



Thermografische analyse van:

“De Noordbuurt” (oostzijde)

Eemnes



Opdracht

In opdracht van: Gemeente Eemnes

Adres Zuidersingel 5,
 3755 AZ Eemnes
Contactpersoon Mw. F. van der Zandt
Telefoonnummer 035-7513368
Email Feike.vanderZandt@Belcombinatie.nl

zijn: in de maand januari 2013
 thermografische opnames gemaakt van particuliere woningen in Eemnes

Uitvoering

Uitvoering en samenstelling rapport:

Door EnjoyEnergy
Postadres Postbus 963
 3700 AZ, Zeist
Telefoon 06 - 4428 9717
Email info@enjoyenergy.nl

Uitvoering & samenstelling F. J. de Vries

Handtekening



Thermografisch onderzoek

1 Algemeen

Deze rapportage bevat de resultaten van de thermografische analyse van de thermische schil van verschillende woningen in de wijk De Noordbuurt (oostzijde) in Eemnes. Voor deze analyse zijn woningen aan de Roerdomp, Scholekster, De Rietgors, Zomertaling, Watersnip, Patrijzenhof, Fazantenhof en de Hasselaarlaan geanalyseerd.



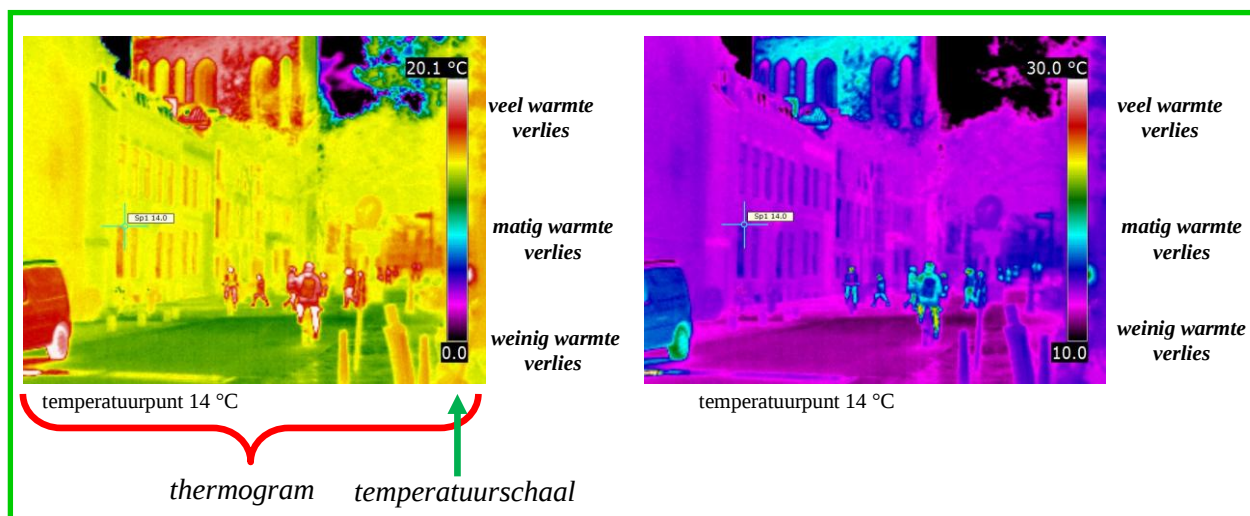
De aanleiding voor de thermografische analyse is een informatieavond over energiebesparing welke door de gemeente Eemnes zal worden georganiseerd voor de bewoners uit deel van De Noordbuurt. Het doel van de thermografische beelden die van de verschillende woningen zijn gemaakt is om energieverliezen die voor het blote oog niet waarneembaar zijn met behulp van thermografie wel zichtbaar te maken.

EnjoyEnergy heeft ernaar gestreefd om met deze thermografische rapportage een alledaags beeld te geven van de hedendaagse energie en isolatie staat van de woningen in deze straten.

2 Thermografie

Alle objecten en voorwerpen die warmer zijn dan het absolute nulpunt ($-273,15^{\circ}\text{C}$) hebben een temperatuur. Deze temperatuur wordt door de objecten en voorwerpen “uitgezonden”. Ook de gevels, daken, ramen en deuren van een woning zenden een temperatuur uit. Met behulp van een infrarood camera kan deze warmtestraling zichtbaar en meetbaar gemaakt worden. De thermische camera maakt een thermogram. Een visuele weergave van de warmtestraling van een object of voorwerp die lijkt op een gewone foto. Deze meetmethode waarmee deze temperaturen in beeld kunnen worden gebracht heet thermografie.

Bij een thermogram wordt een temperatuurschaal weergegeven waarbij koude en warme temperaturen in een bijbehorende kleuren worden weergegeven. Bij het beoordelen van een thermogram is het “goed” lezen van de temperatuurschaal erg belangrijk. De kleuren op de temperatuurschaal geven inzicht in de temperatuurwaarde van de kleuren op het thermogram. Bij het zichtbaar maken van energieverliezen staan donkere kleuren vaak voor de lage temperaturen en de lichte en rode kleuren voor warme temperaturen. Let hierbij wel op de vermelde onder- en bovengrens van het thermogram.

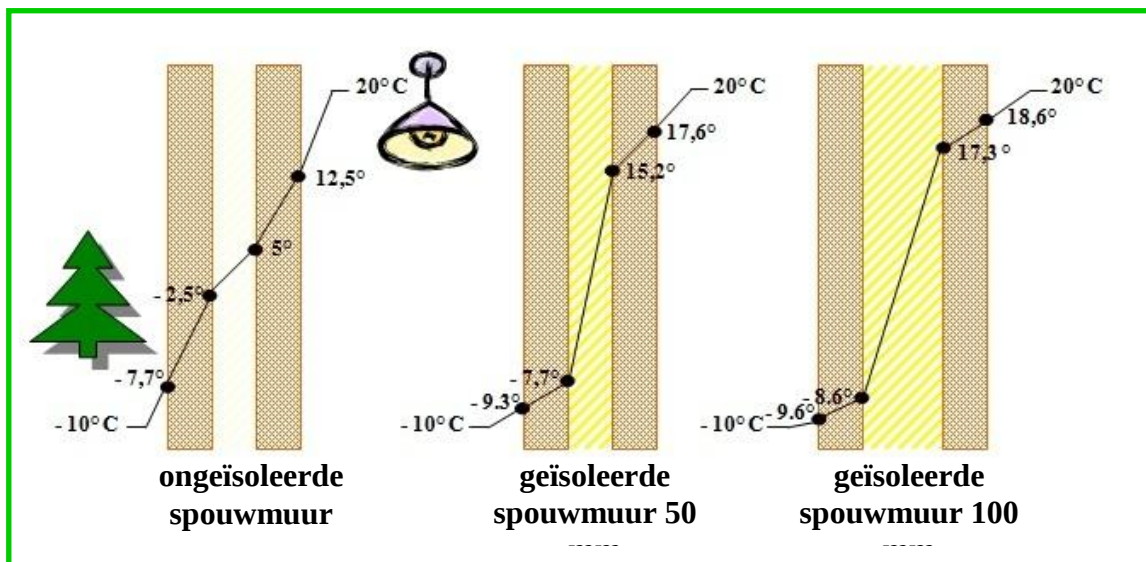


Om de correcte gegevens uit een thermogram te halen komt het regelmatig voor dat bij min of meer gelijk lijkende thermogrammen de boven- en ondergrens van de temperatuurschalen niet gelijk zijn. Dit komt omdat, onder meer, de emissiewaarden van de individuele materialen op een thermogram sterk kunnen verschillen. De mate van reflectie van een materiaal wordt aangegeven met de emissiviteitsfactor: Zo hebben veel non metalen materialen (hout, plastic, steen) een lage reflectiefactor en daardoor een hoge emissiviteitsfactor. En zijn er verschillen in de emissiviteit tussen moderne geglazuurde dakpannen en de traditionele rode kleigebakken dakpannen. Ook de wisselende koude achtergrondstraling vanuit het hemellichaam kan er voor zorgen dat de temperatuurschalen niet bij alle thermogrammen gelijk zijn als gevolg van een bewolkte of een onbewolkte hemel op het moment van de opname. Daardoor kan het zelfs voorkomen dat de te analyseren objecten en voorwerpen een koudere temperatuur dan de actuele buitentemperatuur.

