdienst voor Monumentenzorg, Zeist.

VAN DER ZANDEN H. 2009. Duurzame monumenten. Dak-, gevel- en vloerisolatie. *Herenhuis*, mei/juni 2009, p. 78-82.

VAN DER ZANDEN H. 2009. Duurzame monumenten. Energiebesparende alternatieven. *Herenhuis*, juli/augustus 2009, p.80-84.

VAN DER ZANDEN H. 2009. Duurzame monumenten. Ervaringen met energiebesparing. *Herenhuis*, januari/februari 2009, p. 48-53.

VAN DER ZANDEN H. 2009. Duurzame monumenten. Raamisolatie. *Herenhuis*, maart/april 2009, p.78-83.

VEA 2011. *Tweejaarlijkse enquête energiebewustzijn en energiegedrag*, syntheserapport, Vlaams Energieagentschap, Brussel.

VERBEECK G., HENS H. 2002. *Energiezuinige renovaties: economisch optimum, rendabiliteit*. Eindrapport project CO₂-emissies, Electrabel NV, SPE, s.l.

VISSERS T. 2010. Duurzaam behoud van cultureel erfgoed. *B plus*, 2010-3, p. 28-31.

WOOD C., BORDASS B. EN BAKER P. 2009. *Research into the thermal performance of traditional windows : timber sash windows*. English Heritage. London.

EINDNOTEN

De websites waar naar verwezen wordt in de eindnoten werden geraadpleegd op 29 januari 2013

- 1 Een richtinggevende publicatie uit Nederland is ANKERSMIT B. 2009. *Klimaatwerk. Richtlijnen voor het museale binnenklimaat*. ICN, Amsterdam.
- 2 Zie hiervoor de kadastrale statistiek van het gebouwenpark in Vlaanderen. Deze geeft de toestand van het aantal gebouwen in Vlaanderen weer op 1 januari van het referentiejaar. De gegevens zijn afkomstig van het Kadaster van de FOD Financiën. Zie: http://economie.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/economie/bouw_industrie/gebouwenpark/
- 3 De cijfergegevens geven een momentopname voor eind januari 2013.
- 4 IPCC (ed.) 2007. *Climate Change 2007. Summaries for Policy Makers for WG I, II, and III*, s.l. Zie : www.climate.be/ipcc
- 5 MC KINSEY & COMPANY (ed.) 2009. *Naar energie-efficiëntie van wereldklasse in België*, p. 5.
- 6 De cijfers worden geleverd door de Vlaamse Milieu Maatschappij in de kader van de opmaak van het Milieurapport Vlaanderen. Zie: www.milieurapport.be
- 7 GOORDEN L., VANDENABEELE J. e.a. 2005. *Determinanten huishoudelijk energieverbruik*, p. I-II. Zie: http://www.samenlevingentechnologie.be/ists/nl/projecten/alleprojecten/determinanten_huishoudelijk.html
- 8 CYX W.,RENDERS N.,VAN HOLM N.,VERBEKE S. 2011. *IEE Tabula-Typology approach for Building Stock Energy Assessment*, VITO, Mol, p. 28. De tabel werd opgemaakt in het kader van het project SUFIQUAD (zie literatuurlijst). De tabel behandelt 4 typologische categorieën van woningen. De eerste kolom per categorie vertegenwoordigt het aandeel (in %) van deze categorie in een bepaalde periode ten opzichte van het totaal aantal woningen in alle categorieën. De tweede kolom per categorie staat voor het percentage woningen van deze

categorie in een bepaalde periode. De derde kolom per categorie vertegenwoordigt het aantal woningen dat voor deze categorie in een bepaalde periode gebouwd werd.

9 Deze gegevens zijn resultaten van de enquête die het VEA in 2011 organiseerde bij de Vlaamse huishoudens. Zie presentatie : <http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/reg/doc/enquete2011.pdf>

10 HEYLEN K. et al. 2007. *Wonen in Vlaanderen. De resultaten van de Woonsurvey 2005 en de Uitwendige Woningschouwing 2005*, p. 21.

