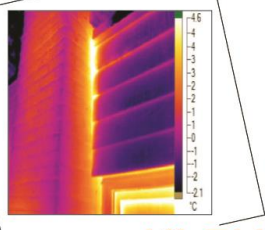
INGENIEURSBUREAU



VAN DER KLEIJ

Rapportage

Thermografisch onderzoek

[redacted]

Maarn

Opdrachtgevers:

Gemeente Utrechtse Heuvelrug

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
Advies op hoofdlijnen 10
Thermische opnamen buitenzijde 11
Gewone opnamen dak eind van de middag 17
Thermische opnamen binnenzijde 18

Beschrijving van de woning

De woning is gebouwd in 1972.
De BG vloer is een zogenaamde 'Kwaaitaal' vloer, een prefab betonnen vloer. Deze is in 2019 aan de onderzijde met PUR geïsoleerd. Toen is ook de spouwmuur geïsoleerd. De bewoonster geeft aan dat deze maatregelen in comfort en energieverbruik een behoorlijke verbetering gaven.
Er zijn woningen in de wijk die een andere BG vloer hebben, een systeemvloer van betonnen balkjes en broodjes. Voor de wijze van isoleren maakt dat niet veel uit.
De verdiepingsvloeren zijn van beton, in het werk gestort.
Het dak is een gordingenkap met daarop prefab dakplaten (soort spaanplaat met daarop 20 mm pur), wat een luchtdichter dak oplevert dan de drie andere onderzochte woningen. Deze hebben een traditioneel dakbeschot van houten delen, met veel kieren en verliezen daardoor ca. 2x zoveel warme lucht door het dak als deze woning.
De gevels zijn:

- Spouwmuren met een spouw is 50 mm. De spouw is in 2019 nageïsoleerd met minerale wol.
- De bouwmuren zijn van beton.
- De woning heeft geen gemetselde schoorsteen.
- Het glas is:
    - BG standaard isolatieglas (2007/2008) met verschillende spouwbreedte (9 en 12 mm); U = 3,3 respectievelijk 3,0 W/m2.K, behalve
    - BG pui achterzijde (2018) HR+/HR++ met spouw 9 in de deuren en spouw 13 mm en zij en bovenlichten. U = 1,6 respectievelijk 1,2 W/m2.K.
    - De bovenlichten in de badkamer en toilet zijn enkel glas; U = ca. 5,0. In de badkamer zit hier een ventilator in.

  N.B. de spouwbreedte tussen het glas bepaalt, samen met een eventuele 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 met daarin een kleine boiler. Deze hangt in de open ruimte op zolder. De rookgasafvoer gaat rechtstreeks door het dak. In de woonkamer staat een houtkachel. De rookgasafvoer daarvan gaat, brandwerend afgetimmerd, via de eerste verdieping en de open ruimte op zolder door het dak naar buiten.
De badkamer wordt geventileerd met een ventilator in de enkelglas ruit.
Het toilet heeft geen ventilatie.
Op de BG zit in de pui achter een ventilatierooster en ook in de ruit van de keuken zit een (ouder) rooster. De kamers op de verdieping worden geventileerd door een raam open te zetten.

Gasverbruik:
Dit was van aug 2021 tot aug 2022 slechts 514 m3. Bewoonster gaf aan veel afwezig te zijn, de houtkachel te gebruiken en dat jaar op 17-18 ^{o}C te hebben gestookt. Nu is de temperatuur in de woonkamer verlaagd naar 15 ^{o}C.

Meetgegevens

Bezoekdatum	19-01-2023

Bouwdetails (opgemeten)

Netto inhoud van het gebouw	**310** m^3
Verwarmd vloeroppervlak	**117,7** m^2

Weersgesteldheid:

Tijd		**8.00 u**	**15.30 u**
Buitentemperatuur	:	0,3 °C	1,0 °C
Luchtvochtigheid	:	97 %	94 %
Windsnelheid	:	3 m/sec	3 m/sec
Windrichting	:	Z	ZO
Luchtdruk	:	1011 hPa	1014 hPa
Binnentemperatuur	:	18 °C	18 °C
Luchtvochtigheid	:	50 %	50%
		Lichte sneeuw	Sneeuw blijft op daken liggen

Meetapparatuur:

Thermografische camera:	Flir E95
Blowerdoor	Retrotec 6000
Drukmeter	Retrotec DM32

Omschrijving van de werkzaamheden en randvoorwaarden van de metingen

Om 8.00 u is de woning aan de buitenzijde opgenomen met de warmtebeeldcamera. Omdat het die ochtend een paar cm gesneeuwd had, is ook aan de sneeuw op het dak goed te zien waar het dak warmte verliest. De sneeuw bleef de hele dag liggen. Zie ook de gewone foto's genomen om 16.00 u.
De blowerdoor is tijdens de thermografische opnamen opgesteld in de voordeur. De afzuigkap is afgeplakt. Van de mechanische ventilator in de ruit van de badkamer is de klep dichtgezet.
De ventilatieroosters in de voor- en achtergevel op de BG zijn dichtgezet.
De klep in de houtkachel is dichtgezet.