In zijn algemeenheid kan worden gesteld dat hoe warmer de buitenkant van een gevel dak of raam is hoe meer warmte er door naar buiten lekt. Omgekeerd geldt, hoe kouder het aan de binnenkant is hoe meer koude er naar binnen stroomt.

Wanneer het buiten kouder is dan binnen, helpen verwarmingsinstallaties ons om het binnen aangenaam warm te maken en te houden. Daken, gevels, ramen en vloeren, de thermische schil van een woning, zijn de scheiding tussen het buiten- en het binnenklimaat. Door deze constructies heen vindt onder meer warmte- en koudeuitwisseling plaats (convectie). Van binnen naar buiten en vice versa. Wanneer er tussen de buitenkant van een constructie en de binnenkant geen isolatielaag is aangebracht dan is de invloed van de temperatuur aan de koude buitenkant op die van de warme

binnenkant zeer groot en omgekeerd. De dikte van de isolatielaag tussen de warme binnenkant en de koude buitenkant bepaalt de mate van deze invloed. Een temperatuursverhoging die op het buitenblad wordt waargenomen is veelbetekenend, want er is een grote hoeveelheid energie en tijd nodig om dit te realiseren. De onderstaande illustratie toont dat hoe dikker de isolatielaag is hoe, kleiner de invloed is, hoe minder er gestookt hoeft te worden.



Het doel van de thermografische foto's in dit rapport is het opsporen van warmtelekken bij woningen. Met behulp van de geconstateerde temperatuursverschillen aan de oppervlakte van de woningen krijgt men een goed beeld waar de warmte de woningen verlaat.

Dit thermografisch onderzoek is er niet op gericht om met een hoge nauwkeurigheid absolute temperaturen vast te leggen. Een thermografische opname een momentopname is.

3 Meetgegevens en meetomstandigheden

Opname gegevens:

Datum opname dagen: januari 2013
Tijd opname: 20.00 – 02.00 uur
Thermografische camera: FLiR E60, 50mK , nauwkeurigheid: 2,0° C of 2%, bereik: -20° C tot + 650° C

Weergegevens op de dag van de IR opname.

Weerstation: De Bilt, bron:KNMI

De gemiddelde weersomstandigheden in Eemnes op de opnamedagen januari 2013

Temperatuur

Gemiddelde -3,8 °C
Maximum -1,6 °C
Minimum -7,3 °C

Gemidd. binnentemp: *
19.0 °C

Neerslag ten tijde van opname

Hoeveelheid 0.0 mm
Duur 0.0 min.

Zon, bewolking & zicht

Gem. duur zonneschijn 5.2 uur
Gem. bedekkingsgraad half bewolkt

Wind

Gemiddelde snelheid 2.3 m/s
Overheersende richting NO-ZZW

Relatieve luchtvochtigheid

Gemiddelde 86 %

Luchtdruk

Gemiddelde luchtdruk 1021 hPa

* aanname.

4 Relevante isolatierichtlijnen en gestelde normen.

Een kwart van de totale huidige Nederlandse woningvoorraad van 1,8 miljoen woningen is gebouwd tussen 1974 en 1991. Tot 1973 was nog maar tien procent van de gehele Nederlandse woningvoorraad voorzien van een vorm van isolatie. De oliecrisis van 1973 heeft ervoor gezorgd dat er in versneld tempo kritischer naar het energiegebruik van woningen werd gekeken.

Dit resulteerde eind 1974 in voorschriften en richtlijnen ten aanzien van het isoleren van de thermische schil van nieuw te bouwen woningen. Dakisolatie werd eind 1975 als eerste echt verplicht gesteld bij nieuwbouw. Een R_c -waarde van $1,29 \text{ m}^2\text{K/W}$ werd vereist. Dit komt neer op een isolatiedikte van minimaal 40 mm. Spouwmuurisolatie is dan nog niet verplicht gesteld. Toch worden de meeste woningen die rond 1975 zijn gebouwd wel voorzien van spouwmuurisolatie om de afhankelijkheid van fossiele energiebronnen te verminderen. Dit werd in die tijd van overheidswege onder meer gestimuleerd met subsidies voor spouwmuurisolatie.

Met dak- en spouwmuurisolatie werd de woningkwaliteit van deze woningen verbeterd en betekende dit voor de bewoners een lagere energie rekening en meer wooncomfort. De ramen op de bovenverdiepingen werden in veel gevallen slechts voorzien van enkel glas.

Als isolatiemateriaal werd in deze periode in Nederland veelal minerale wol en (glas- en steenwol), perlietkorrels en gebonden PS-parels toegepast.

Overzicht minimumale thermische isolatie wenken & eisen in de '70 en '80 jaren in de woningbouw

	Vloer	Gevel	Dak	Glas
1965	$R_c = 0,17 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	$R_c = 0,43 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	$R_c = 0,86 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	-
1975	$R_c = 0,26 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	$R_c = 0,69 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	$R_c = 1,03 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	-
1976	$R_c = 0,52 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	$R_c = 1,29 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	$R_c = 1,29 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	-
1979	$R_c = 1,29 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	$R_c = 1,29 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	$R_c = 1,29 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	dubbel glas in woonkamer en keuken
1982	$R_c = 1,29 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	$R_c = 1,29 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	$R_c = 1,29 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	dubbel glas in woonkamer en keuken
1985	$R_c = 1,29 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	$R_c = 2,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	$R_c = 2,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	dubbel glas in woonkamer en keuken

Naast isolatie is een goede luchtdichtheid ook belangrijk om warmteverliezen te beperken. Via naden en kieren ontsnapt veel warmte naar buiten. Deze moeten dus zoveel mogelijk worden vermeden om ervoor te zorgen dat de meeste warmte binnen blijft. Maar ten tijde van de bouwperiode van De Noordbuurt zijn er nog geen eisen gesteld ten aanzien van luchtdichtheid. Dien ten gevolge zijn er bij de aansluitingen van de verschillende constructiedelen nog vaak aanzienlijke warmteverliezen aanwezig. Ook werd er in deze periode nog onvoldoende aandacht besteed aan de afwerking bij de kozijnen en vensterbanken en zijn er door de jaren heen veelal scheurtjes ontstaan in de afwerkingen bij de raamprofielen en vensterbanken.

Kenmerkend voor woningen uit met name de jaren '70 is de grotere gevoeligheid voor vocht. Bij een authentieke woning uit de jaren '70 zijn vochtklachten zoals schimmelaantasting op meubilair, wanden en plafond niet ongewoon. Kritische koudebruggen zijn ook geen uitzonderingen in deze woningen. Deze problemen worden onder andere veroorzaakt doordat de begane grondvloeren relatief veel vocht doorlaten. Ook de geringere kwaliteit van de standaard thermische woningschil en een beperkte woningventilatie spelen hierbij een significante rol. Voor de toevoer van verse lucht hadden / hebben deze woningen veelal alleen de beschikking over klep- en draairamen. Bij koud en winderig weer werden / worden deze ventilatievoorzieningen meestal gesloten.

