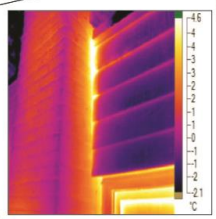
INGENIEURSBUREAU



VAN DER KLEIJ

Rapportage

Thermografisch onderzoek

[redacted] *Maarn*

Opdrachtgever:

Op alle diensten van Ingenieursbureau Van der Kleij zijn de leveringsvoorwaarden van toepassing conform DNR 2011.

ir. P.S. van der Kleij
Boccherinistraat 2, 6815 GX Arnhem
mob. 06-53 34 35 02

info@irvanderkleij.nl
www.irvanderkleij.nl

Inhoudsopgave

Beschrijving van de woning 3
Meetgegevens 4
Omschrijving van de werkzaamheden en randvoorwaarden van de metingen 4
Luchtdichtheidsmeting 5
Algemene opmerkingen t.a.v. de thermografische opnamen 5
Geconstateerde gebreken en advies op hoofdlijnen 6
Samenvatting advies 11
Thermische opnamen buitenzijde 12
Thermografische opnamen binnenzijde 15

Beschrijving van de woning

De woning is gebouwd in 1972.
De uitbouw achter is uit 2001.
De BG vloer is een ongeïsoleerde, zogenaamde 'Kwaaitaal' vloer, een prefab betonnen vloer. Er zijn woningen in de wijk die een andere BG vloer hebben, een systeemvloer van betonnen balkjes en broodjes. De uitbouw heeft een betonvloer op zand of een zogenaamde geïsoleerde balkjes-broodjes vloer.
De verdiepingsvloeren zijn van beton, in het werk gestort.
Het dak is een gordingenkap. Deze is aan de binnenzijde geïsoleerd met 20 mm polystyreen, afgewerkt met schroten.
De gevels zijn:

- Spouwmuren met een spouw van 50-60 mm, ca. 40 jaar geleden is het hele blok nageïsoleerd met EPS parels.
- De woning heeft een gemetselde schoorsteen. Deze is niet in gebruik.
- De uitbouw is van houtskeletbouw en steen.
- De kozijnen zijn origineel.
- Het glas is deels origineel, deels HR++:
    - De bovenlichten zijn enkel glas of van multiplex; U = ca. 5,0.
    - In de badkamer, toilet en voordeur zit enkel glas; U = ca. 5,0.
    - De woonkamer voor heeft oud, standaard isolatieglas U = ca. 3,0.
    - De bovenlichten in de uitbouw zijn HR++ glas, spouw 13 mm U = 1,2.
      In de deuren van de uitbouw zit glas met een spouw van 6 mm; U = 2,0. Dit mag daarom geen HR++ genoemd worden.
    - Het Velux dakraam op zolder heeft standaard isolatieglas; U = ca. 3,0.

  N.B. de spouwbreedte tussen het glas bepaald, met de coating en gasvulling, de isolatiewaarde van het glas. HR++ heeft een $U \leq 1,2$ W/m2.K. HR+ heeft een $1,3 \leq U \leq 1,6$ W/m2.K.

De woning wordt verwarmd met een HR combiketel die op zolder hangt, naast de schoorsteen.
Op zolder zit een buisventilator die de badkamer afzuigt. Het toilet heeft geen ventilatie, wel een te openen raam.
De afzuigkap blaast naar buiten via het kanaal op de verdieping met een pijp door het dak.
In het keukenraam zit een lang ventilatierooster. In de dakkapel zitten twee ventilatieroosters. De kamers op de verdieping worden geventileerd door een raam open te zetten.

Gasverbruik:

Oktober 2022	56 m3
November 2022	152 m3

Het jaarverbruik is niet bekend.

De woning heeft 10 PV-panelen op het achterdakvlak.

Meetgegevens

Bezoekdatum	19-12-2022

Bouwdetails (opgemeten)

Netto inhoud van het gebouw	**390** m^3
Verwarmd vloeroppervlak	**141,3** m^2

Weersgesteldheid:

Tijd	**8.00 u**	**10.35 u**
Buitentemperatuur	6,7 °C	7,7 °C
Luchtvochtigheid	95 %	93 %
Windsnelheid	6 m/sec	6 m/sec
Windrichting	Z	Z
Luchtdruk	1014 hPa	1014 hPa
Binnentemperatuur	17-18 °C	17-18 °C
Luchtvochtigheid	55%	55%
	motregen	lichte regen

Meetapparatuur:

Thermografische camera:	Flir E95
Blowerdoor	Retrotec 6000
Drukmeter	Retrotec DM32

Omschrijving van de werkzaamheden en randvoorwaarden van de metingen

Om 8.15 u is de woning aan de buitenzijde opgenomen met de warmtebeeldcamera. Omdat het vrij hard woei (4 bft wind op de achtergevel) is aan de voorzijde thermografisch meer te zien dan aan de achterzijde. Het dak was nat door de regen. Toch is hier behoorlijk veel warmteverlies zichtbaar.
De blowerdoor is opgesteld in de voordeur. De ventilatie van de badkamer is afgeplakt.

Met de blowerdoor is de woning op 50 Pa onderdruk gebracht en vervolgens is de hele woning opgenomen met de warmtebeeldcamera.
De weersomstandigheden waren redelijk met een buitentemperatuur die opliep van 6,7 naar 7,7 °C.
De wind was redelijk sterk, maar nog acceptabel.
De woning was gedurende de nacht zo egaal mogelijk verwarmd.
Aan het eind van het onderzoek is de luchtdichtheid bij onderdruk bepaald.

Luchtdichtheidsmeting

De luchtdichtheid van de woning is bij de meting bepaald op **q_{v10}*= 1,94 l/sec/m²** en de **n50**= 7,16** x de inhoud/uur.

De meetwaarden zijn behoorlijk hoog, ook voor een woning uit deze bouwperiode. Dat betekent dat er veel warmte naar buiten vliegt. Met name door het dak. Maar de luchtdichtheid kan aanzienlijk verbeterd worden, wat het comfort verbetert en het energieverbruik naar beneden brengt.

* In Nederland bepalen we voor de luchtdichtheid de q_{v10}. Dit is de luchtlekkage bij 10 Pa drukverschil over de schil, gerelateerd aan het gebruiksoppervlak van de woning. 10 Pa is de gemiddelde windsnelheid in Nederland, te weten 2-3 bft. De q_{v10} wordt aangegeven in l/sec/m^2. Voor nieuwbouw mag de q_{v10} volgens het Bouwbesluit maximaal 1,0 l/sec/m^2 zijn, maar gebruikelijker is om deze te maximeren op 0,6 of 0,4 l/sec/m^2. Bij zeer energiezuinige woningen zelfs 0,15 l/sec/m^2.
** In andere landen wordt de n_{50} gebruikt. Dit is de luchtlekkage ten opzichte van de inhoud van de woning bij 50 Pa drukverschil (zeg maar 5 bft). Bij zeer energiezuinige woningen is de $n_{50} < 0,6$.

Mijn collega heeft een kennisblog geschreven over nut & noodzaak van luchtdichtheid:
www.plushuis.nu/luchtdicht

Het meetrapport zelf zit in een apart bestand.

Algemene opmerkingen t.a.v. de thermografische opnamen

De thermografische beelden zijn als bijlage achterin dit rapport opgenomen. ‘Hoe blauwer hoe kouwer’. Dat betekent aan de buitenzijde is koud goed en betekent oranje/geel warmteverlies. Aan de binnenzijde is dat andersom.
Om een zo duidelijk mogelijk thermografisch beeld te krijgen, is de temperatuurschaal bij elke opname met zoveel mogelijk contrast ingesteld. Dat wil zeggen dat alle kleuren van het spectrum in de opname worden weergegeven. Dat betekent wel dat de temperatuurschaal per opname kan verschillen. Gelieve hierop te letten.

Bij de thermografische opnamen aan de binnenkant is de woning op 50 Pa onderdruk gezet. Vergelijkbaar met windkracht 5 die rondom op de schil staat. In werkelijkheid zal wind alleen aan de windzijde zorgen voor binnendringende lucht, door de overdruk aan die kant. Aan de lijzijde van de woning zal onderdruk ontstaan, waardoor daar warme lucht uit de woning wordt gezogen. Dit is op de thermografische opnamen van de buitenzijde ook te zien.

Geconstateerde gebreken en advies op hoofdlijnen

Geconstateerde gebreken nader bekeken:
Cursief staan eventuele oplossingen aangegeven.

Luchtdichtheid
De woning is behoorlijk luchtlek – met name het dak. Daar is dan ook veel winst te halen zowel qua energieverbruik als qua comfort.
Dit zou mijn eerste prioriteit hebben. Dat moet dan wel in combinatie met het aanleggen van een goed ventilatiesysteem in de ruimten waar geleefd wordt.

In het dak zitten flinke gaten en kieren. Met name rond de dakdoorvoer van de c.v. ketel. Een woning is te zien als een schoorsteen. Uw woning heeft een open trappenhuis en zolder(kamer). Warme lucht stijgt op en drukt tegen het dak. Als het daar naar buiten kan betekent dit veel warmteverlies. En de lucht die boven ontsnapt moet op de lager gelegen verdiepingen aangevuld worden van buiten. Door kieren en naden en openstaande ramen. Behalve warmteverlies betekent dit ook een trek door het huis, die zorgt voor discomfort.

De grootste luchtlekken zijn:

- Het pannendak is aan de binnenzijde geïsoleerd met 20 mm piepschuim en afgewerkt met schroten. Het dakbeschot zelf bestaat uit houten delen. Op de opnamen van de buitenkant is goed te zien hoeveel warme lucht en dus energie door het dak ontsnapt. Boven de ketel zit een groot gat in het dak. De warmte die de ketel afgeeft verdwijnt rechtstreeks door het dak.
  Belangrijk is dat het dak aan de warme kant luchtdicht is. Dat betekent een gesloten luchtdichte laag aan de binnenkant aanbrengen. Hiervoor bij voorkeur een speciale ('intelligente'-vochtvariabele) folie gebruiken. Deze wordt over de gordingen heen aangebracht en luchtdicht aangesloten op het stucwerk op de muren (bouwmuur, kopgevel en gevel op de verdieping. Alle naden en aansluitingen afdichten met speciale luchtdichtingstape en/of kit. Bijvoorbeeld van het merk Siga of Illbruck. De ruimte tussen de folie en het dakbeschot volledig vullen met isolatie om vochtproblemen in het dak te voorkomen.
  Dat kan met minerale wol of pir-isolatie. Maar met biobased materialen (vlas, houtvezel of cellulose) blijft de zolder koeler in de zomer, doordat deze materialen de binnenkomende warmte accumuleren en slechts langzaam doorlaten naar binnen.
- *Een andere, maar minder effectieve optie om de trek in het huis te verminderen, is compartimenteren. De zolder afsluiten van het trappenhuis met een gesloten wand met deur, of eventueel een zwaar gordijn.*
- *Bij bovengenoemde werkzaamheden het Velux dakraam luchtdicht aansluiten op de hierboven genoemde folie.*
- *Dit geldt ook voor de dakdoorvoeren van de riolering en de ventilatie van de badkamer.*
- Het kanaal van de afzuigkap loopt via de slaapkamer aan de achterzijde. Hier kwam behoorlijk koude lucht uit.
  De makkelijkste manier om dit te verhelpen is waarschijnlijk door onder de pannen de aansluiting tussen dakdoorvoer en het dak dicht te maken.
- Het dak van de uitbouw is ook een luchtlek. Dat betekent dat het dak rondom niet luchtdicht is uitgevoerd bij de bouw. Datzelfde geldt voor de aansluiting van het dak op de gevel op de

eerste verdieping. Ook de onderzijde van de spouwmuur is niet afgedicht. Daarbij moet ik wel aanmerken dat aannemers daar toen niet op letten.