Om 8.30 u is de blowerdoor opgesteld en de woning op 50 Pa onderdruk gebracht. Vervolgens is de woning aan de binnenzijde opgenomen met de warmtebeeldcamera.
De weersomstandigheden waren goed met een buitentemperatuur net boven nul. De wind was zwak.
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}*= 1,08 l/sec/m²** en de **n50**= 4,26** x de inhoud/uur.

Deze meetwaarden zijn redelijk, zeker voor deze bouwperiode. Toch gaat door de naden en kieren best wat warmte verloren. Met name door het dak, wat ook goed te zien was aan het smelten van de sneeuw. 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 redelijk luchtlek – met name rond de dakdoorvoeren en de naden en kieren in het dak. Verder tochten de buitendeuren en de houtkachel en tocht het rond kozijnen. Daar is dan ook behoorlijk winst te halen zowel qua energieverbruik als qua comfort.
Dit zou mijn eerste prioriteit hebben. Daarbij er op letten of de bestaande ventilatierooster in de woonkamer voor voldoende ventilatie zorgen.

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

In het dak zitten met name rond de vier dakdoorvoeren flinke gaten en er zitten naden en kieren tussen de dakplaten.
Een woning is te zien als een schoorsteen. Deze woning heeft een open trappenhuis en een 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 houtkachel tocht ook enigszins wat ook voor warmteverlies zorgt. De schoorsteen trekt namelijk ook warmte in de vorm van warme lucht het huis uit. Dit kan verminderd worden door een goed werkende klep in de rookgasafvoer, boven de kachel, te plaatsen.

N.B. voor woningen die een dakbeschot hebben van houten delen verwijs ik naar het andere rapport dat ik van een Hof-woning gemaakt heb.

De grootste luchtlekken zijn:
- Boven de ketel zitten een gat in het dak. De warmte die de ketel afgeeft verdwijnt hier rechtstreeks door het dak. N.B. het gat is deels afgedekt met een Eterniet plaat.
  Deze gaten en rond de dakdoorvoeren en de Eterniet plaat het dak luchtdicht maken. Zie hieronder.
- De dakdoorvoer van het riool en de pijp van de afzuigkap tochten ook. *Oplossing zie hierboven.*
- De dakdoorvoer van het rookgaskanaal van de houtkachel tocht ook. *Dit kanaal kan warm worden en is daardoor lastiger brandveilig af te dichten.*
- Het dakbeschot bestaat uit prefab dakplaten. De naden en aansluitingen tochten. *Dit kan worden afgekit met een goede kit. Beter is nog afdichten met speciale luchtdichtingstape of -pasta, omdat deze materialen i.t.t. kit niet kunnen scheuren. Hier moet dan wel een afwerking overheen. Zie bijvoorbeeld www.luchtdichtshop.nl.*
  Hieronder beschrijf ik hoe het luchtdicht maken van een dak gecombineerd kan worden met het beter isoleren van het dak.

  Het dak kan aan de binnenzijde beter geïsoleerd worden. Door een gesloten luchtdichte laag aan de binnenkant aan te brengen. Hiervoor bij voorkeur een speciale (‘intelligente’-vochtvariabele) folie gebruiken. Deze wordt tussen of over de gordingen aangebracht en luchtdicht aangesloten

op het stucwerk van 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, Morgo of Illbruck. De ruimte tussen de folie en het dakbeschot volledig vullen met isolatie. Volledig 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 optie is Icynene (een watergeblazen pur) dit moet aan de binnenzijde afgewerkt worden met een dampremmende folie. Of isoleren met isolatiefolie (bestaande uit bv 40 reflecterende en isolerende laagjes).

- *Bij het aanpakken van het dak de Velux dakramen luchtdicht aansluiten op de hierboven genoemde folie.*
- *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.*
- *De houtkachel is hierboven al genoemd.*

De (spouw)muren

- De spouw van woning zal 50-60 mm zijn. Deze is in 2019 nageïsoleerd met minerale wol. Het thermografisch beeld zag er egaal uit, wat zou betekenen dat de isolatie goed is aangebracht. *Voor andere woningen: een isolatiebedrijf de staat van de spouwisolatie laten controleren en advies uitbrengen of de spouw kan worden bijgevuld. Dit in combinatie met buren doen levert prijsvoordeel op. Dit geldt ook als de spouw nog niet is nageïsoleerd.*
- *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 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.
- In de met hout afgewerkte geveldelen zit nu ca. 2 cm piepschuim.
  Om dit beter te isoleren moeten de houten delen verwijderd worden en betere isolatie aangebracht. Nadeel is dat de houten delen meer naar voren komen. Onder het kozijn op de verdieping kan dit overbrugt worden met een aluminium Z-profiel.
  Als isolatie zou ik kiezen voor b.v. 100 mm pir (Rd 4,5 m2.K/W) + dampopen folie of een isolatiefolie, b.v. www.isolatiefolie.nl. Tussen de isolatie en de houten delen moet een geventileerde ruimte zitten om te voorkomen dat de houten delen gaan kromtrekken of rotten. Dit geldt ook als voor een kunststof bekleding gekozen wordt. De ventilatieopeningen insectenwerend afdichten.