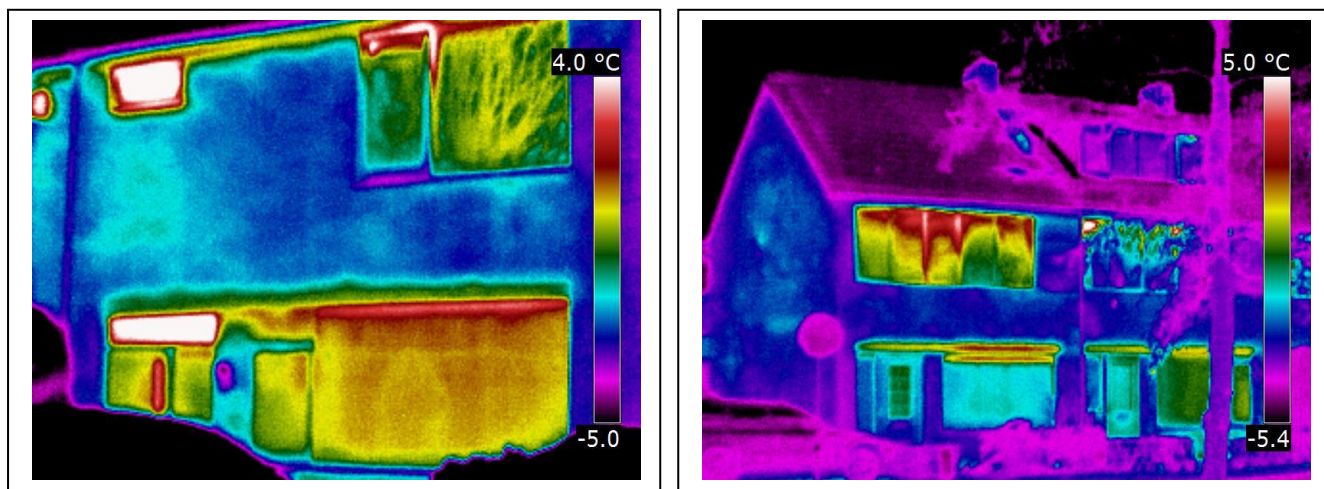
Voor een completer beeld ten aanzien van de energiemaatregelen voor woningen uit de betreffende periode is het goed te vermelden dat vanaf 1970 de nieuwe woningen ook veelal worden opgeleverd met een centraal verwarmingssysteem en dat veel woningen rond 1975 met open keukens worden gebouwd met een lokaal mechanisch ventilatiesysteem.

Tijdens de thermische analyse zijn veel van de hierboven besproken thema's naar boven gekomen. Wat verder opvalt is dat veel bewoners in de woningen zelf al in meer of mindere maten bezig zijn geweest met isolerende maatregelen. Toch kan ook geconcludeerd worden dat er nog veel verbeteringen kunnen worden doorgevoerd voordat deze woningen in alle redelijkheid tegen de lat van huidige normen voor energieverbruik, isolatie en ventilatie kunnen worden gelegd.

5 De scan

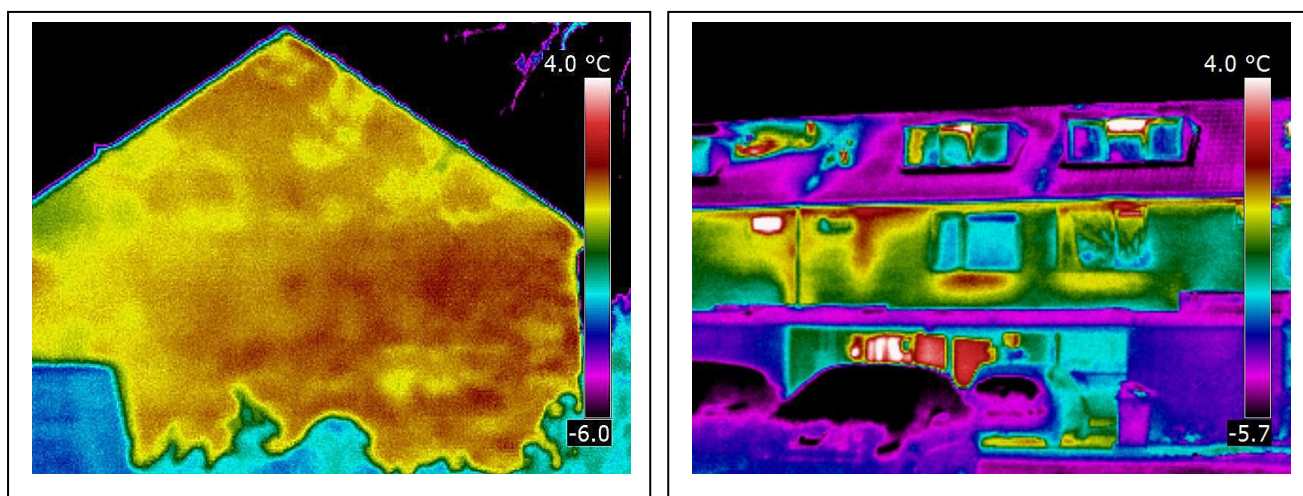
5.1 De conditie van de gevels

De gescande woningen zijn gebouwd in de jaren 1973 –1975. Na de oliecrisis van 1973 is serieus begonnen met het consequent isoleren van de spouwmuren van woningen tijdens de bouw. En dat is veelal terug te zien op de gemaakte thermische foto's. Het algemene beeld van de gescande woningen in de genoemde wijken is dan ook dat een meerderheid van de woningen zijn voorzien van dakisolatie en/of spouwmuurisolatie.

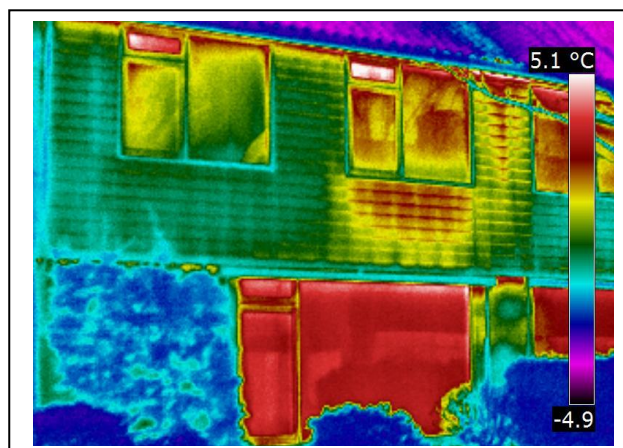
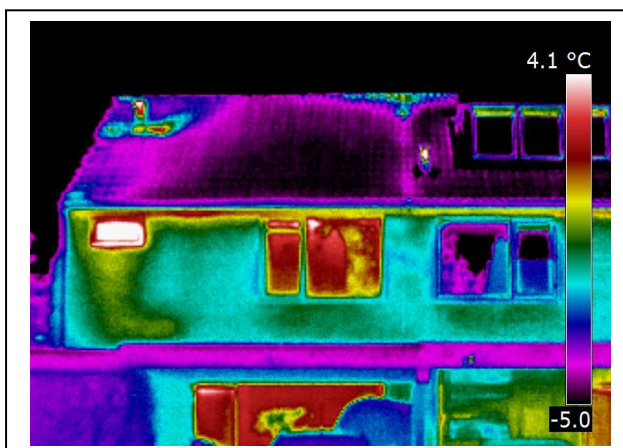


Voorbeelden van goed geïsoleerde gevels

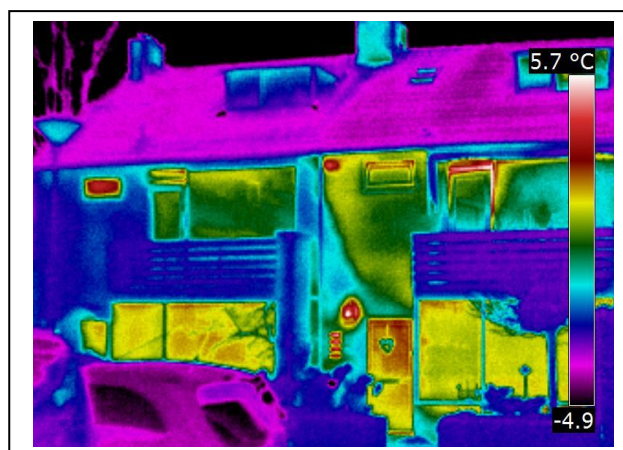
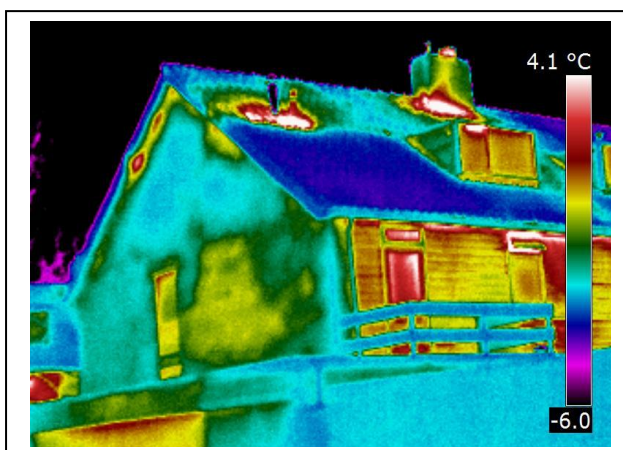
Echter uit de resultaten van de thermografische scan komt ook naar voren dat bij een aanzienlijk deel van de woningen de kwaliteit van de bestaande isolatie in meer of mindere mate te wensen overlaat. Er is bij deze woningen sprake van verzwakte, verzakte of verpulverde gevelisolatie. Verzwakte, verzakte en verpulverde isolatie zorgt ervoor dat er in een woning onnodig gestookt moet worden als gevolg van onnodige energieverliezen.