11 AERNOOTS K., JESPERS K., VANGEEL S. 2011. *Energiebalans Vlaanderen 2010*, p. 12. Zie : <http://www.emis.vito.be/rapport-energiebalans-vlaanderen>

12 MAENE S. 2011. *Milieurapport Vlaanderen MIRA. Achtergronddocument sector huishouden 2010*, p 45.

13 HEYLEN K. , WINTERS S. 2009. *isolatieniveau en woonuitgaven*, p. 11.

14 Zie eindnoot 9

15 Voluit gaat het om het Decreet van 22 december 2006 houdende eisen en handhavingsmaatregelen op het vlak van de energieprestaties en het binnenklimaat van gebouwen en tot invoering van een energieprestatiecertificaat en tot wijziging van artikel 22 van het REG-decreet, Belgisch Staatsblad van 27 maart 2007, gevolgd door het Decreet van 8 mei 2009 tot wijziging van het decreet van 22 december 2006 houdende eisen en handhavingsmaatregelen op het vlak van de energieprestaties en het binnenklimaat van gebouwen en tot invoering van een energieprestatiecertificaat en tot wijziging van artikel 22 van het REG-decreet, Belgisch Staatsblad van 6 juli 2009.

16 BERTRAND J. 2005. Onderhoudsboekje houten schrijnwerk. Erfgoed en comfort verenigen. *Collectie Kunst in de straat*, p 21.

17 NUSSELDER E.J. (ed.) 2008. *Handboek duurzame monumentenzorg. Theorie en praktijk van duurzaam monumentenbeheer*, p. 59

18 Cijfergegevens ontleend aan : HORNAERT, B. 2000. *Warmte-isolatie van gebouwen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest*, p.11-14.

19 Er bestaat een norm met een vereenvoudigde methode om het K-peil te berekenen op basis van de stationaire isolatieprestatie van de bouwdelen (ramen, muren, daken en vloeren) nl. NBN B 62-301 (2007): *Warmte-isolatieprestatie van gebouwen - Globaal warmte-isolatiepeil (K-peil) van een gebouw*.

20 Dit wordt bepaald in artikel 11.1.4., 1° van het energiedecreet van 8 mei 2009.

21 Het Brundtland-rapport is de naam waaronder het rapport 'Our common future' uit 1987 bekend is geworden. Het rapport is geschreven door de *World Commission on Environment and Development* (WCED). De populaire naam verwijst naar de voorzitter van de commissie, de toenmalige Noorse premier Gro Harlem Brundtland.

22 Dit principe werd in 1996 door Erik Leysen van de Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu (NOVEM) geïntroduceerd tijdens een colloquium in Freiburg. Zie : http://nl.wikipedia.org/wiki/Trias_energetica

23 Op de VN-conferentie voor Leefmilieu en ontwikkeling van 1992 in Rio de Janeiro werd *Agenda 21* ondertekend, een actieplan rond duurzaamheid voor de 21ste eeuw. In dit plan wordt ook expliciete aandacht besteed aan de bevordering van duurzaam (ver)bouwen.

24 De ISO-norm 14040 *Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework* is raadpleegbaar op : http://www.pqm-online.com/assets/files/standards/iso_14040-2006.pdf. Het Nederlands Instituut voor bouwbiologie en ecologie ontwikkelde aan de hand van LCA een milieuclassificatie voor bouwproducten. Meer info hierover kunt u vinden op : <http://www.nibe.info/nl/methode>

25 ENGLISH HERITAGE (ed.) 2011. *Energy efficiency and historic buildings*, p. 7.

26 Richtlijnen zijn te vinden op : http://www.rgd.nl/fileadmin/redactie/Actueel/Publicaties/Richtlijnen_bouwhistorisch_onderzoek/Richtlijnen_Bouwhistorisch_Onderzoek.pdf