De kozijnen:

- Rond de kozijnen tocht het in de aansluiting op de muur of vloer.
  De naden tussen kozijn en vensterbank/muur afkitten met een goede kit. Dit kan een schilder of timmerman doen.
- De borstweringen in de aansluiting op de vloer en het plafond tochten.
  Ook dit kan een schilder of timmerman afkitten. Doe dit onder de vloerafwerking en achter de plint.
- De deuren en in mindere mate de ramen tochten.
  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 zijn. 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.*

- *Je overweegt om de voordeur te vervangen.*
- Het glas Is deels HR++ isolatieglas, maar ook deels standaard isolatieglas. Zie 'beschrijving van de woning'.
  Verder zit er nog enkel glas in de bovenlichten van badkamer en toilet met een isolatiewaarde U = 5,0 W/m2.K voor het enkel glas, respectievelijk 3,0 voor oud isolatieglas.
  Kies bij vervangen van glas voor 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*
HR+ met spouw 12 mm	*U = 1,3, dit mag dan geen HR++ meer heten.*
Idem met spouw 9 mm	*U = 1,6, net nog HR+*

Tripleglas (U = 0,6-0,7) adviseer ik bij deze woningen alleen in combinatie met een goed ventilatiesysteem en het isoleren van alle bouwdelen in de woonkamer/keuken. Het risico op inwendige condensatie of schimmel is anders te groot.
Vacuüm glas past makkelijk in bestaande ramen en deuren, maar is erg duur en de randen isoleren slecht, waardoor daar makkelijk condens op kan treden.

Daken/plafonds/vloeren

- Het isoleren van het pannendak heb ik al besproken bij luchtdichtheid.
- De BG vloer bestaat uit Kwaaitaal elementen. Deze is bij jou als nageïsoleerd met Icynene. Dit is een prima oplossing.
  Voor andere woningen: De BG vloer 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 deels door de koude kruipruimte en achter knieschotten, 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). Dit is zeker aan te raden als de woning luchtdichter gemaakt wordt. 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.*

- *In een badkamer kan het beste mechanisch geventileerd worden met warme, droge lucht uit de woning en niet middels een openstaand raam. In het voor- en najaar kan door een open raam of ventilatierooster in de badkamer juist meer vocht binnen komen, als het buiten vochtig en vrij warm is.*

Advies op hoofdlijnen

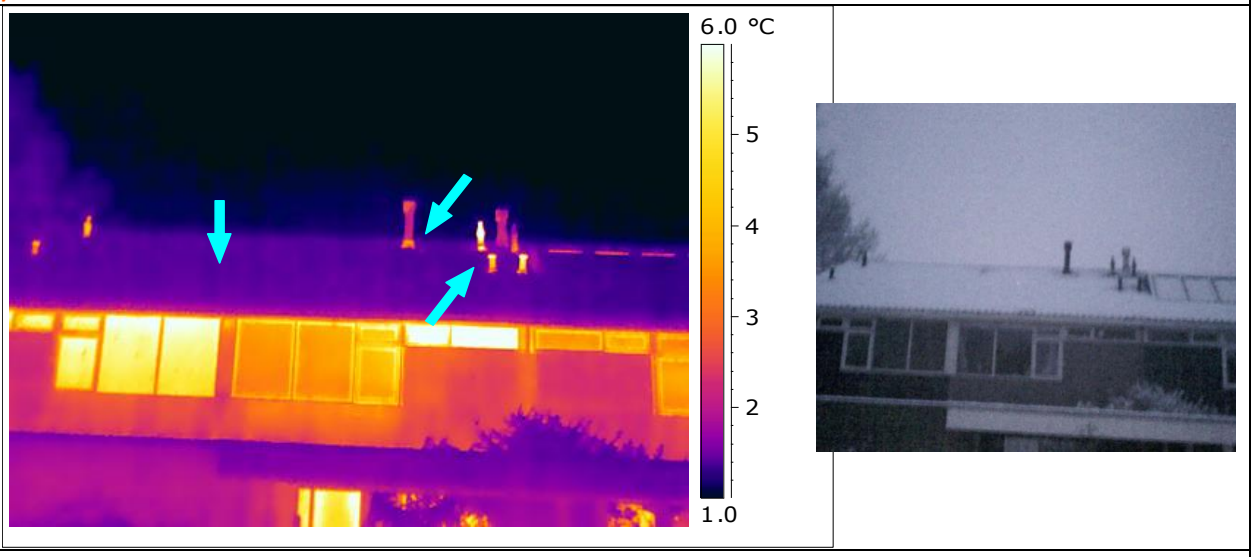
Ik zou de volgende maatregelen nemen:

1. De grote gaten in het dak dichten.
2. Voordeur(pui) en tuindeuren inclusief kozijn tochtdicht maken. Zowel de draaiende delen als rond de kozijnen.
3. De ramen voorzien van tochtstrips.
4. Het pannendak luchtdicht maken en meteen beter isoleren.
5. Een alternatief is de woning compartimenteren.
6. Een klep in de rookgasafvoer van de houtkachel.
7. (De BG vloer isoleren, heb jij als gedaan).
8. Een goed ventilatiesysteem aanbrengen. Zeker als de woning luchtdichter gemaakt wordt.
9. 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.
10. De c.v. installatie waterzijdig laten inregelen of ruimteregeling installeren (b.v. Honeywell Evohome of Tado) kan zowel het comfort verbeteren als energie besparen.
11. 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. Omdat jij erg weinig gas gebruikt zal het bij jou langer duren voor je deze investering er uit hebt.