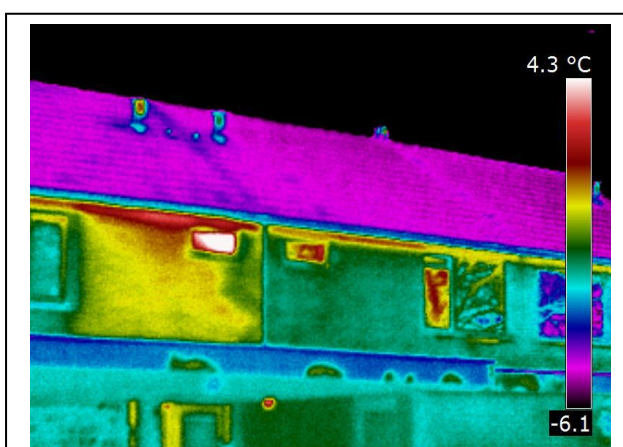
Voorbeelden van slecht geïsoleerde gevels in het oostelijk deel van De Noordbuurt



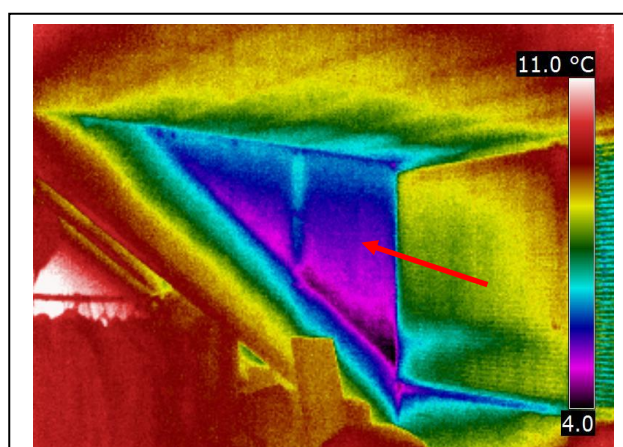
Voorbeelden van verzakt/verzwakt isolatiemateriaal in de gevels



Voorbeelden van verpulverd / verzakt isolatiemateriaal in de gevels



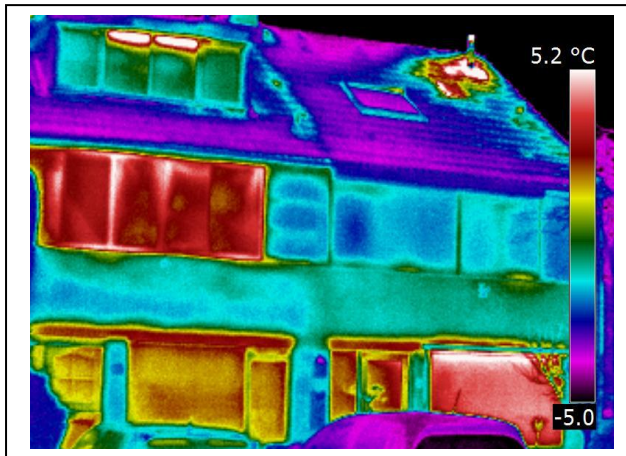
Voorbeeld van een slecht geïsoleerde gevel naast een goed geïsoleerde gevels.



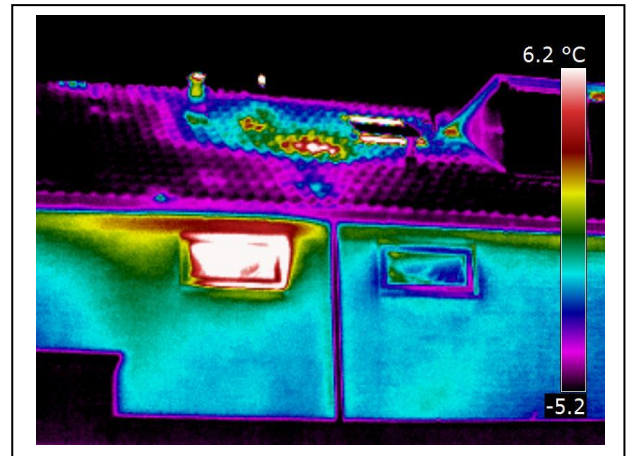
Slecht geïsoleerde gevel van een dakkapel (binnenkant).

5.2 Het isolerend vermogen van de ramen

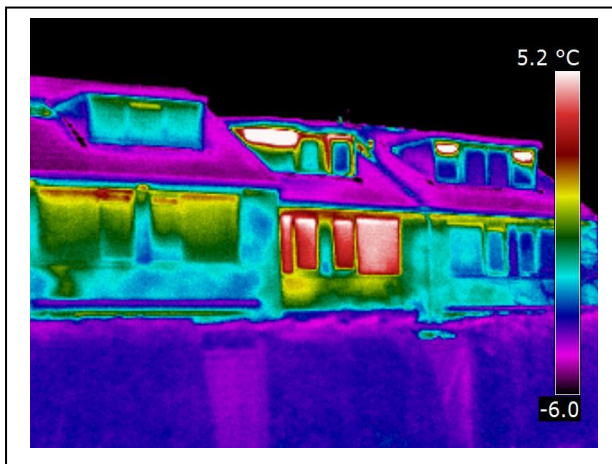
Na 1975 is men veelal dubbelglas gaan toepassen in de woonkamer en de keuken. Vanaf 1979 wordt het verplicht in de woonvertrekken maar pas eind jaren '80 ook op de eerste verdieping.



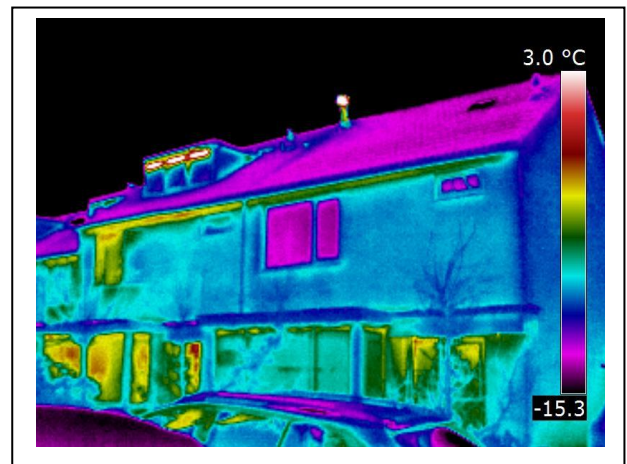
Woningen met enkelglas en rolluiken boven en dubbel- en enkelglas beneden.