Dit is de binnenzijde van de gevel in het plafond van mijn eigen woning. Een gatenkaas waardoor veel koude lucht in het plafond kwam.

Dit kan het beste worden opgelost van binnenuit door het plafond open te maken. Metselwerk wat niet gestuct is stucen.
De muren luchtdicht aansluiten op de onderkant van het dakbeschot (flexpur + luchtdichtingstape of -pasta). Hetzelfde rond de balken. Leidingdoorvoeren rondom luchtdicht maken. Verder is het belangrijk dat boven de kozijnen isolatie is aangebracht en rondom luchtdicht is aangesloten/afgewerkt.

- Uit de koof in de overgang eetkamer-uitbouw kwam behoorlijk wat koude lucht. Hierin lopen de c.v. leidingen vanaf de eerste verdieping naar de kruipruimte.
  De koof openmaken. Vermoedelijk zit er een gat in de BG vloer. Deze afdichten.
- De doorvoer van de CAI kabel in de woonkamer tocht.
  Deze kan met flexpur of kit afgedicht worden.
- In de meterkast zitten twee (minder belangrijke) tochtgaten:
    - Uit het plafond kwam koude lucht. *Om hier bij te komen moet het plafonnetje er uit. Waarschijnlijk zal blijken dat het metselwerk van de gevel open is. Zie hierboven.*
    - Een klein lek rond de gasleiding die uit de kruipruimte komt. *Deze afdichten met flexpur of kit.*

De (spouw)muren

- De spouw van woning zal 50-60 mm zijn. De spouwen van het hele blok zijn ca. 40 jaar geleden nageïsoleerd met EPS-bolletjes of UF-schuim. Het thermografisch beeld van de gevels is niet egaal, wat er op kan duiden dat de spouwmuurisolatie niet meer overal goed is. Er waren geen openingen in de gevel waardoor ik in de spouw kon kijken.
  Een isolatiebedrijf de staat van de spouwisolatie laten controleren en advies uitbrengen of de spouw kan worden bijgevuld.
- De lateien boven de kozijnen vormen koudebruggen.
  Dit is niet eenvoudig te verbeteren. De beste manier om de woning vergaand te verduurzamen is om de buitengevel in te pakken. Dan worden alle koudebruggen ingepakt en luchtlekkages verholpen. Eventueel eerst het buitenspouwblad verwijderen. Maar ik vermoed dat dit te ver gaat.
- Het thermografisch beeld van de muur met de buren doet vermoeden dat dit een spouwmuur is. Dit wordt bevestigd door de bouwtekening die ik recent ontving. Dit geldt in ieder geval voor een deel van de woningen. Als deze spouwmuur aan de bovenzijde niet is afgedicht kan dit zorgen voor extra warmteverlies door thermische trek (schoorsteenwerking) in de spouw. *Zeker als er verbinding is tussen de kruipruimte en deze spouw.*
  Dit is op te lossen door de spouw aan de bovenzijde dicht te zetten, b.v. met vacuüm verpakte minerale wol, bv https://mavotrans.nl/airtight.htm.

De kozijnen:

- De meeste kozijnen tochten behoorlijk in de aansluiting op de vensterbank en sommige bijvoorbeeld ook aan de bovenzijde.
  De naden tussen kozijn en vensterbank/muur afkitten met een goede kit. Dit kan een schilder of timmerman doen.
- De originele draaiende delen hebben tochtstrips die op het kozijn gespijkerd zitten:
  - De voordeur tocht. U heeft daar een zwaar gordijn voor hangen. Dit is een prima maatregel.
    Om de tochtdichtheid te verbeteren de tochtstrips vervangen en het sluitwerk knevelend afstellen. De beste tochtstrips zijn de volrubber Buva Solidseal. Die hebben een grotere 'slag'. Ze kunnen geniet of geplakt worden met dubbelzijdig tape. Nadeel is dat ze er alleen in 17 mm breedte zijn en oudere kozijnsponningen soms maar 15 mm breed. Zie SolidSeal Renovatie tochtprofiel (luchtdichtshop.nl)
    Om te voorkomen dat deuren krom trekken en om ze goed in de rubbers te drukken is een meerpuntssluiting een goede oplossing. Daar is een timmerman ca. 8 uur mee bezig.
    De onderzijde van naar binnendraaiende deuren is lastig tochtdicht te maken omdat daar geen aanslag zit waar een tochtstrip tegenaan kan sluiten. Er zijn twee mogelijkheden:
    - *Een valdorpel infrezen in de onderzijde van de deur. Bij het sluiten van de deur komt deze naar beneden en dicht af op de onderdorpel.*

- *Een borstel of rubber op de onderzijde van de deur schroeven. Deze moet dan aansluiten op de onderdorpel.*

  - De ramen tochten iets.
    Dit kan verbeterd worden door de tochtstrips te vervangen zoals hierboven beschreven. Dan zal echter ook een ventilatie aangebracht moeten worden.
  - De dubbele tuindeur en de enkele deur in de uitbouw tochten fors. Deze sluiten niet goed. Tocht zal aan de eetkamertafel voelbaar zijn.
    Dit kan verbeterd worden door de tochtstrips te vervangen én de deuren beter sluitend te maken. Daarbij controleren of ze niet aanlopen.
- Het glas op de verdieping is vervangen door HR++ isolatieglas.
- Het glas in de woonkamer en het onderste glas in de uitbouw (o.a. in de deuren) heeft een slechte isolatiewaarde. De huidige isolatiewaarde is U = 5,0 voor het enkel glas of multiplex, respectievelijk 3,0 voor oud isolatieglas. In de uitbouw heeft het onderste glas een U = 2,0.
  Vervang het glas het liefst door glas met een zo laag mogelijke U-waarde, bijvoorbeeld HR++ glas met U = 1,1 of 1,0 W/m2.K. Belangrijk is dat de spouw tussen het glas 15 mm is. Wordt glas met een dunnere spouw toegepast dan wordt de isolatiewaarde slechter.
  Speciaal HR++ b.v. 'Eclaz One' spouw 15 mm U = 1,0
  Standaard HR++ spouw 15 mm U = 1,1
  Idem met spouw 13 mm U = 1,2
  Idem met spouw 12 mm U = 1,3, dit mag dan geen HR++ meer heten.
  Tripleglas (U = 0,6-0,7) adviseer ik bij u alleen in combinatie met een goed ventilatiesysteem en het isoleren van alle bouwdelen in de woonkamer/keuken. Het risico op inwendige condensatie en schimmel is anders te groot.

Daken/plafonds/vloeren

- Het isoleren van het pannendak heb ik al besproken bij luchtdichtheid.
- Het platte dak van de uitbouw kan eventueel extra geïsoleerd worden aan de binnenzijde. Mits onder de dakbedekking al pur- of pir isolatie zit met een Rd van minimaal 2,7 m^2.K/W.
  Dan moet in principe wel het plafond er uit. Een 'intelligente' dampremmer aan de binnenzijde over de dakbalken aanbrengen en deze luchtdicht af te tapen/aan te sluiten op de omliggende bouwdelen. Deze folie moet overal doorgetrokken worden en aangesloten op muren en andere constructiedelen. Dus ook boven/in de kast. Dikke rachels 22x60 mm h.o.h. 330 mm aanbrengen over de folie. Tussen de rachels (en de folie) de elektra aanbrengen (folie niet doorboren). De ruimte tussen de folie en het dakbeschot laten vullen met cellulose. Of voor het aanbrengen van de folie de ruimte tussen de balken volledig vullen met isolatie. Minerale wol, maar beter nog vlas of houtvezel. Zie eerder. Op deze wijze aan de binnenzijde kan, mits perfect uitgevoerd én er moet onder de dakbedekking 60 mm PIR isolatie liggen om inwendige condensatie te voorkomen. Is de een dunnere, of andere isolatie onder de dakbedekking aangebracht dan is een controleberekening noodzakelijk.
  Tot slot natuurlijk het plafond weer afwerken.
  N.B. dit dient door een deskundige partij te worden uitgevoerd.
- De BG vloer bestaat uit Kwaaitaal elementen.

Deze kan vanuit de kruipruimte geïsoleerd worden met bijvoorbeeld met PIFF-isolatie, of bespoten worden met PUR of Icynene (watergeblazen PUR). Daarbij wordt ook een deel van de fundering meegeïsoleerd. Te overwegen is om ook de c.v. leidingen mee te isoleren. Dan zijn ze wel minder goed te controleren op lekkage.
Vooraf moet gecontroleerd worden of de Kwaaitaal vloer geen betonrot vertoond en de vloer zonder risico geïsoleerd kan worden. Kwaaitaal vloeren zijn hier namelijk berucht om. Eventueel kan gekozen worden om de Kwaaitaal vloer vrij te houden van isolatie en op de bodem van de kruipruimte losgestorte EPS-parels of Drowa chips aan te brengen. Dit is wel minder effectief dan de onderzijde van de vloer isoleren.

Installaties
Als de luchtdichtheid verbeterd wordt is het raadzaam om ook goede ventilatie aan te brengen.

- De c.v. leidingen lopen door de kruipruimte waar ze onnodig warmte verliezen.
  Het is zinvol om deze zo goed mogelijk te isoleren.
- *Een moderne c.v. ketel heeft het hoogste rendement als de temperatuur op 60 ^{o}C of lager wordt ingesteld. Dan wordt namelijk de warmte uit de rookgassen teruggewonnen.*
- *Een goed, permanent ventilatiesysteem aanbrengen. Minimaal systeem C (centrale afzuiging van badkamer, keuken en toilet en luchttoevoer in de verblijfsruimten). Of een energiezuinig systeem D (balansventilatie met warmteterugwinning, WTW). Balansventilatie is veel comfortabeler omdat de ingeblazen lucht wordt voorverwarmd. Daarnaast kan de lucht eenvoudig van een goed filter worden voorzien dat fijnstof tegenhoudt (houtstook en uitlaatgassen). Deze voordelen hebben roosters in het glas niet.*
- *Waterzijdig inregelen van de c.v. installatie kan een besparing opleveren van 10% en in sommige gevallen kan het comfort verbeteren. Waterzijdig inregelen zorgt er namelijk voor dat door elke radiator de juiste hoeveelheid warm water stroomt, hoever deze ook van de ketel verwijderd is. Als de installatie niet waterzijdig is ingeregeld kan het zijn dat radiatoren die ver van de ketel zitten te weinig warmte krijgen, omdat het water vooral door de radiatoren stroomt die vlakbij de ketel zitten.*
- *Een alternatief voor waterzijdig inregelen is temperatuurregeling per ruimte. Gewoonlijk wordt de ketel aangestuurd door een kamerthermostaat in de woonkamer. Als het daar warm genoeg is gaat de ketel uit. Als bv in de werkkamer warmte gewenst is moet de kamerthermostaat onnodig hoger gezet worden. Bij een regeling per ruimte gaat de ketel aan als in een willekeurige ruimte warmte wordt gevraagd. Bijvoorbeeld Evohome of Tado.*