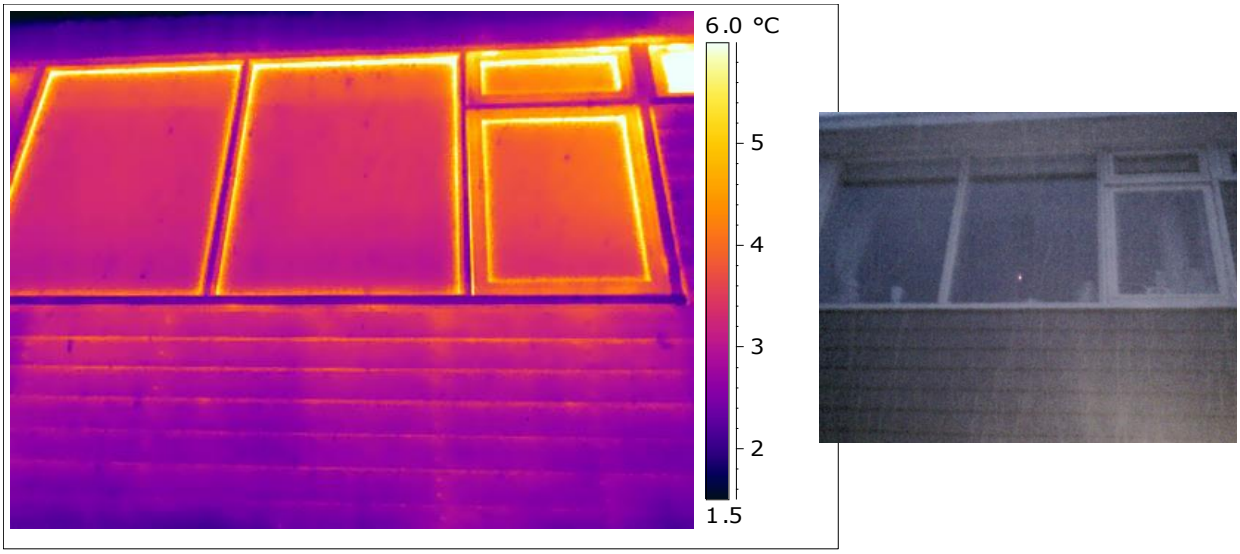
Thermische opnamen buitenzijde
voor zonsopgang

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

a)



b)



Commentaar

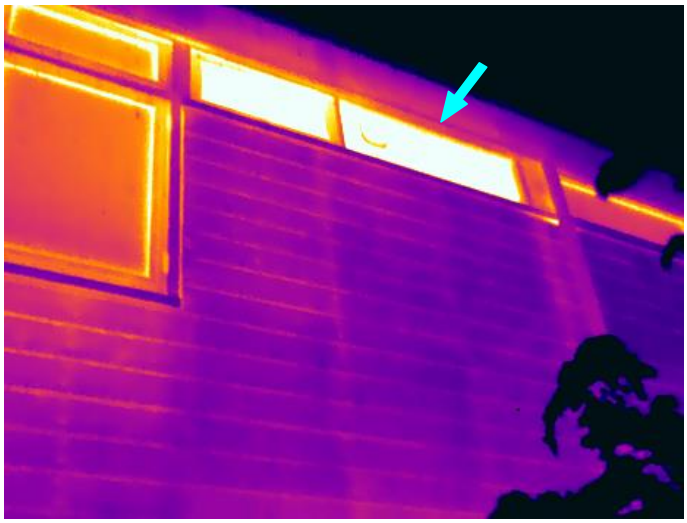
a) De vers gevallen sneeuw smelt rond de verschillende dakdoorvoeren en bovenaan op de scheidingsmuur met nr. 1. Dit was om 16 u goed te zien aan de gesmolten sneeuw op deze plaatsen.

b) De twee grote ruiten zijn vervangen door HR++. De twee ramen hebben hetzelfde glas, maar doordat de spouw tussen de twee glasbladen maar 9 mm is isoleert dit glas minder goed en is daarmee HR+. In de borstwering zijn weinig afwijkingen te zien.