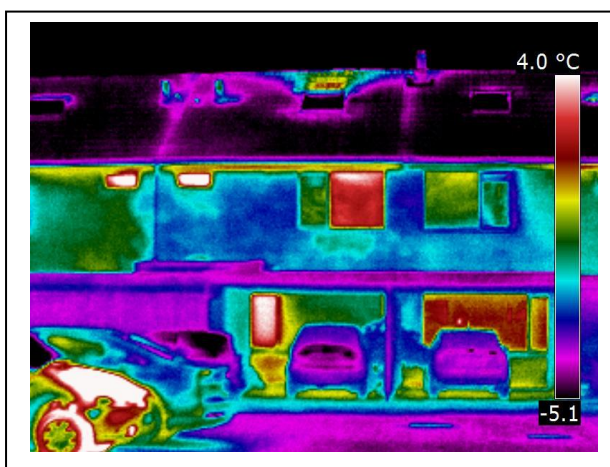
Voorbeeld van woningen met enkelglas en isolerend glas in het klepraam



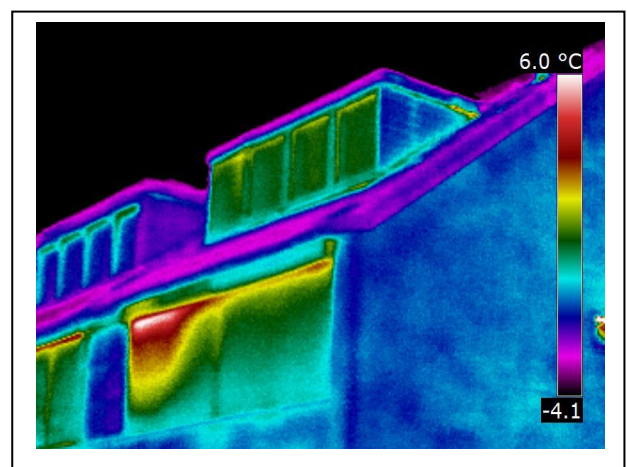
Voorbeelden van woningen met kozijnen met verschillende isolerende glaskwaliteiten.



Voorbeeld van een woning waarbij het enkel glas op de 1^{ste} verdieping is vervangen door HR-glas.



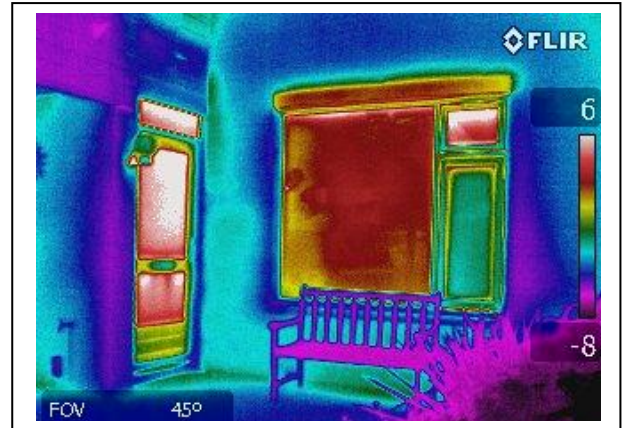
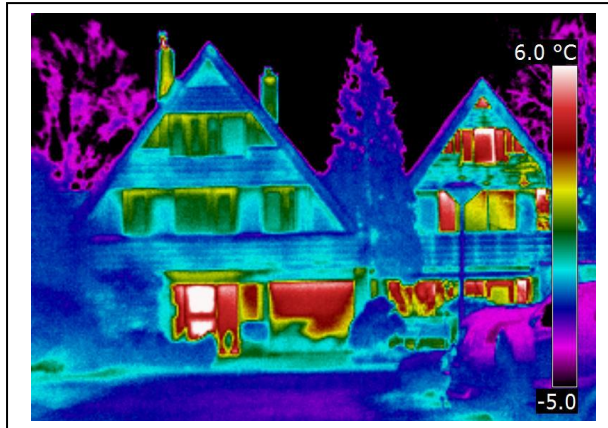
Woningen met kozijnen met verschillende isolerende glaskwaliteiten.



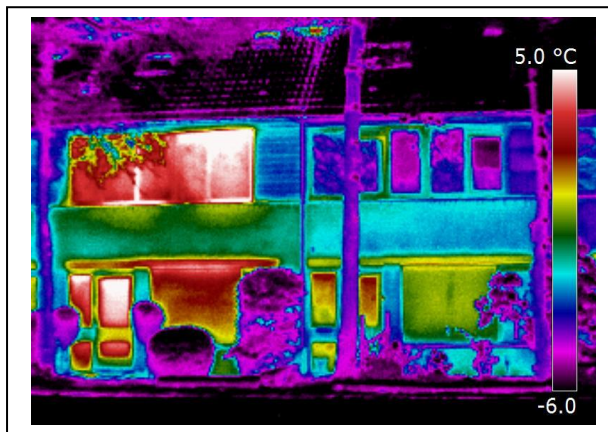
Voorbeeld van een “lekkend” rolluik waar achter vermoedelijk een enkel glasruit zit.

5.3 De conditie van de (voor)deuren

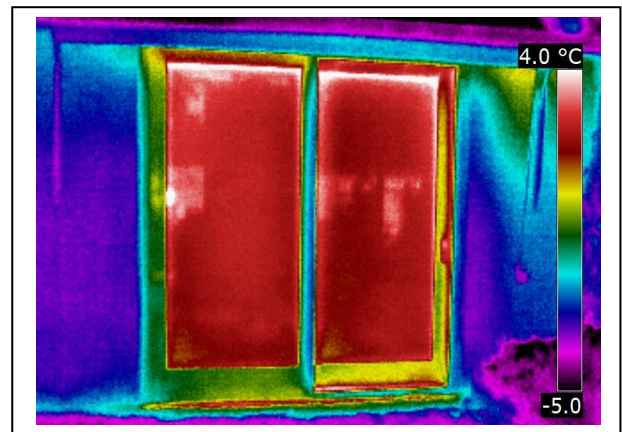
Bij voor- en achterdeuren treft men regelmatig onnodige energieverliezen aan veroorzaakt door de kieren en naden rondom de deur en vanwege het standaard enkelglas. Het vervangen van enkelglas in de voordeur wordt vaak vergeten. Een voordeur grenst direct aan “buiten” en bepaalt voor een belangrijk deel de temperatuur in de hal of gang die weer in verbinding staan met de woonkamer of via het trappengat met de eerste verdieping. Om een prettige temperatuur te creëren in gangen en halletjes worden er radiatoren aangebracht.



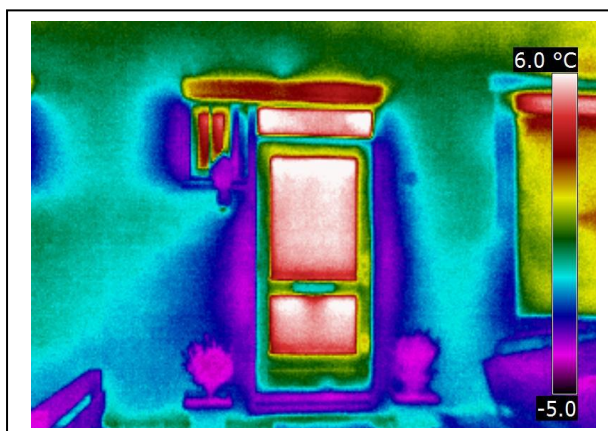
Woningen met enkelglas in de voordeuren



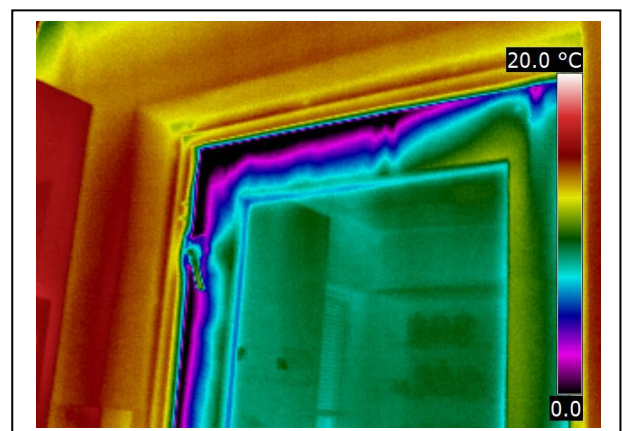
Een woning met links enkelglas en rechts isolerend glas in de voordeur.