Samenvatting advies

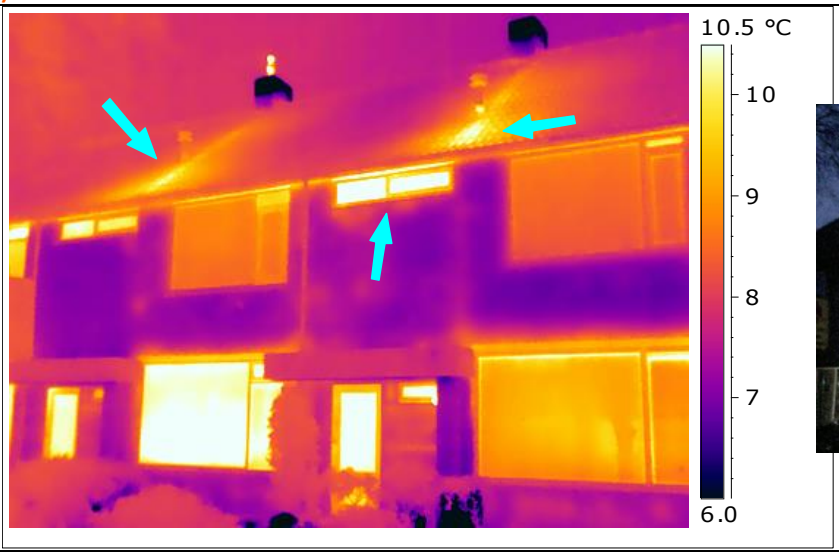
Ik zou de volgende maatregelen nemen:

1. Het pannendak luchtdicht maken en meteen isoleren.
2. Een alternatief is de woning compartimenteren.
3. Het dak van de uitbouw luchtdicht maken. Eventueel extra isoleren.
4. De spouwisolatie laten controleren en zo mogelijk bijvullen.
5. De BG vloer isoleren.
6. Een goed ventilatiesysteem aanbrengen. Zeker als de woning luchtdichter gemaakt wordt.
7. Door de temperatuur van de c.v. ketel zo laag mogelijk in te stellen kan ook gas bespaart worden. Pas bij een temperatuur onder de 60 ^{o}C werkt een ketel met een hoog rendement. Dat bij verlagen van de temperatuur nog beter wordt.
8. *De c.v. installatie waterzijdig laten inregelen of ruimteregeling (b.v. Honeywell Evohome) kan zowel het comfort verbeteren als energie besparen.*
9. *Dan nog de optie om een hybride warmtepomp toe te passen. Dat is een lucht-water warmtepomp naast de ketel. De ketel zorgt globaal voor 40% van de verwarming (als het buiten koud is) en het warme water. De warmtepomp doet de rest. Na aftrek van subsidie is dit een interessante maatregel.*

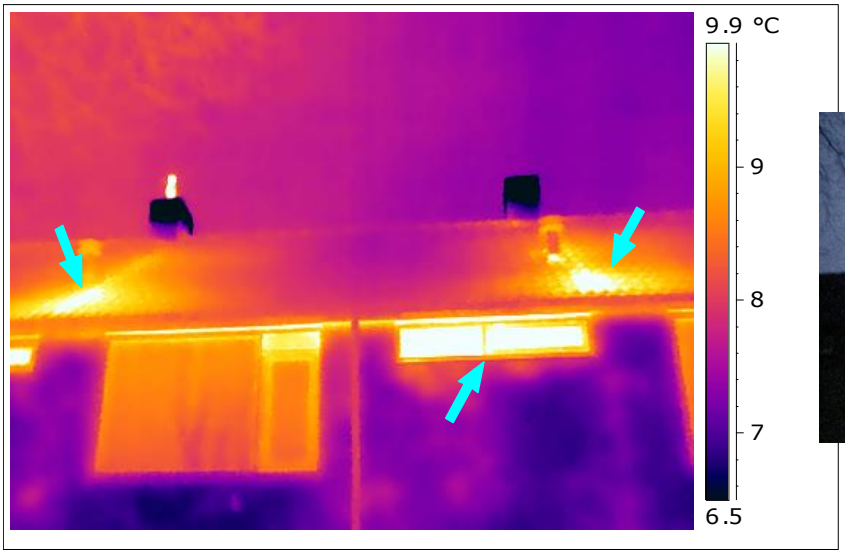
Thermische opnamen buitenzijde
voor zonsopgang

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Voorgevel

a)



b)

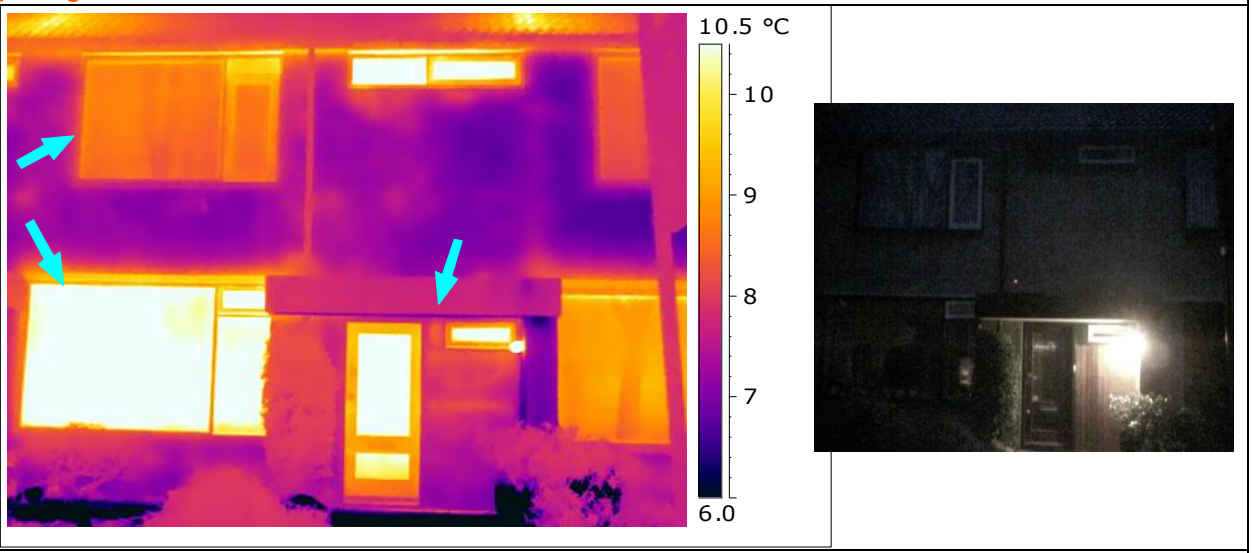


Commentaar
Veel warme lucht uit het dak.
Bovenlichten zijn enkel glas (badkamer) en multiplex (voorkamer).

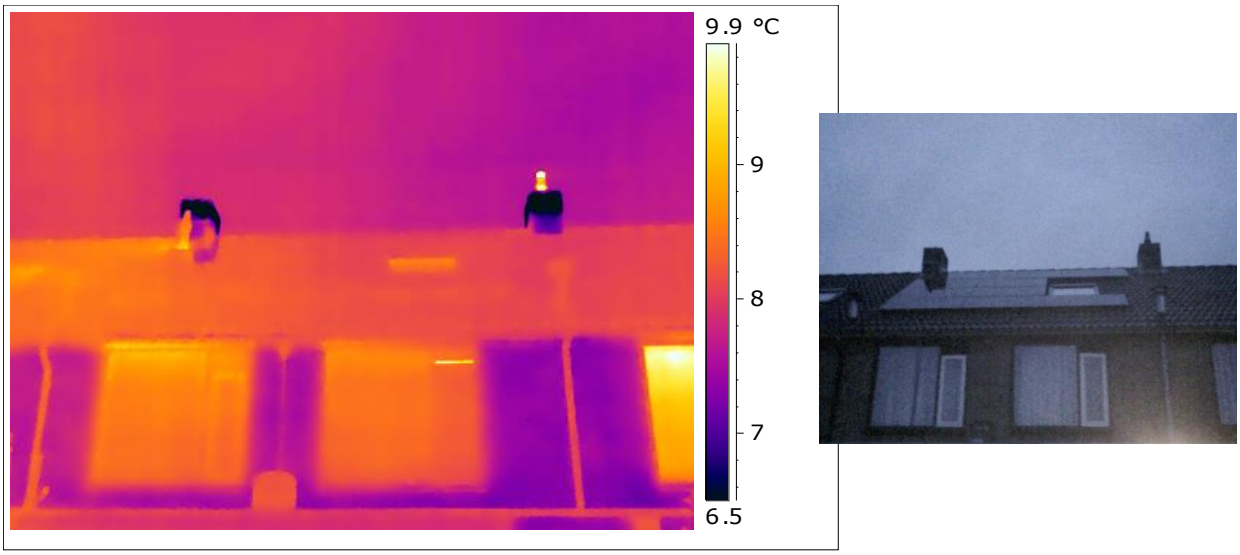
Thermische opnamen buitenzijde
voor zonsopgang

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	

a) Voorgevel



b) Achtergevel



Commentaar

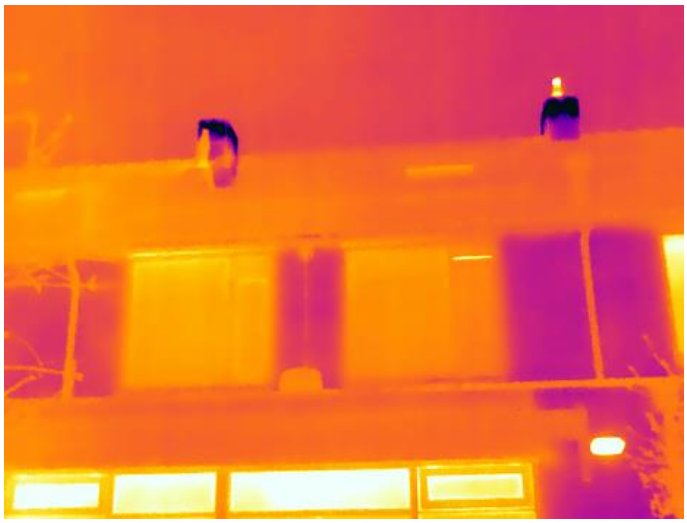
a) Voordeur en toilet hebben enkel glas.
Woonkamer heeft oud/standaard isolatieglas, terwijl de verdieping HR++ glas is.

b) *De opnamen aan de achterzijde laten thermografisch niet zoveel zien. Dit komt omdat de wind, die op de achtergevel stond, de gevel en het dak afkoelde. Aan de voorzijde is daarom des te meer te zien.*

Thermische opnamen buitenzijde
voor zonsopgang

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	

a)



b)

Commentaar

a) Zie vorige opname.

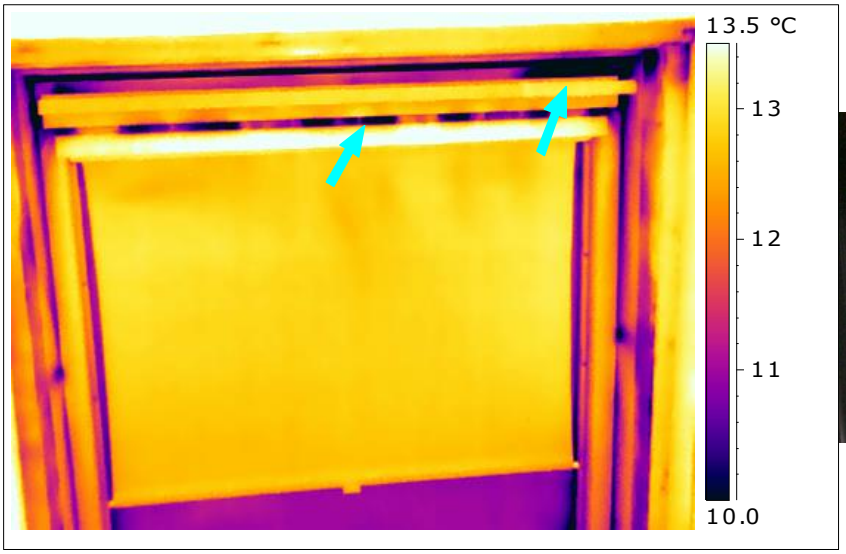
b) Rondom de draaiende delen komt warme lucht naar buiten.

Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Zolderkamer, dak achterzijde

a)

b)



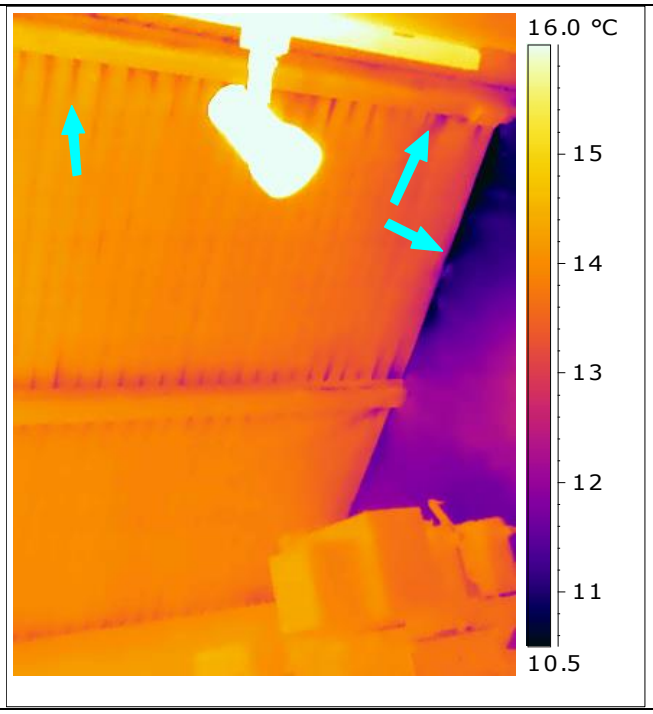
Commentaar

Tocht rond het dakraam. Ook de klep van het dakraam sluit niet helemaal af.

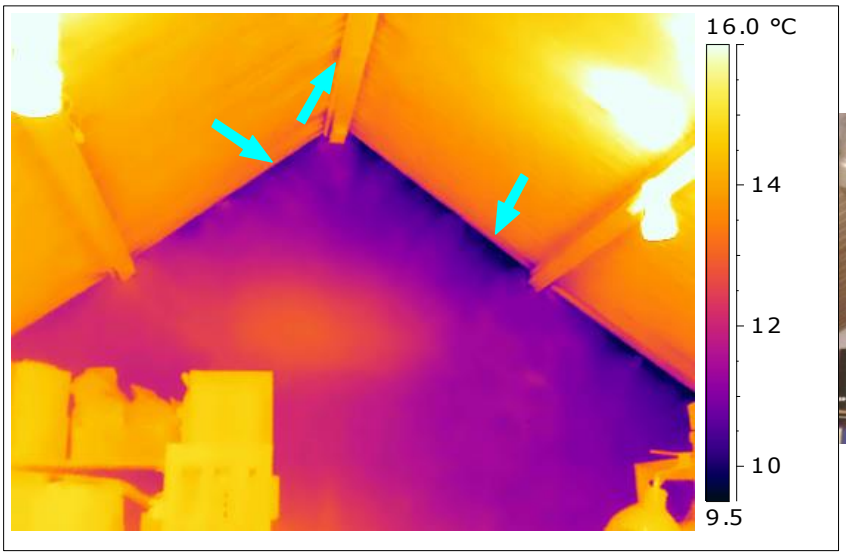
Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Zolderkamer, dak achterzijde

a)



b)



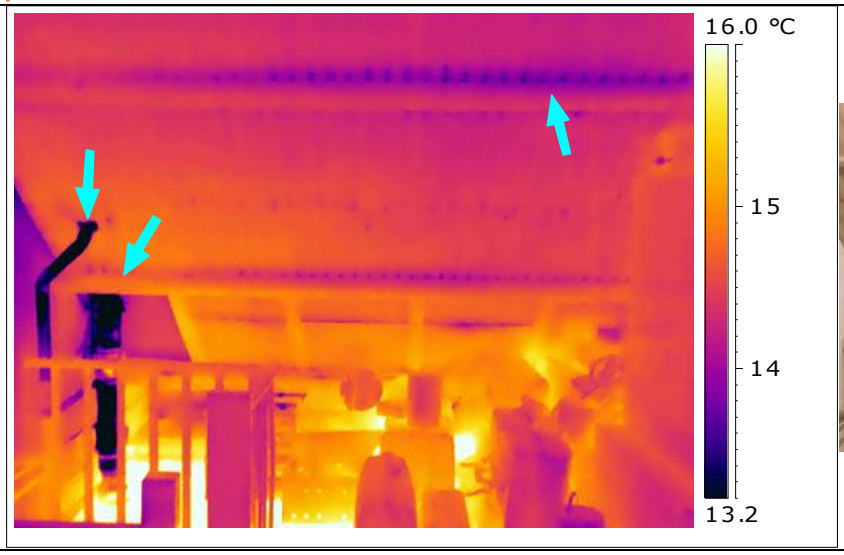
Commentaar

Het dak bestaat uit houten delen en is aan de binnenzijde geïsoleerd met 20 mm polystyreen platen, afgewerkt met schroten. Dit geheel is niet luchtdicht, waardoor er op de zolder veel tocht is en veel warmteverlies zoals te zien is op de opname aan de buitenzijde. De warme lucht die uit het dak kan ontsnappen wordt op de lager gelegen verdiepingen aangevuld met koude lucht van buiten. Hierdoor ontstaat een koude trek in de woning.

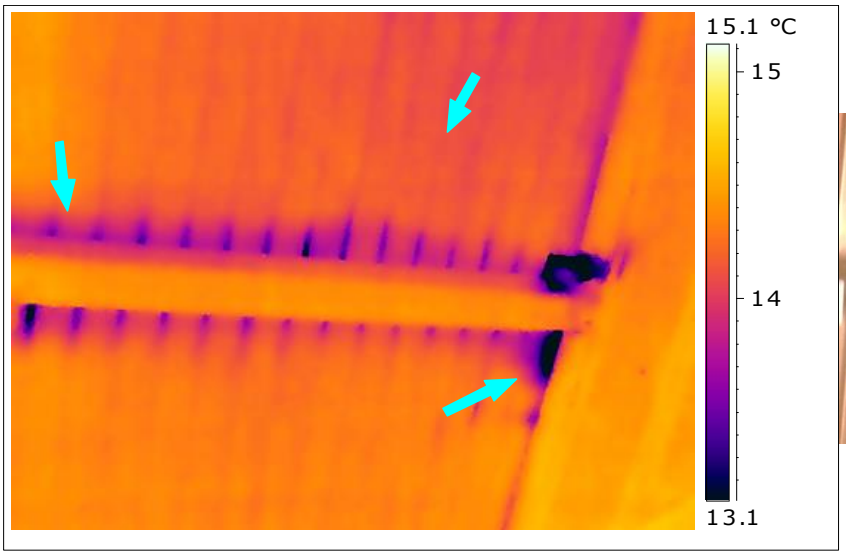
Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Open ruimte op zolder, dak voorzijde

a)



b)



Commentaar

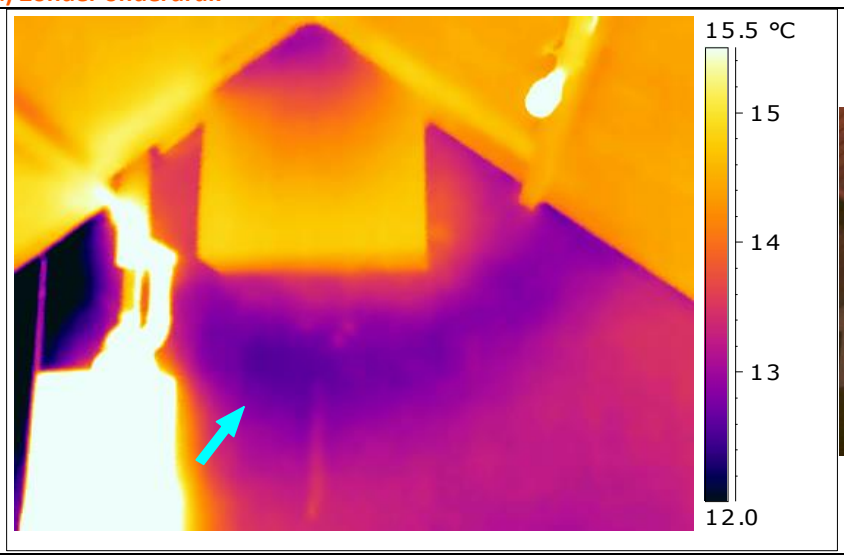
a) Koude lucht langs de twee dakdoorvoeren
Koude lucht uit het dak.

b) Koude lucht uit het dak.

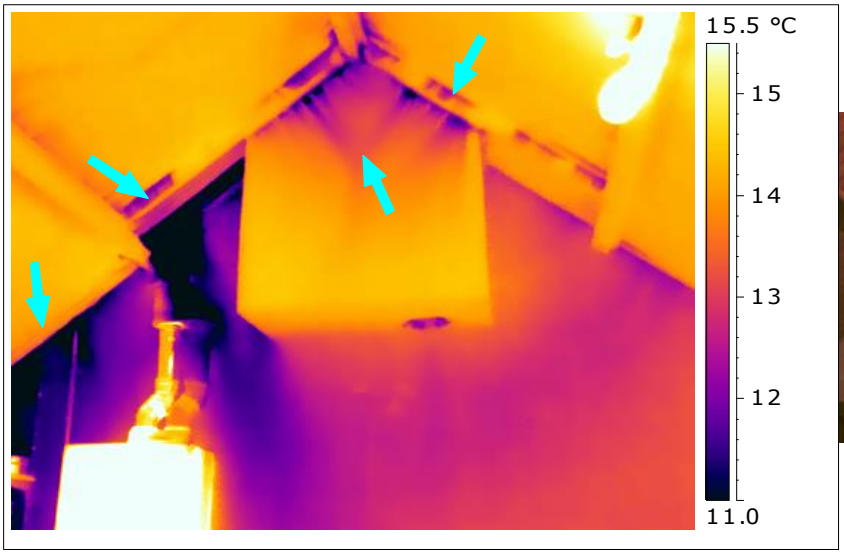
Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Open ruimte op zolder

a) Zonder onderdruk



b) Mét onderdruk



Commentaar

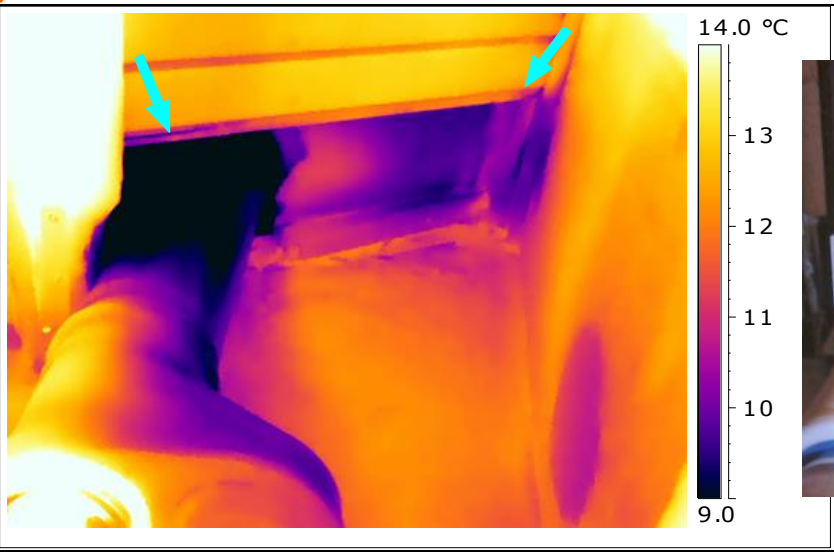
a) Opvallende koude baan in de muur met de buren. Is dit een spouwmuur?