Thermische opnamen buitenzijde
voor zonsopgang

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

a)



b)

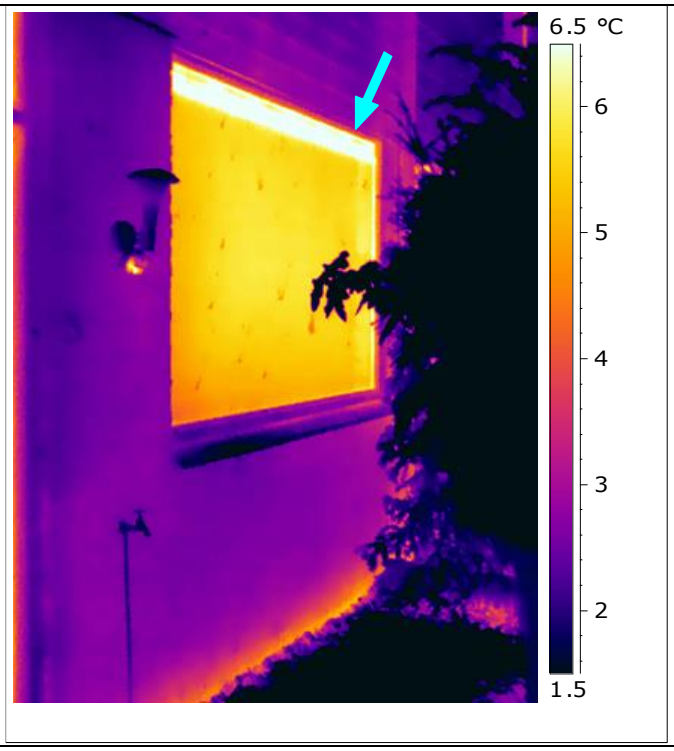
Commentaar

a) De twee ruiten in de badkamer zijn enkel glas.

b) De voordeur tocht. Glas is standaard isolatieglas met spouw 9 mm.
Raampje toilet is enkel glas.

Thermische opnamen buitenzijde
voor zonsopgang

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

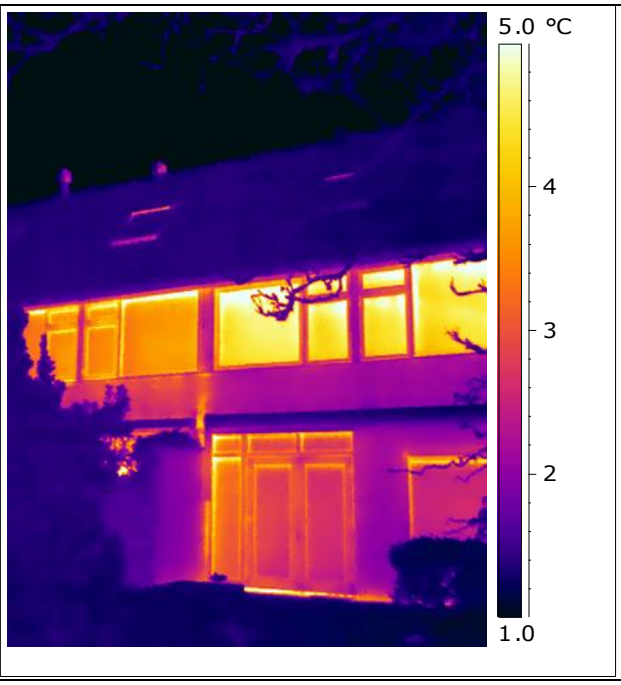


Commentaar

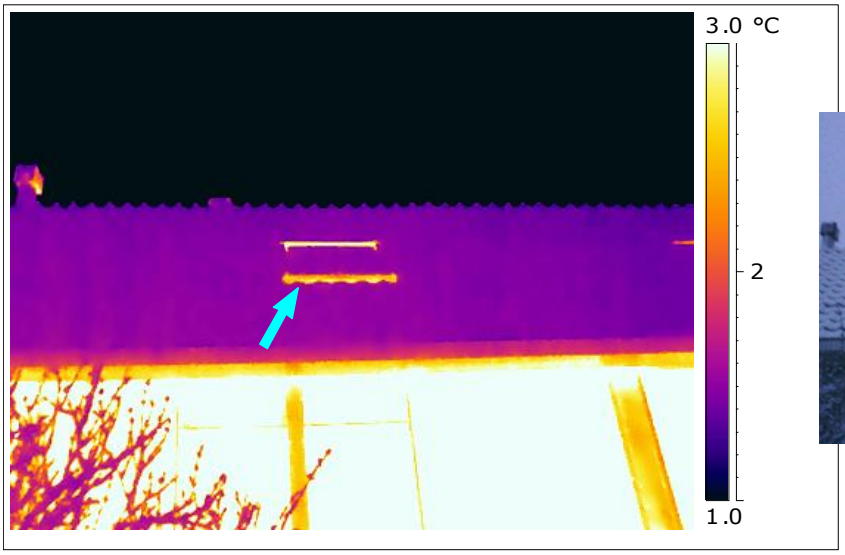
a) Glas HR++ met bovenin een oud ventilatierooster.