27 De kost voor het uitvoeren van een energie-audit ligt tussen de 400 en de 700 euro, afhankelijk van de omvang van de woning en de extra te leveren

informatie door de energiedeskundige. Samen met het rapport levert de energiedeskundige ook een fiscaal rapport dat bij de belastingaangifte van het op de audit volgende jaar gevoegd kan worden. Een energie-audit komt in aanmerking voor een belastingvermindering van 40% op het totale bedrag van de factuur. Meer informatie over het uitvoeren van een energie-audit, even als een list met erkende energiedeskundigen type B kan men vinden op : www.energiesparen.be

28 *The Burra Charter: The Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance* 1999. Art. 4.2 “Traditional techniques and materials are preferred for the conservation of significant fabric. In some circumstances modern techniques and materials which offer substantial conservation benefits may be appropriate.” Zie: http://australia.icomos.org/wp-content/uploads/BURRA_CHARTER.pdf

29 AERNOUTS K., JESPERS K., VANGEEL S. 2011. *Energiebalans Vlaanderen 2010*, p. 49.

30 BERLOZNIK R. (ed.) 2004. *Bouwen, Wonen en Energie. Eindrapport*. Vlaams Instituut voor Wetenschappelijk en Technologisch aspectenonderzoek, p. 60.

31 In sommige oudere woningen is er geen circulatiepomp en ook geen expansievat. In dit geval circuleert het water volgens het thermo sifon-principe, waarbij het warme water stijgt en het afgekoelde water daalt.

32 MAENE S. 2011. *Milieurapport Vlaanderen MIRA. Achtergronddocument sector huishouden 2010*, p 44.

33 WTCB onderzocht dunne reflecterende producten in 2004. Een artikel over de resultaten is gepubliceerd door FLAMANT G. en VANDOOREN O. in het tijdschrift WTCB-Contact 6 (2005-2), raadpleegbaar op: <http://www.wtcb.be/home-page/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact6&art=88>

34 EPDM staat voor Ethyleen – Propyleen – Dieen Monomeer, een synthetisch rubber met een hoge elasticiteit, een goede bestendigheid tegen basen zuren, ozon en UV en een levensduur van minimum 50 jaar.

35 STAPPERS M. , SCHELLEN H. 2011. Bezinnen vóór beginnen. Na-isoleren van historische gebouwen. in: HERMANS T., STAPPERS M. EN VAN DE VEN H.

(red.) 2011. *Duurzaam erfgoed. Duurzaamheid, energiebesparing en monumenten*, p. 112.

36 De exacte inhoud van STS 71-1 is terug te vinden onder de volgende link: http://economie.fgov.be/nl/ondernemingen/specifieke_domeinen/kwaliteit_bouw/Goedkeuring_voorschriften/

37 DEMESMAECKER P. 2009. Thermische isolatie van bestaande muren in : WTCB-Contact 23 (2009-3). Te raadplegen op : <http://www.wtcb.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact23&art=347>

38 BRANDERS A., EVRARD A., DE HERDE A. 2010. *Isolation thermique par l'intérieur des murs existants en briques pleines*, p.25-35.

39 BERTRAND J. 2005. Onderhoudsboekje houten schrijnwerk. Erfgoed en comfort verenigen. *Collectie Kunst in de straat*, p. 18.

40 VAN DER ZANDEN H. 2009. Duurzame monumenten. Raamisolatie. *Herenhuis*, maart/april 2009, p. 83.

41 BERTRAND J. 2005. Onderhoudsboekje houten schrijnwerk. Erfgoed en comfort verenigen. *Collectie Kunst in de straat*, p. 36.