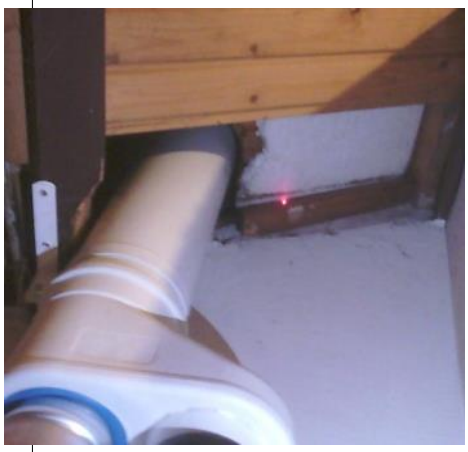
b) Koude lucht uit naden en aansluitingen en veel koude lucht langs de rookgasafvoer (zie volgende bladzijde).

Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

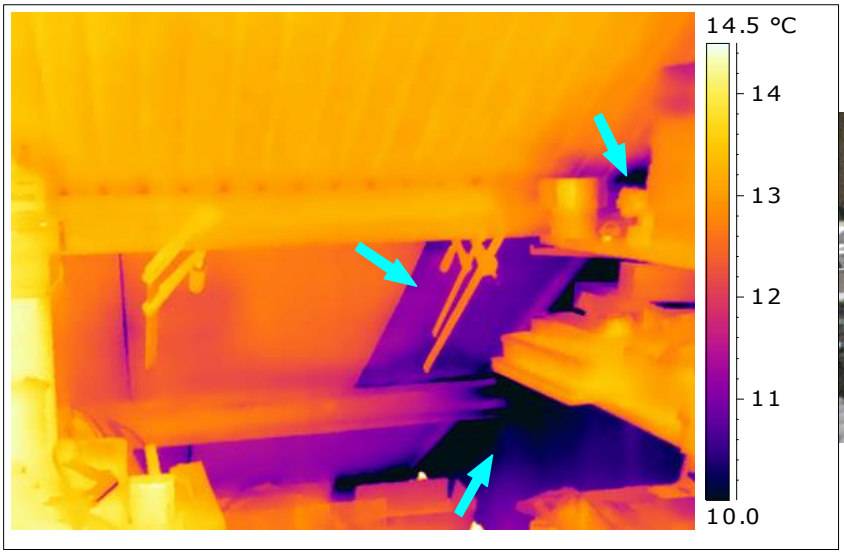
Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Open ruimte op zolder, dakvlak achter

a)





b)



Commentaar

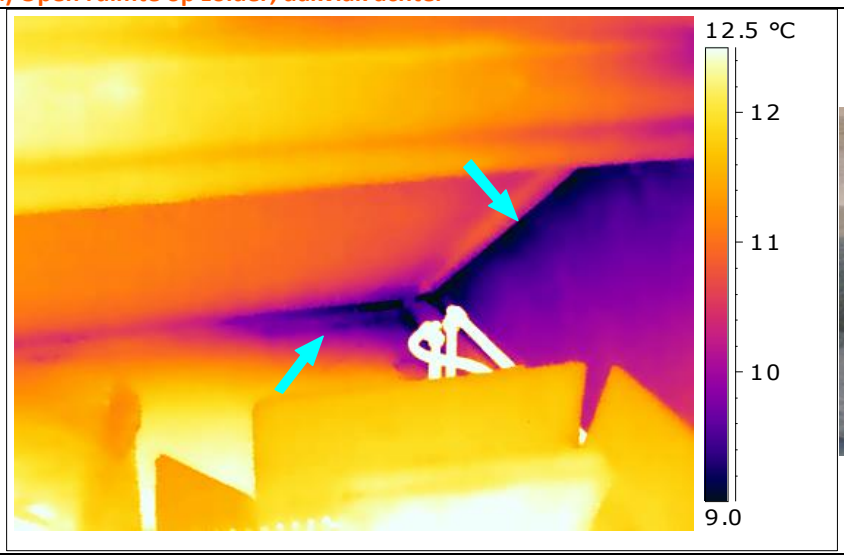
a) Rond de rookgasafvoer zit een groot gat. De warmte van de ketel vliegt hier zo naar buiten en zorgt voor trek (tocht) in het trappenhuis.

b) Koud vlak door ontbreken van schroten. Bij de muur komt veel koude lucht naar binnen.

Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	

a) Open ruimte op zolder, dakvlak achter



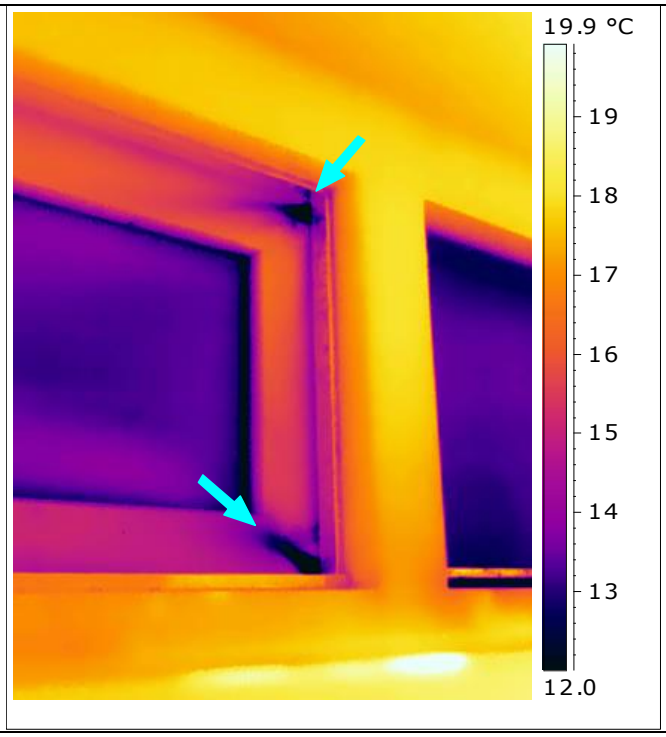
Commentaar
a) Koude lucht uit het dak.

Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Badkamer

a)

b)

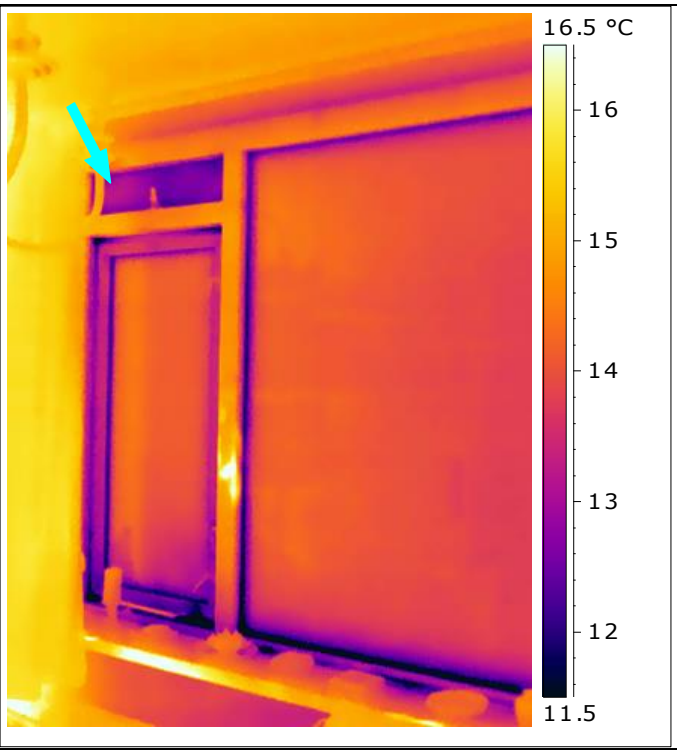


Commentaar
De ramen zijn enkel glas.
De originele (opdek) tochtstrip tocht iets.

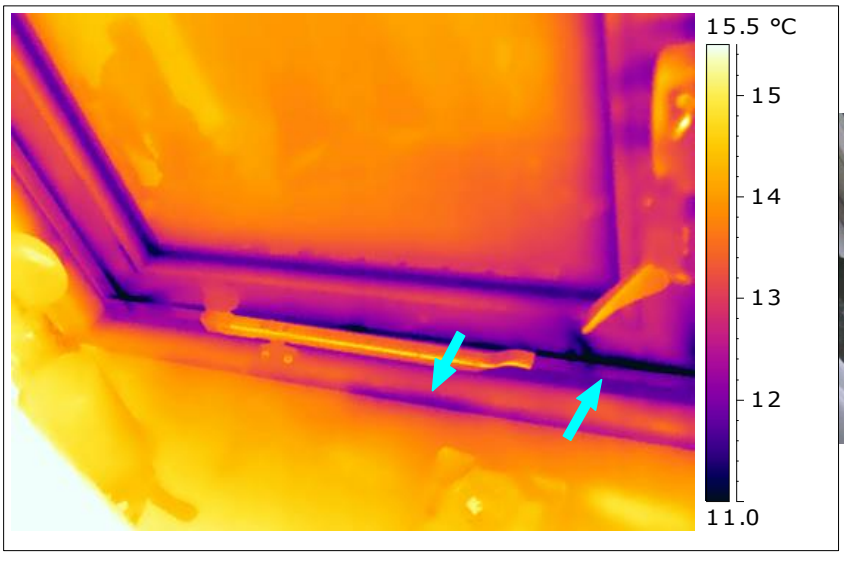
Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Kamer voorzijde

a)



b)



Commentaar

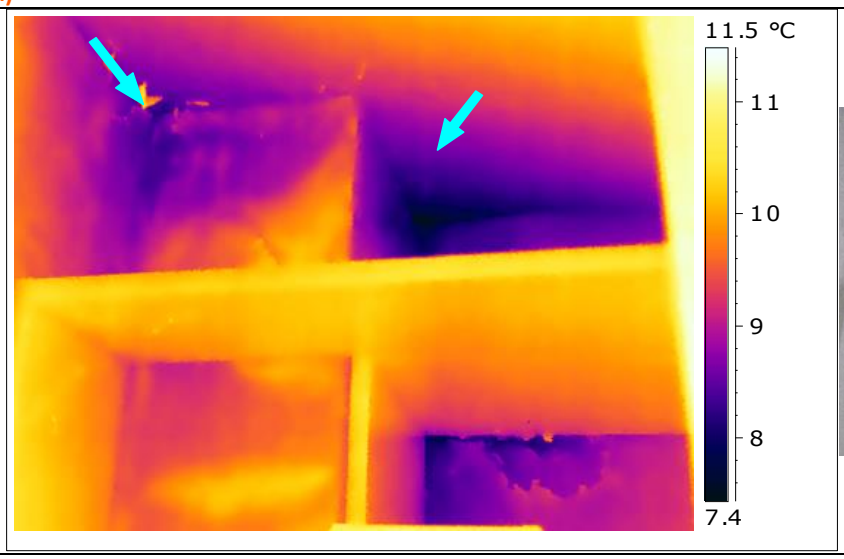
a) Bovenlichten zijn van multiplex (ongeïsoleerd).

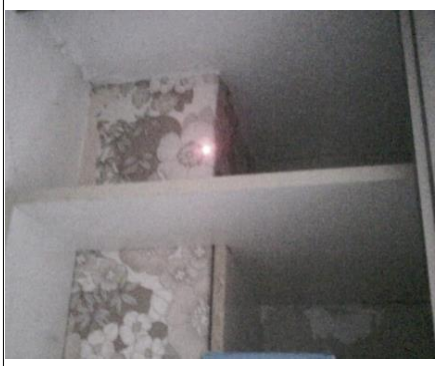
b) Raam (oude tochtstrip) en vensterbanken tochten iets.

Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

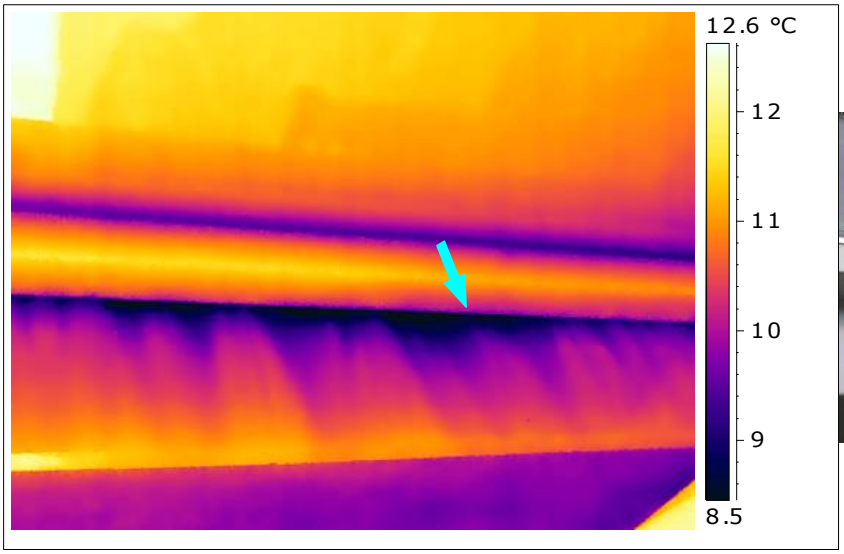
Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Slaapkamer achter

a)





b)



Commentaar

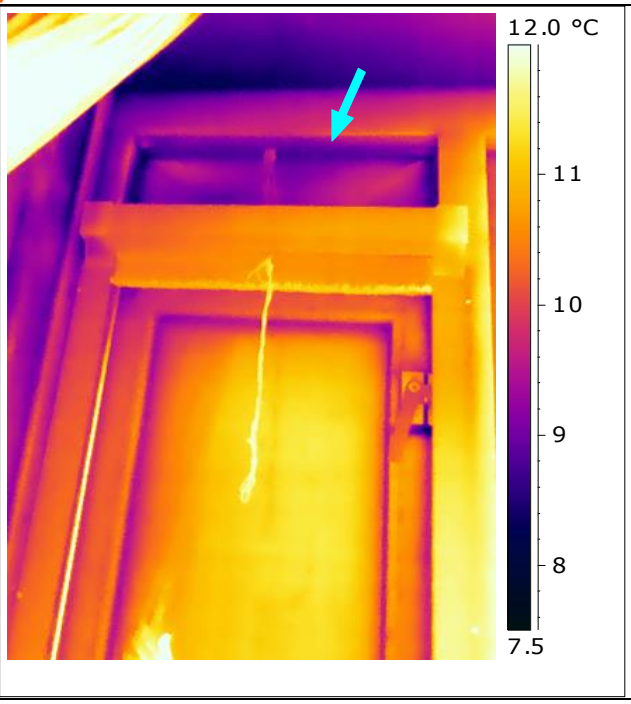
a) Flink tocht uit de koof. Hier zit het kanaal van de afzuigkap in en net achter de goot door het dak gaat.

b) Veel tocht tussen vensterbank en kozijn. Dit geldt voor alle kamers.

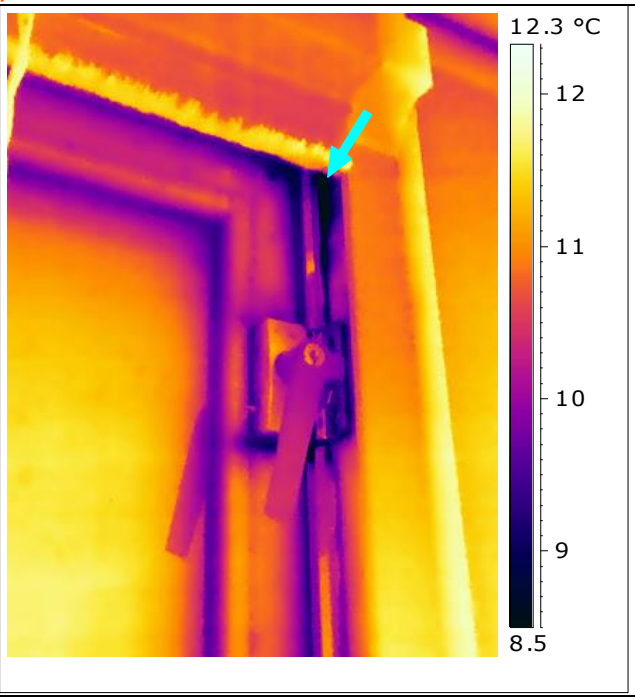
Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	

a)



b)

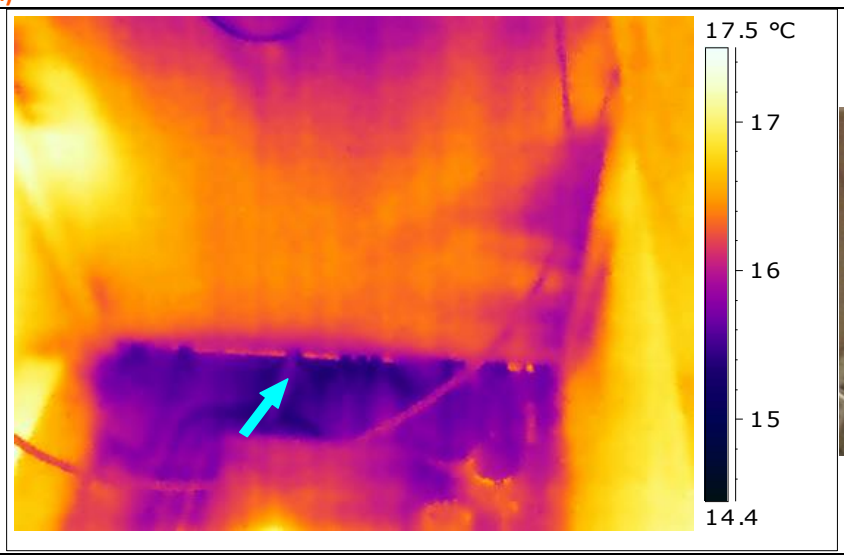


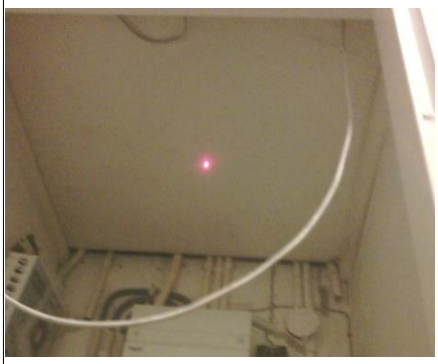
Commentaar
a) Bovenlicht tocht.
b) Raam tocht iets.

Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

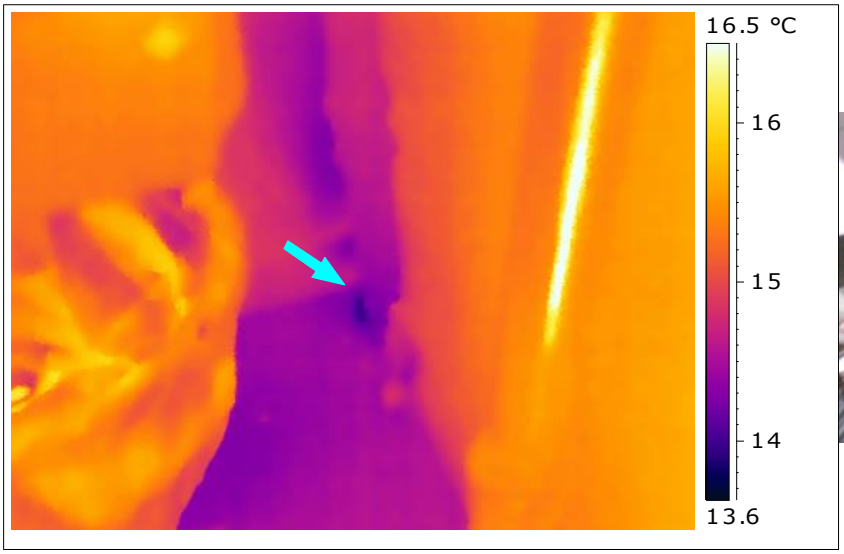
Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Meterkast

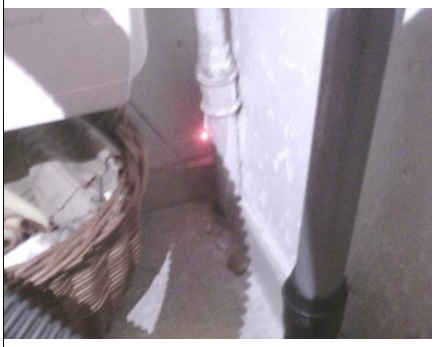
a)





b)





Commentaar

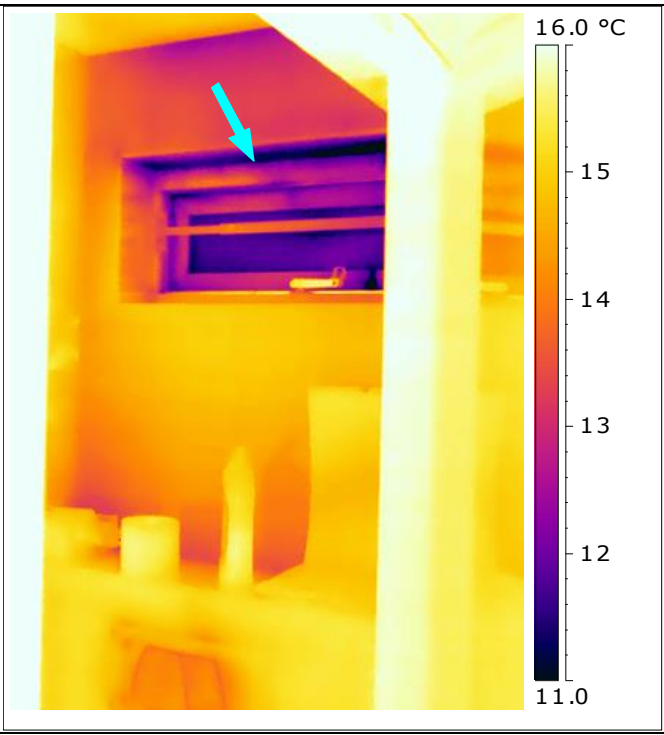
a) Koude lucht uit het plafond.

b) Beetje lucht uit de kruipruimte, langs de gasleiding.