Woning met slecht isolerende openslaande deuren



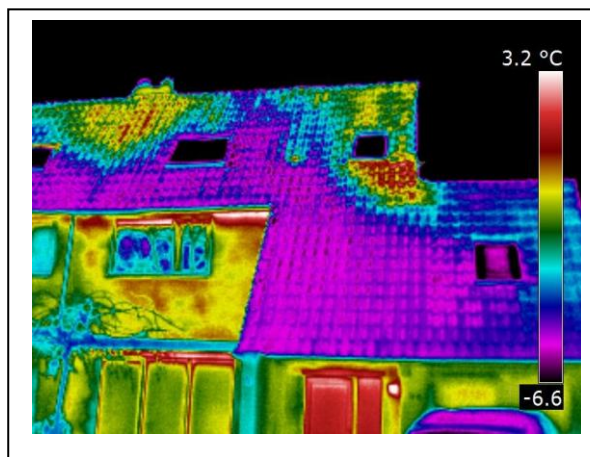
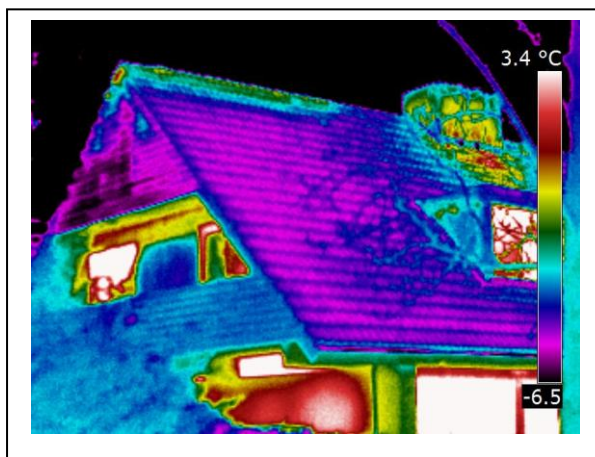
Woningen met een enkelglas voordeur met grote naden en kieren.



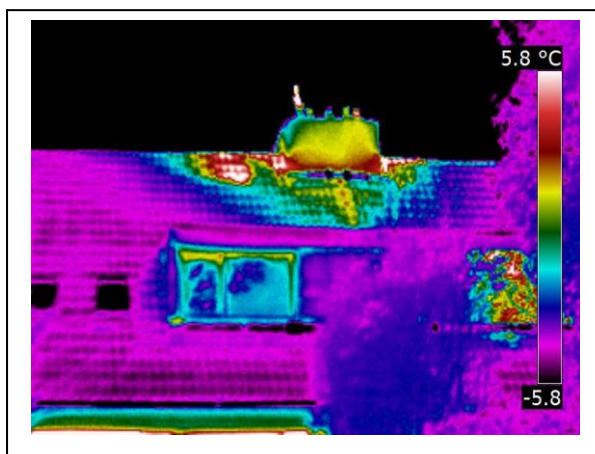
Achterdeur waarbij veel koude lucht door de grote naden en kieren naar binnen komt

5.4 Het isolerend vermogen van de daken

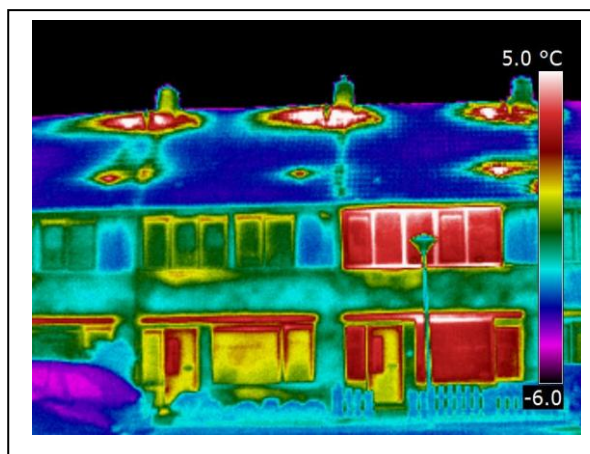
De luchtdichtheid van een dakconstructie is belangrijk voor het voorkomen van energieverlies en het realiseren van een comfortabel binnenmilieu. De scan leert dat het merendeel van de woningen is voorzien van een geïsoleerd dak. Maar niet bij elk dak is de isolatie consequent aangebracht. De isolatie is inmiddels los gaan zitten of op plekken zelfs vergeten. Met name bij schoorstenen en rondom afvoerpijpjes zijn veel energielekken te vinden.



Voorbeelden van ontbrekend isolatiemateriaal in de nok, bij de schoorstenen en in het dakbeschoot



Voorbeeld van een dak met zwakke plekken rond de schoorsteen.

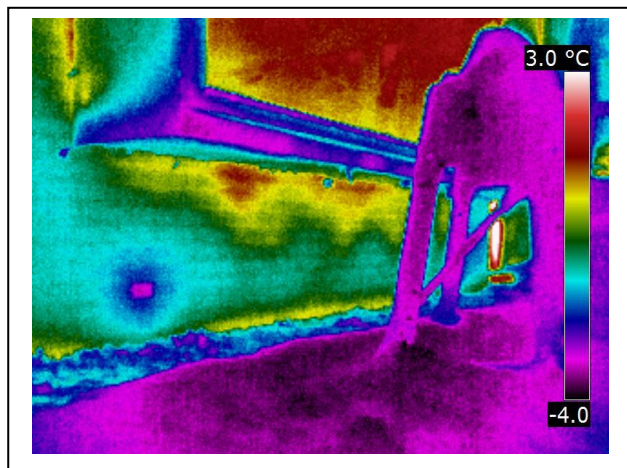
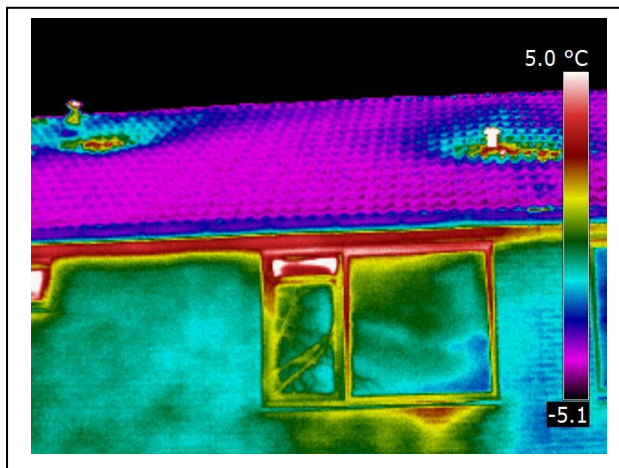


Voorbeeld van ontbrekend isolatiemateriaal bij de schoorstenen en bij de scheidingswanden.

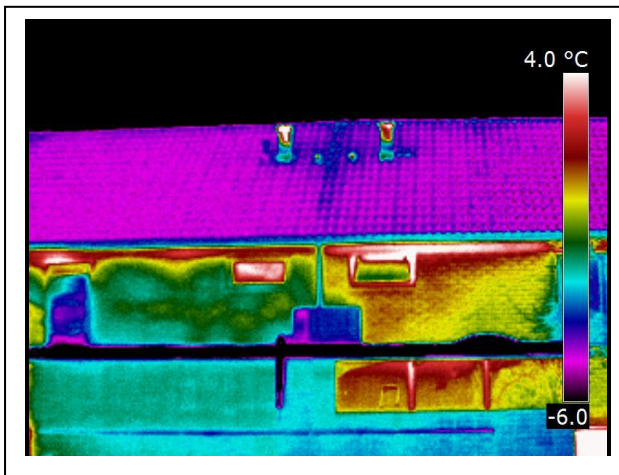
5.5 Energieverliezen bij constructieaansluitingen.

De buitenlucht kan bij veel woningen op zichtbare plaatsen de woning binnendringen. Veelal vindt men luchtlekken bij de aansluitingen van constructies. Deze aansluitingen vertonen vaak oneffenheden waardoor de lucht hier kan binnendringen en een bron van energieverlies vormt.