42 VAN DER ZANDEN H. 2009. Duurzame monumenten. Raamisolatie. *Herenhuis*, maart/april 2009, p. 83.

43 BERTRAND J. 2005. Onderhoudsboekje houten schrijnwerk. Erfgoed en comfort verenigen. *Collectie Kunst in de straat*, p.38.

44 Dit systeem biedt een U-waarde van c.a. 2.8 W/m²K tot 1.8 W/m²K.

45 VAN DER ZANDEN H. 2009. Duurzame monumenten. Raamisolatie. *Herenhuis*, maart/april 2009, p. 83.

46 HERMANS T. 2011. Isolatie van historische vensters. Vensters dicht! in: HERMANS T., STAPPERS M. EN VAN DE VEN H. (red.) 2011. *Duurzaam erfgoed. Duurzaamheid, energiebesparing en monumenten*, p. 167-170.

47 Zie: www.milieuadvieswinkel.be

- 48 VAN DEN BOSSCH P., PRIEUS S. EN COOTJANS P. 2007. *Ventilatiegids. Stappenplan voor comfortabel en energiezuinig ventileren*. Nazareth. Zie : <http://www.ventibel.be/ned/docs/ventilatiegids.pdf>
- 49 VAN DE BREE A. 2011. Milieuvriendelijke installatietechniek en monumenten. Opgewekt met duurzame energie. in: HERMANS T., STAPPERS M. en VAN DE VEN H. (red.) 2011. *Duurzaam erfgoed. Duurzaamheid, energiebesparing en monumenten*. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, p. 240-241.
- 50 De norm 'NBN EN 13141-4:2011 Ventilatie van gebouwen - Prestatiebeproeving van onderdelen/ producten voor woningventilatie - Deel 4: Ventilatoren' gebruikt in ventilatiesystemen van woningen, maakt deel uit van een reeks normen over ventilatie van woningen. De prestatiekenmerken van de onderdelen/ producten die in ventilatiesystemen voor woningen worden gebruikt, zijn gegeven in de NBN EN 13142. Zie : www.nbn.be
- 51 SNOODIJK D. 2010. Historische zonnewering. *Brochure cultuurhistorie 17*. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, oktober 2010, Amersfoort.
- 52 WOOD C. 2011. Moderne U-waarden met oude middelen. Vensterisolatie opnieuw uitgevonden. in : HERMANS T., STAPPERS M. en VAN DE VEN H. (red.) 2011. *Duurzaam erfgoed. Duurzaamheid, energiebesparing en monumenten*, p. 36-37.
- 53 MAENE S. 2011. *Milieurapport Vlaanderen MIRA. Achtergronddocument sector huishouden 2010*, p. 66.
- 54 Deze gegevens zijn ontleend aan de tabel 'Verdeling van het watergebruik per verbruikspost' die online raadpleegbaar is op de website van de Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM). Zie : <http://www.waterloketvlaanderen.be>
- 55 MAENE S. 2011. *Milieurapport Vlaanderen MIRA. Achtergronddocument sector huishouden 2010*, p. 47.
- 56 Cijfergegevens ontleend aan : MARTIN S., VANDAELE, L., WOUTERS, P. 1998. *Les Fenêtres*, Ministère de la Région wallonne et CSTC, Namen, 1998, p. 3.

- 57 WOOD C. 2011. Moderne U-waarden met oude middelen. Vensterisolatie op-nieuw uitgevonden. in : HERMANS T., STAPPERS M. en VAN DE VEN H. (red.) 2011, *Duurzaam erfgoed. Duurzaamheid, energiebesparing en monumenten*, p 38.
- 58 Voor de aangehaalde terugverdiëntijden verwijzen we naar het Brussels Energie Agentschap (ABEA) die gemiddelde waarden berekend heeft op basis van energieaudits uitgevoerd in rijhuizen van voor 1945.
- 59 PIEN A., DE BRUYN R. 1998. Vocht in gebouwen : Bijzonderheden van opstijgend vocht, *Technische Voorlichting 210*, WTCB, Brussel.