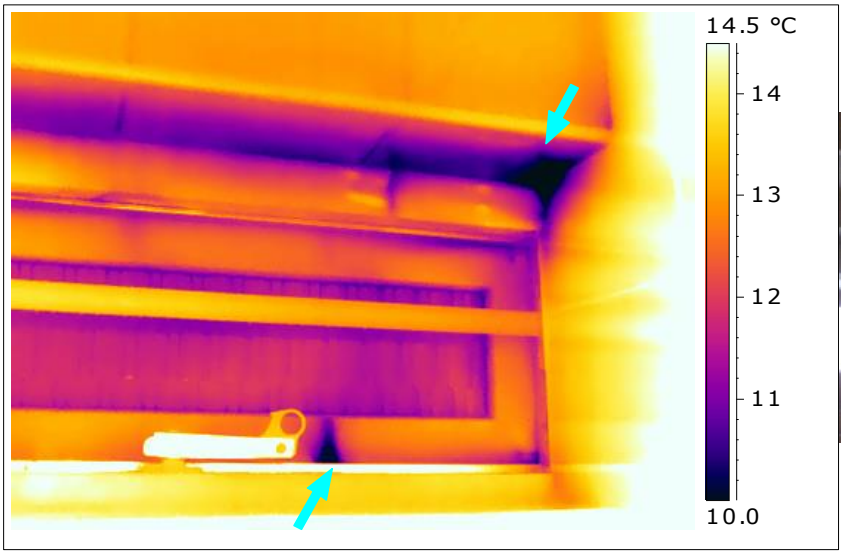
Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

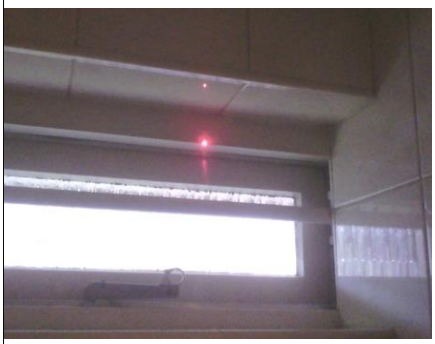
Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	

a)



b)



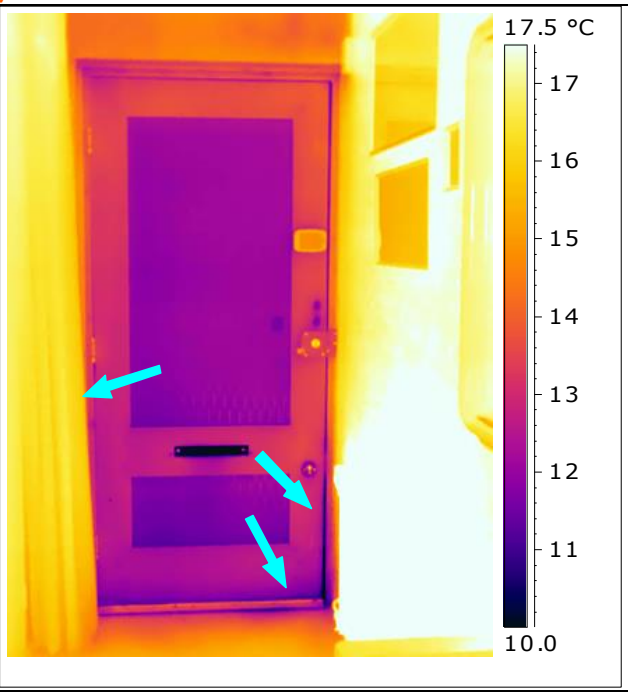


Commentaar
Bovenlicht is enkelglas.
Wat tocht langs het kozijn.

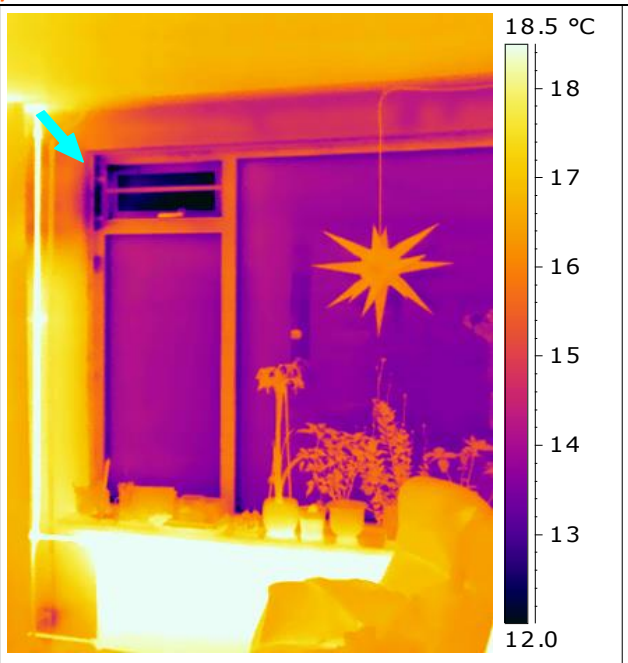
Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	

a) Voordeur



b) Woonkamer



Commentaar

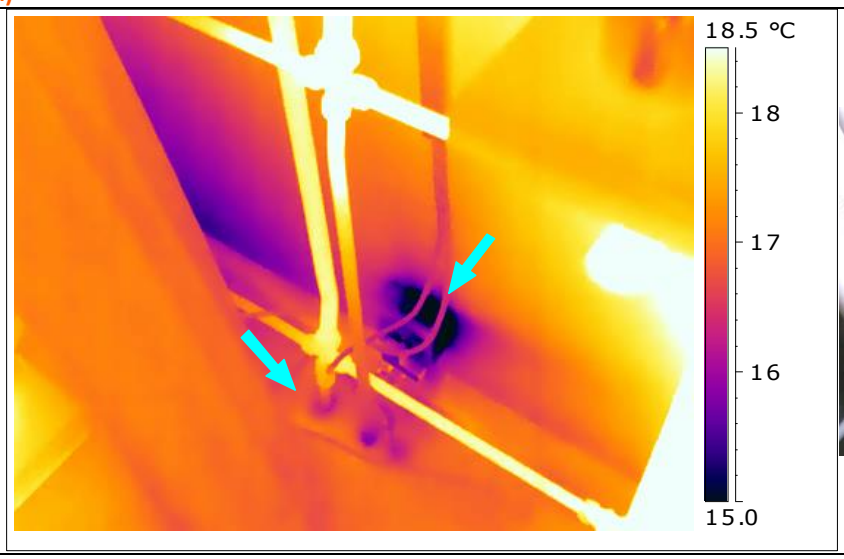
a) Deur heeft enkelglas en tocht. Het zware gordijn sluiten helpt tegen warmteverlies

b) Het bovenlicht is enkelglas, de andere ruiten standaard isolatieglas. Tocht door en langs het bovenlicht.

Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	

a)



b)

Commentaar

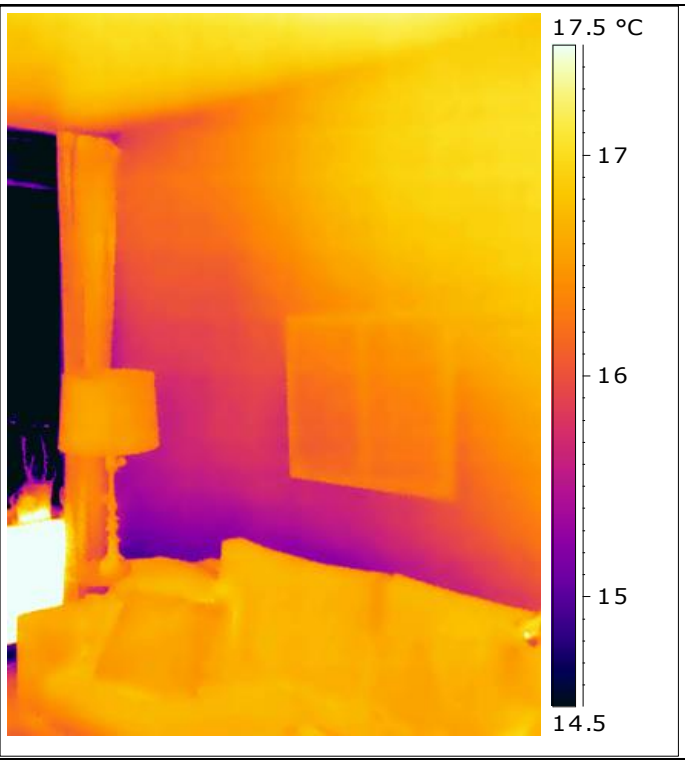
a) De invoer van de CAI-leiding tocht.
De c.v. leidingen lopen deels in de kruipruimte.

b) Wat tocht langs het kozijn.

Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	

a) Woonkamer



b) Keuken, uitbouw achter

Commentaar

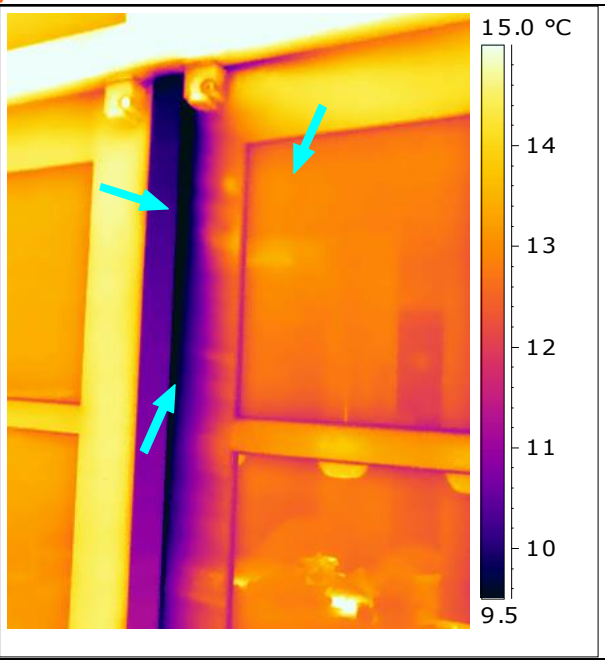
a)

b) Het kozijn is standaard isolatieglas. Het glas met roeden is slechts 6 mm dik. De bovenlichten 13 mm. De sluitnaad van de dubbele deur tocht flink. Zie ook de volgende opname.

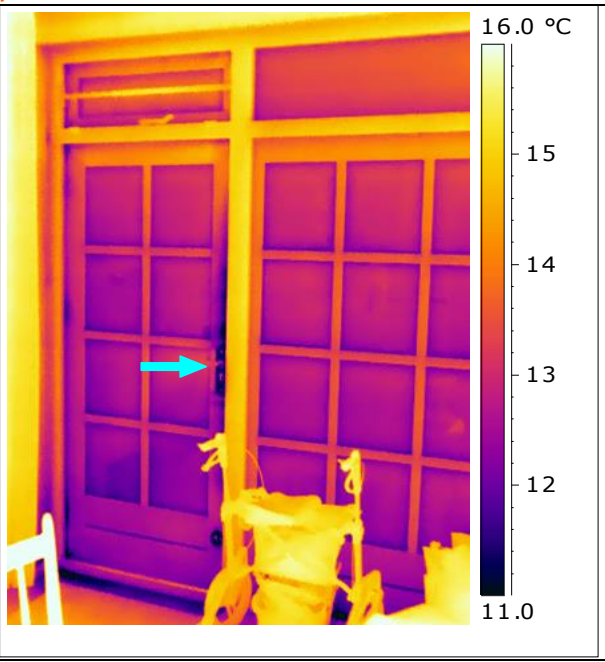
Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Keuken, uitbouw achter

a)



b)



Commentaar

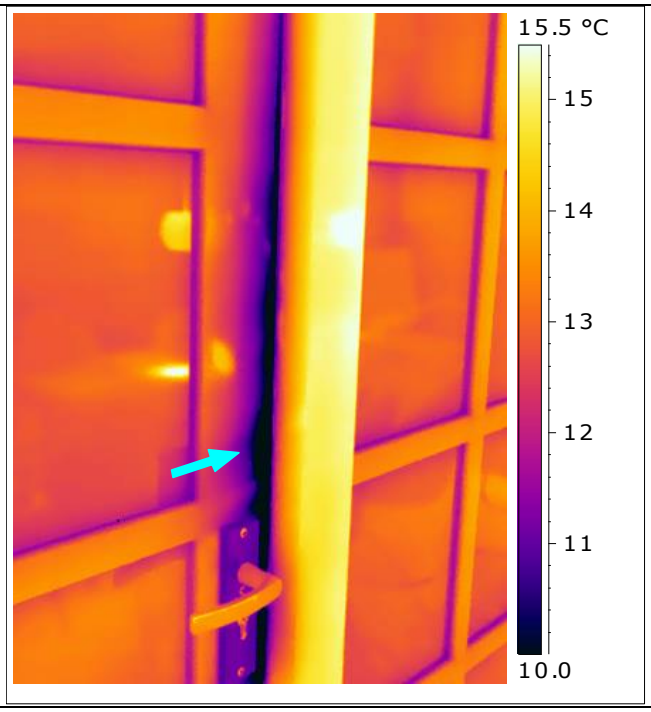
a) De sluitnaad van de dubbele deur tocht flink. Staat open.

b) De deur sluit niet goed. Zie ook de volgende opname.