Thermische opnamen buitenzijde
voor zonsopgang

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



b)



Commentaar

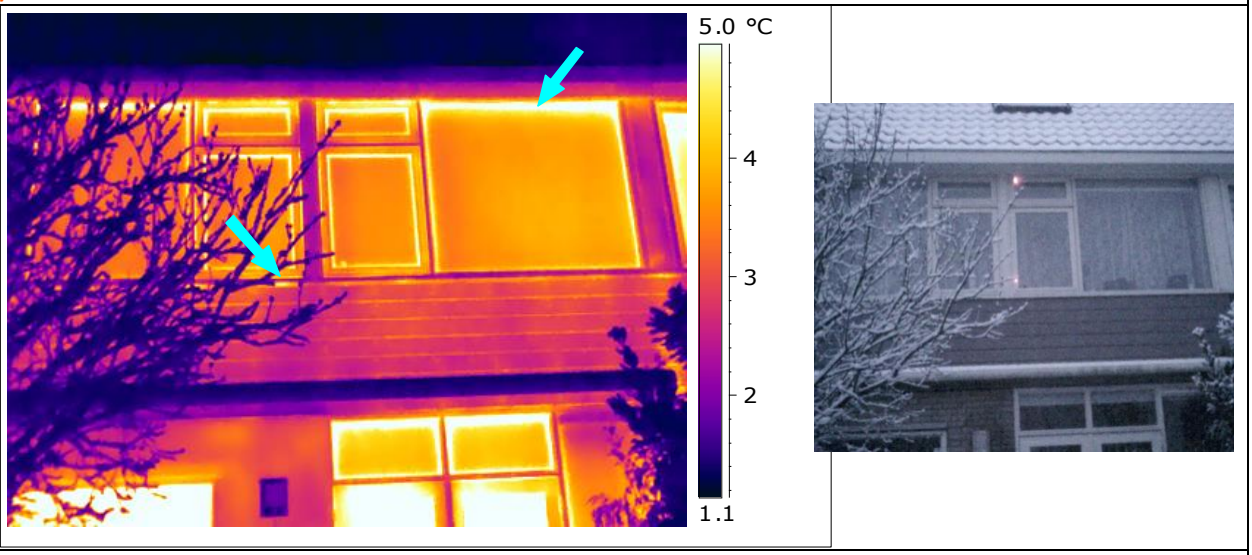
a) De borstwering op de 1e verdieping lijkt beter geïsoleerd dan bij de buren, is echter dun geïsoleerd.
Het glas op de 1e verdieping lijkt meer warmte door te laten dan op de BG.
Dit is tegenstrijdig met de opnamen op de volgende bladzijden!! **Alle ruiten zijn vervangen door HR++.**

b) Het dak laat thermografisch geen afwijkingen zien, alleen onder en boven het Velux dakraam is het iets warmer.
Om 16 u 's middags was de sneeuw alleen boven de bouwmuren (muren met de buren) en net boven de dakgoot iets gedooid.

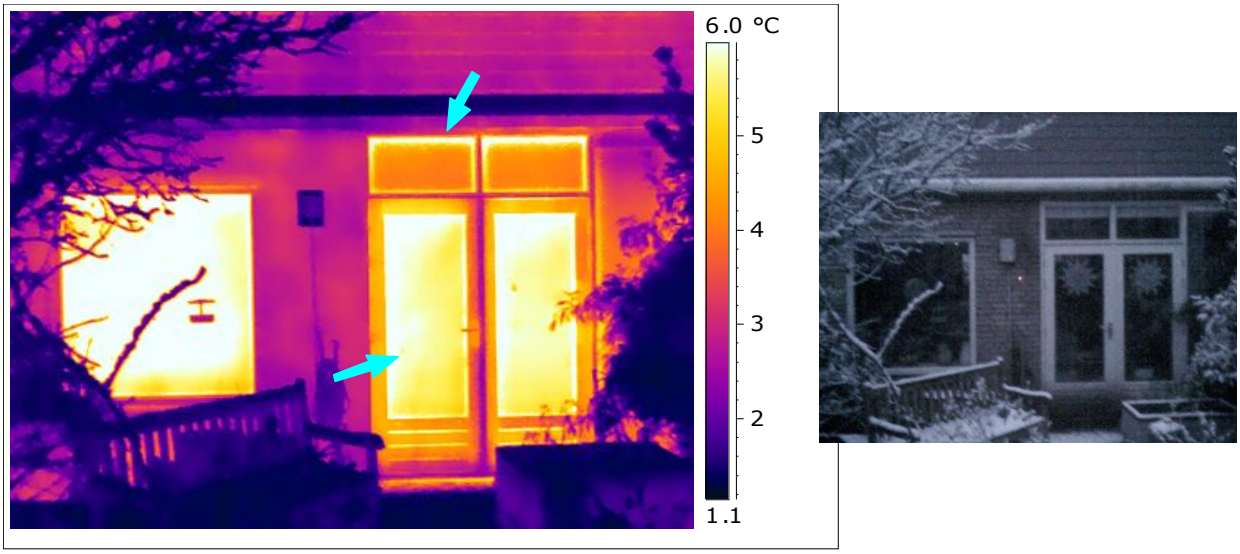
Thermische opnamen buitenzijde
voor zonsopgang

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

a)



b)