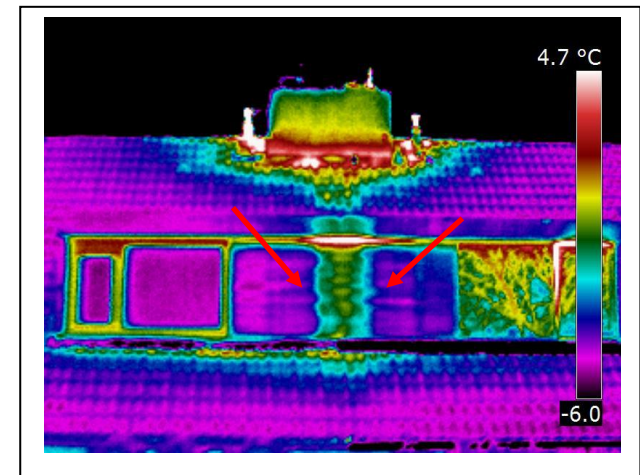
Een koudebrug is een plaats in de gevel waar door slechte isolatie een grotere warmteoverdracht plaats vindt. Bij een koudebrug is er lokaal een groter en sneller warmteverlies dan in de rest van de (goed geïsoleerde) gevel waarbij de temperatuur van buiten naar binnen normaal en langzaam stijgt.



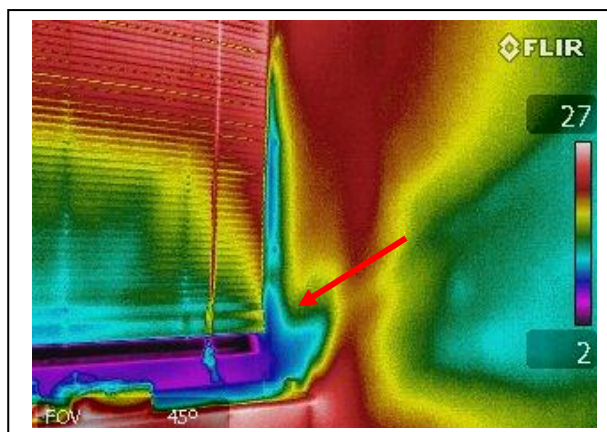
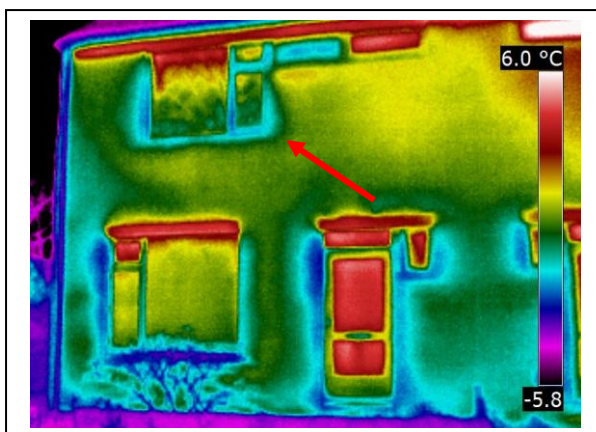
Voorbeelden van luchtlekken rondom raamkozijnen op de 1^{ste} verdieping en op de begane grond.



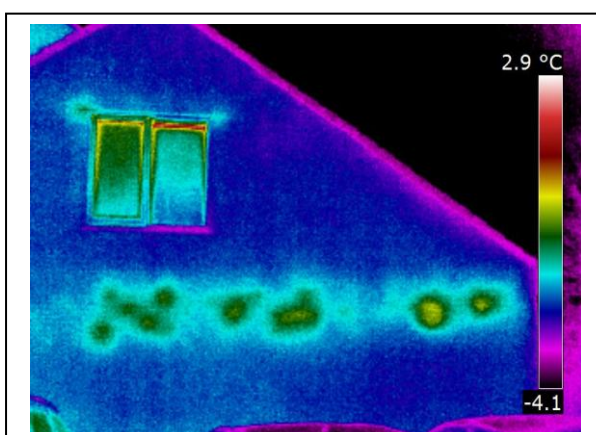
Voorbeeld van luchtlekken bij de aansluiting dak en gevel.



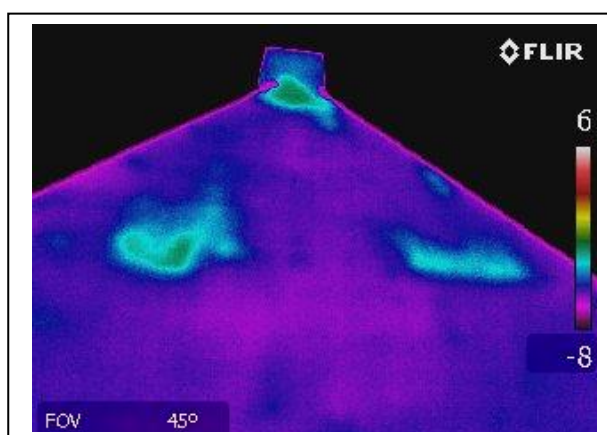
Voorbeeld luchtlekken bij panelen.



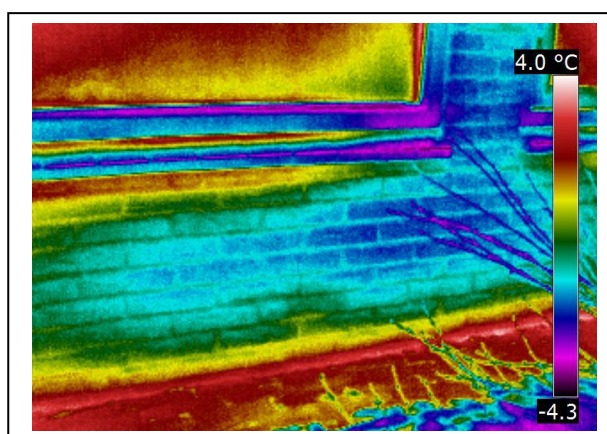
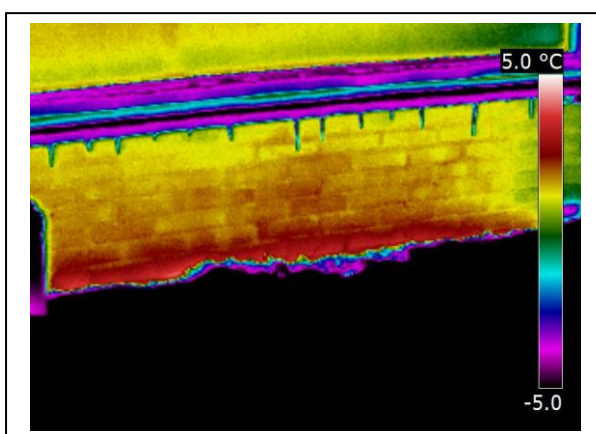
Voorbeelden van luchtlekken en energieverliezen bij raamkozijnen buiten en binnen.



Voorbeeld van energieverlies via de 1^{ste} verdiepingvloer door de gevel



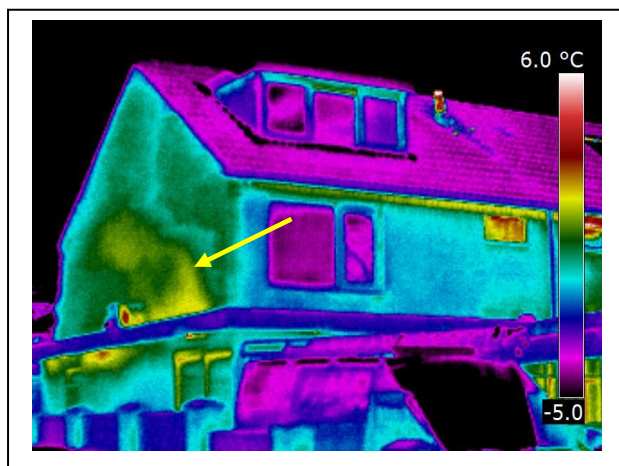
Voorbeeld van koudebruggen



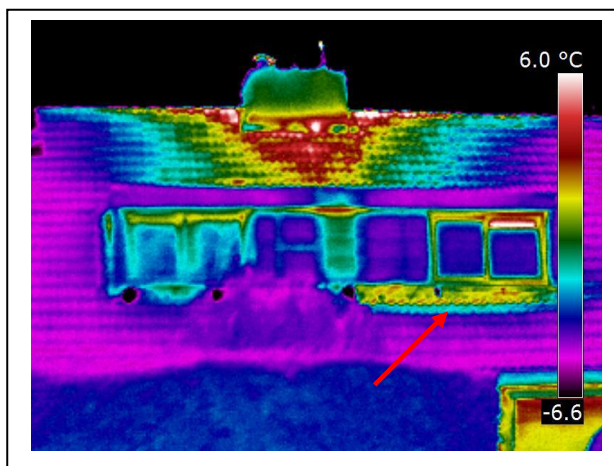
Energieverliezen bij de aansluitingen van de gevel met de begane grondvloer en met het kozijn.