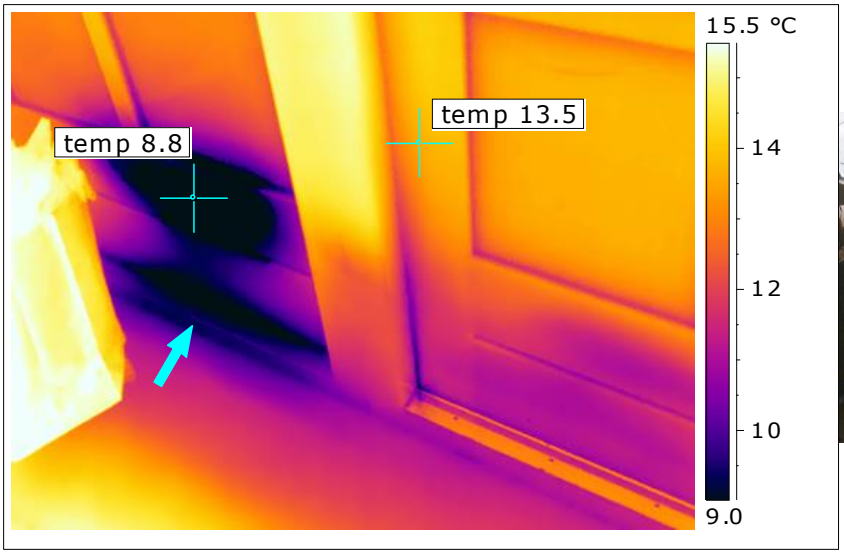
Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

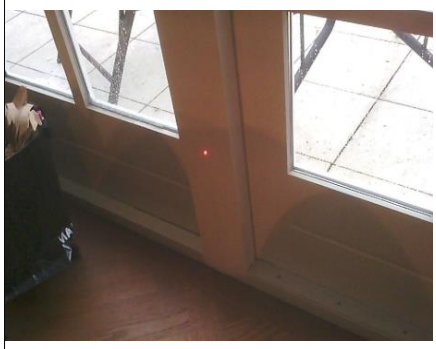
Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Keuken, uitbouw achter

a)



b)



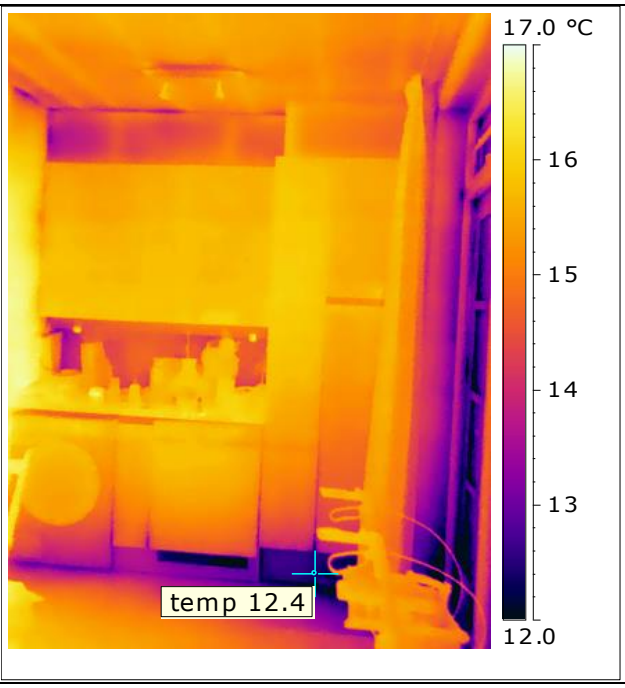


Commentaar
a) De deur tocht.
b) Tegen de deur lag een kussen. Dat isoleert extra, waardoor de deur kouder is.

Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Keuken, uitbouw achter

a)



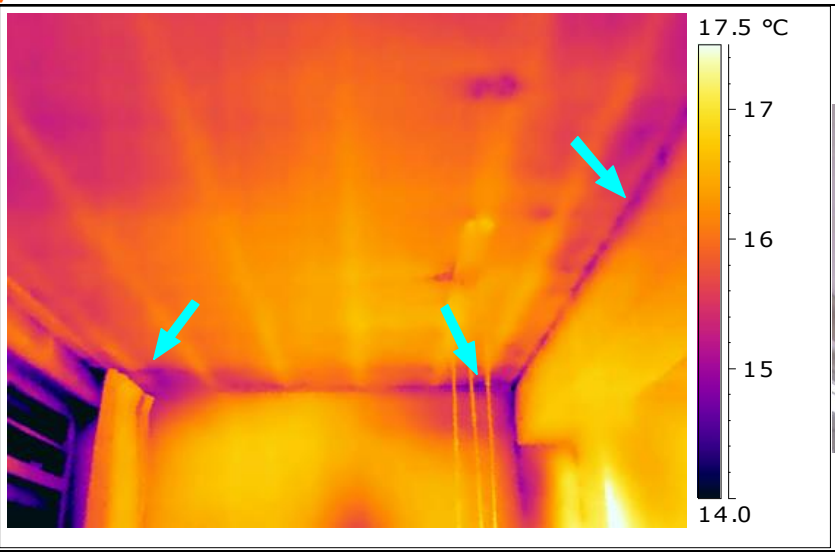
b)

Commentaar
a) Bij de gevel is het aardig koud.
b) Kou in de gevel en het plafond.

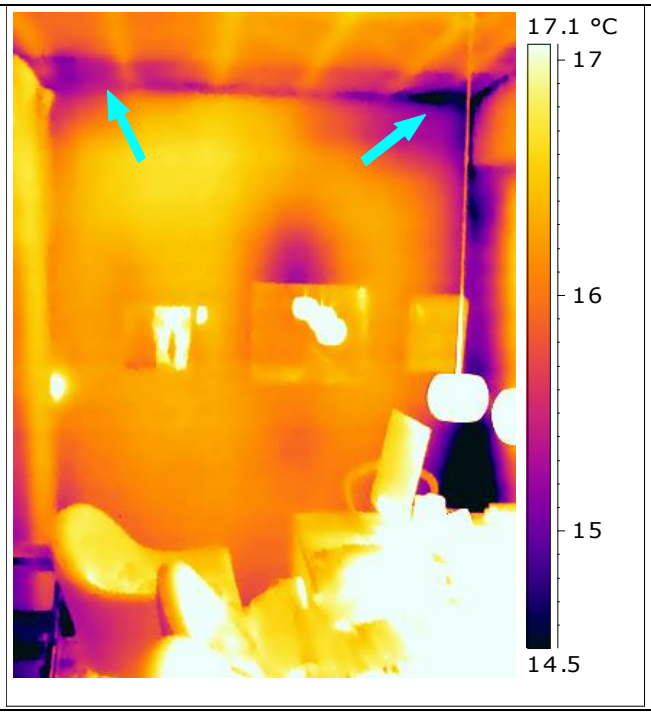
Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Keuken, uitbouw achter

a)



b)

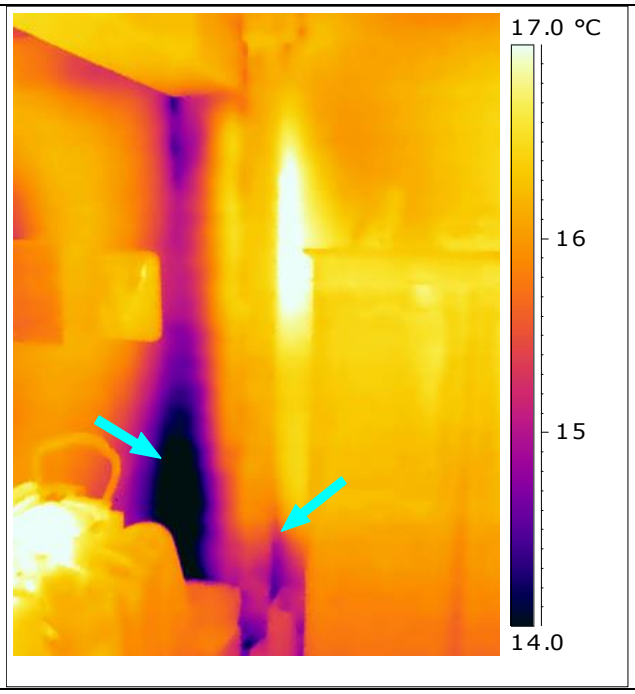


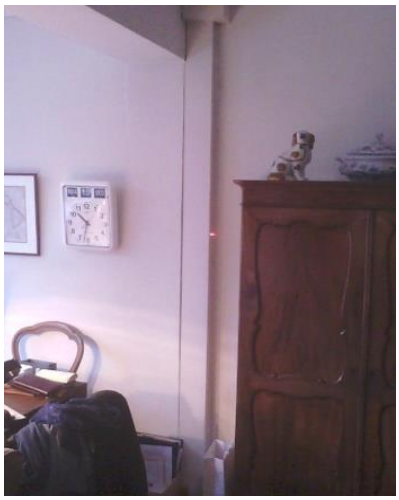
Commentaar
Koude lucht in het plafond

Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

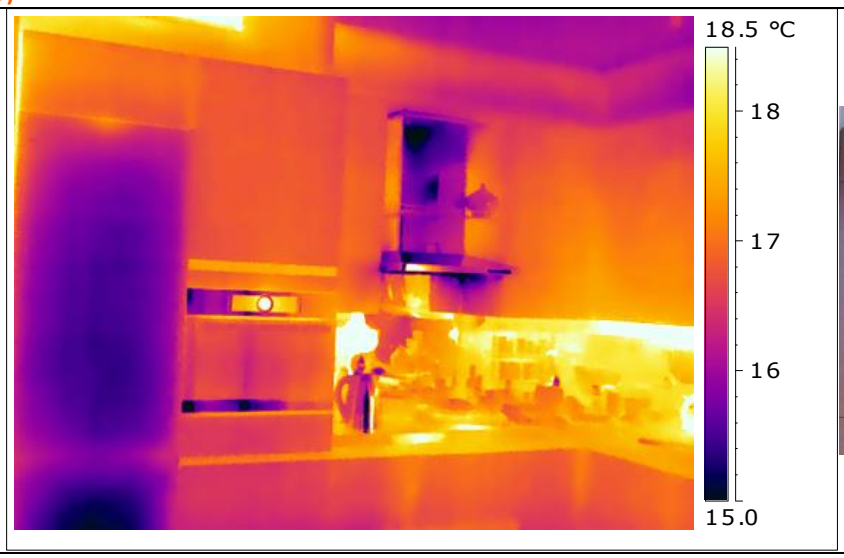
Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Keuken

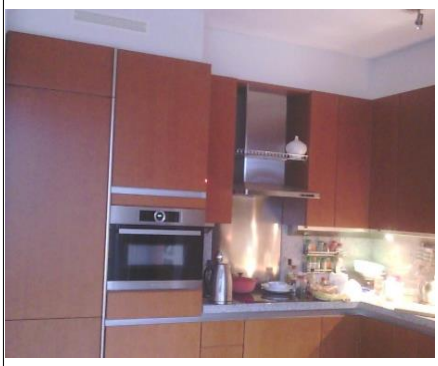
a)





b)





Commentaar

a) Koude lucht in de aansluiting uitbouw op de woning.
Uit de koof rond de c.v. leidingen kwam ook lucht.

b)