5.6 Energieverlies bij uit- op- en aanbouw

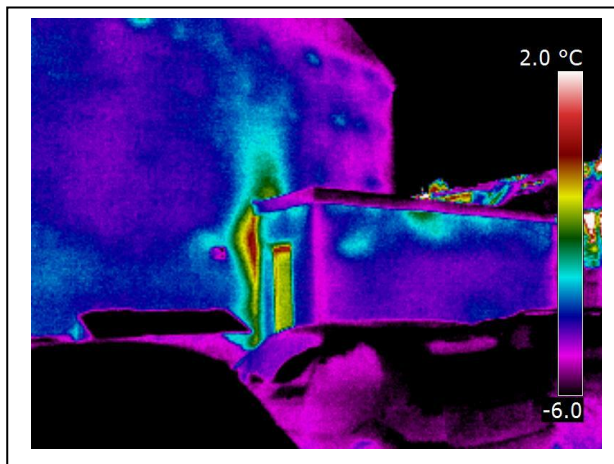
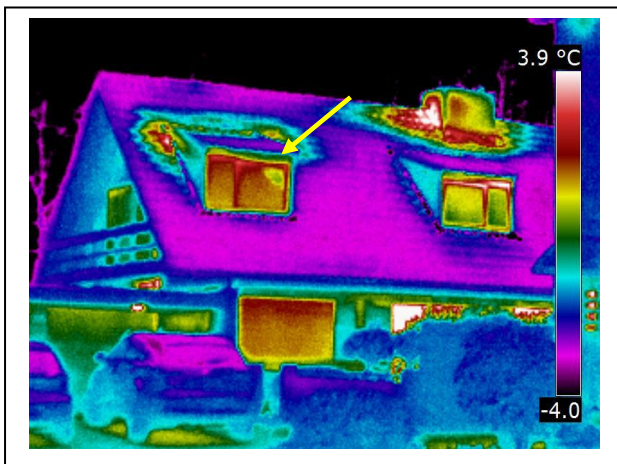
Een uitbouw moet worden gebouwd volgens de dan geldende isolatienormen. Dat betekent dat in veel gevallen de kwaliteit van de isolatiematerialen die in de uitbouw worden verwerkt een goede isolerende werking hebben. Echter blijkt dat de aansluitingen met de originele woning vaak de zwakke “energie” schakels zijn. Het blijkt uit de scan dat een deel van de verwarmde lucht bedoeld voor binnen hier verloren gaat.



Voorbeeld van energielekken bij de aansluiting uitbouw en gevel en met een warmte lek bij de de uitbouw bij de aansluiting dak gevel.



Voorbeeld onder meer van warmteverlies bij de aansluiting van de woning met uitbouw (dakkapel)



Voorbeeld van energieverliezen bij de aansluitingen met het originele woonhuis

6 Tenslotte

Deze rapportage bevat de resultaten van de thermografische analyse van de thermische schil van verschillende woningen in de wijk De Noordbuurt (oostzijde) met als uitgangspunt om een alledaags beeld te geven van de hedendaagse energie en isolatie staat van de gescande particuliere woningen in de opgegeven straten.

Veruit de meeste woningen in deze wijk zijn bij de bouw voorzien van dak- en gevelisolatie. Maar de huidige isolerende kwaliteit van de indertijd aangebrachte isolatiematerialen is verschillend. Er zijn woningen waarbij de “oude” isolatie is vervangen of verbeterd. Dit alles levert een beeld op variërend van goed geïsoleerde woningen, tot aan minder goede en slecht geïsoleerde woningen.

Ook is te zien dat bewoners zelf in de loop van tijd de woningen in meer of mindere maten hebben verbeterd met energiebesparende maatregelen. Anders dan bij woningen in eigendom van woningbouwverenigingen worden energiebesparende verbeteringen vaak in verschillende fase uitgevoerd. Met name het aanbrengen van dubbelglas op de eerste verdieping blijkt een van de uitgevoerde energiebesparende maatregelen. Bij veel woningen in particulier eigendom kunnen op verschillende terreinen nog een scala aan energiebesparende verbeteringen worden doorgevoerd voordat deze woningen in alle redelijkheid tegen de lat van huidige normen voor energieverbruik, isolatie en ventilatie kunnen worden gelegd.

Wijk- of straatprojecten gericht op bijvoorbeeld na-isolatie van spouwen en het aanbrengen van vloerisolatie kan een lagere energierekening en een duidelijke verbetering in het wooncomfort voor veel bewoners binnen handbereik brengen. Maar soms moet ook worden geconstateerd dat isolatiemaatregelen bij de gevels minder haalbaar zijn. Bijvoorbeeld bij de woningen in de wijk die aan de voor- en achterzijde zijn afgewerkt met panelen.

Hoe ouder de woning hoe meer energie deze verbruikt. Maar er kan worden gesteld dat bij woningen welke redelijk tot goed geïsoleerd zijn (nageïsoleerd/verbeterde isolatie), uitgerust met een HR107-combi ketel en met een goed werkende ventilatie de mogelijkheden voor grootschalige energiebesparende verbeteringen beperkter zijn.

Het lijkt voor deze woningbezitters praktischer om hen te attenderen op de voordelen van zaken zoals het aanpakken van kierdichting, radiatorfolies, luchtlekken en het installeren van warmte terugwin systemen (WTW) voor de douche en bij ventilatiesystemen. Ook het stimuleren van het plaatsen van zonnepanelen en zonneboilers zijn voor deze groep van woningbezitters passendere maatregelen.

**Onafhankelijkheid en objectiviteit**

EnjoyEnergy garandeert objectiviteit en volledige onafhankelijkheid bij het door haar uitgevoerde onderzoek. EnjoyEnergy verklaart geen enkele commerciële binding te hebben met aannemers, makelaars of andere tussenpersonen, die de resultaten van dit onderzoek zouden kunnen beïnvloeden

Verklaring en aansprakelijkheid

De gegevens en beoordelingen die in dit rapport zijn opgenomen, zijn door EnjoyEnergy zo goed en objectief mogelijk onderzocht en zo nauwkeurig mogelijk weergegeven. EnjoyEnergy is niet aansprakelijk voor een onjuiste en/of onvolledige rapportage, noch voor de gevolgen van, door haar in het kader van een opdracht, gemaakte fouten. Behoudens opzet of daarmee gelijk te stellen grove schuld. Bij schade door opzet of grove schuld dient dit schriftelijk binnen maximaal 1 maand na rapportage datum te worden aangetoond. Opdrachtgever en opdrachtnemer realiseren zich zeer dat dit rapport een momentopname is. Alle overige aansprakelijkheidsstellingen en/of schadeclaims worden door EnjoyEnergy nadrukkelijk van de hand gewezen. Aan de inhoud van deze rapportage kunnen op geen enkele wijze rechten worden ontleend en ook geen garanties uit voortvloeien.

Auteursrecht

Het auteursrecht van dit document berust bij EnjoyEnergy gevestigd in Zeist. Ontvangers dienen schriftelijke toestemming te hebben van EnjoyEnergy, voordat de inhoud van dit rapport geheel of gedeeltelijk wordt gereproduceerd, of aan derden openbaar wordt gemaakt voor andere doeleinden dan waarvoor dit rapport is opgesteld. Alle rechten blijven te allen tijde voorbehouden aan EnjoyEnergy.