Commentaar

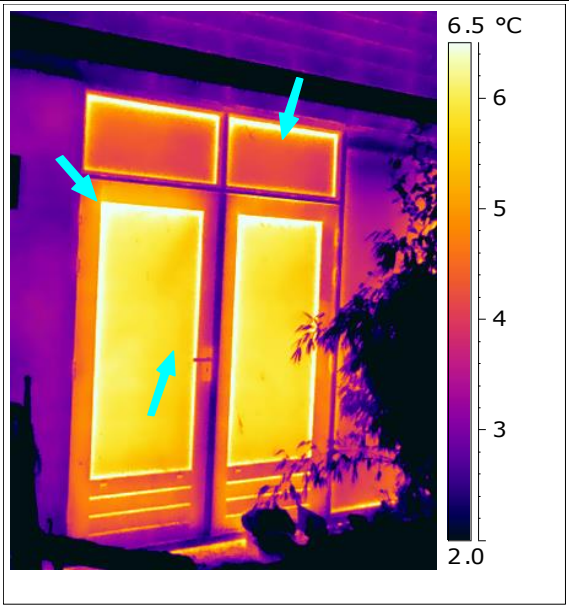
a) De eerste verdieping laat geen afwijkingen zien. Wat tocht onder het kozijn.
De metalen randen in het glas zijn thermografisch goed zichtbaar.

b) Het glas in de deuren heeft met een dunnere spouw (9 mm) t.o.v. de bovenlichten (13 mm), isoleert daardoor minder en mag eigenlijk geen HR++ heten.
De linker ruit is standaard isolatieglas en laat daardoor meer warmte door.

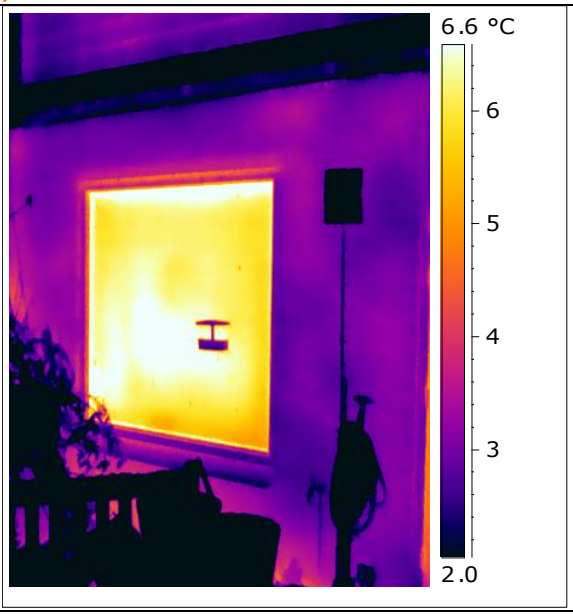
Thermische opnamen buitenzijde
voor zonsopgang

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

a)



b)



Commentaar
a) Zie vorige opname.
b) Deze ruit is standaard isolatieglas.

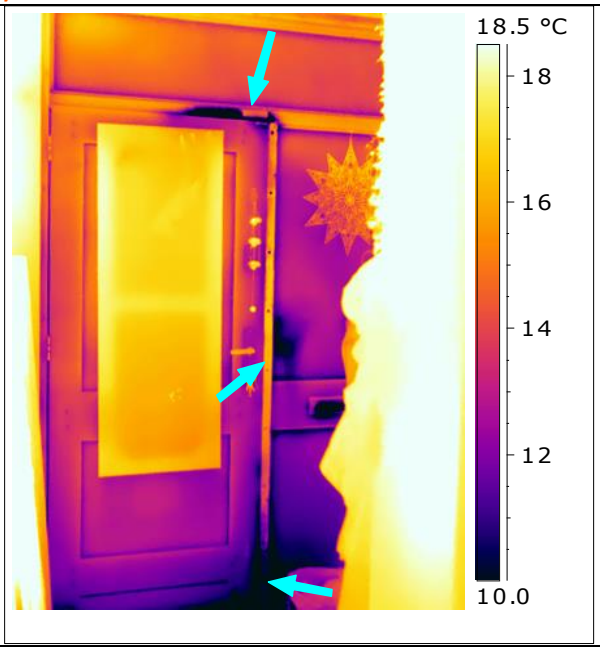
Gewone opnamen dak eind van de middag

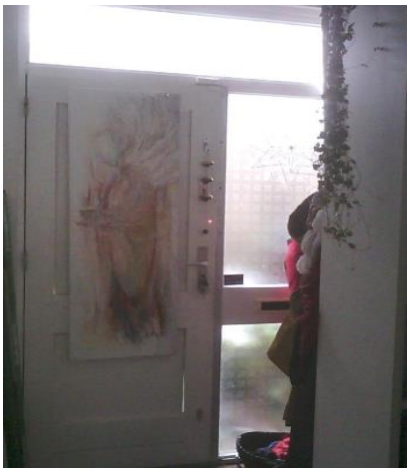
Commentaar
a) Sneeuw gesmorten boven de bouwmuur en rond de dakdoorvoeren
b) Op de archterzijde t.p.v. de bouwmuren en boven de dakvoet.

Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

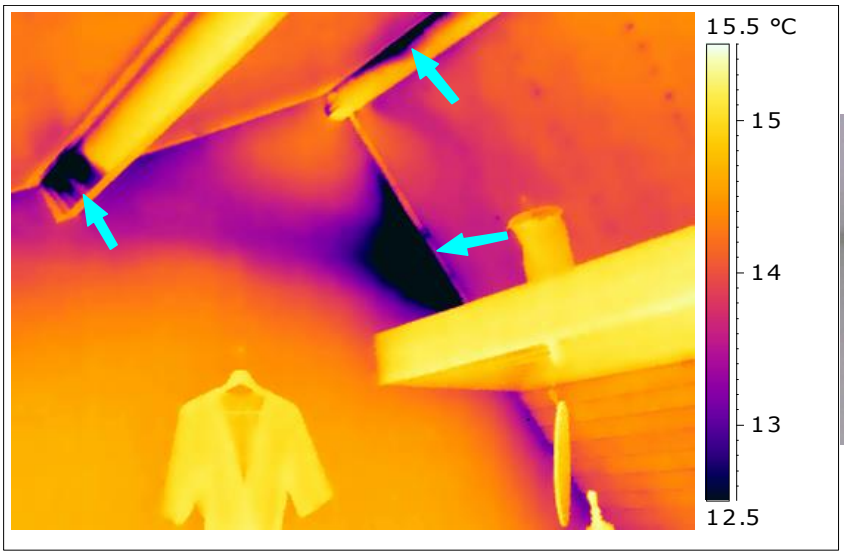
Doel meting:	**Onderzoek warmte- en luchtlekken**
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	

a) Voordeur





b) Zolder



Commentaar

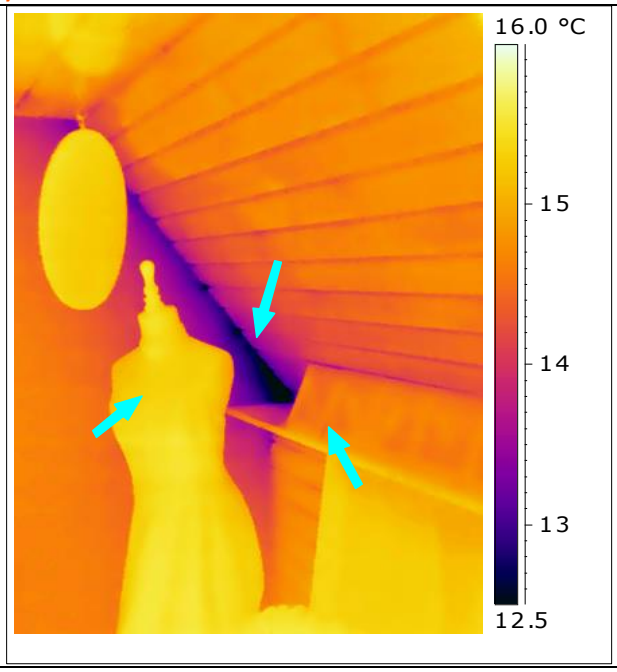
a) Met de woning niet op onderdruk gezet tocht de voordeur flink.

b) Luchtlekkages in het dak, koude lucht uit de aansluitingen. Het dakbeschot zijn prefab dakplaten. De horizontale koude baan zou er op kunnen duiden dat de tussenmuur een spouwmuur is.

Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)



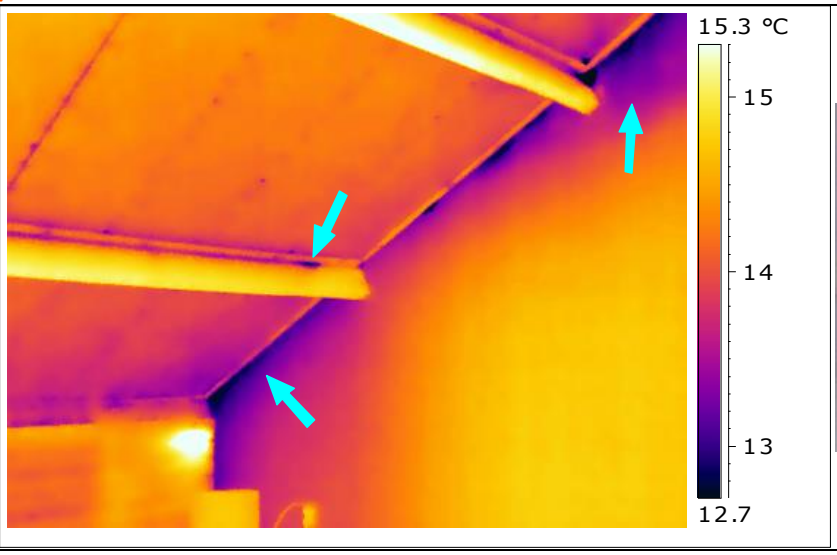
b)

Commentaar
a) Koude lucht uit de aansluitingen in het dak.
b) Idem

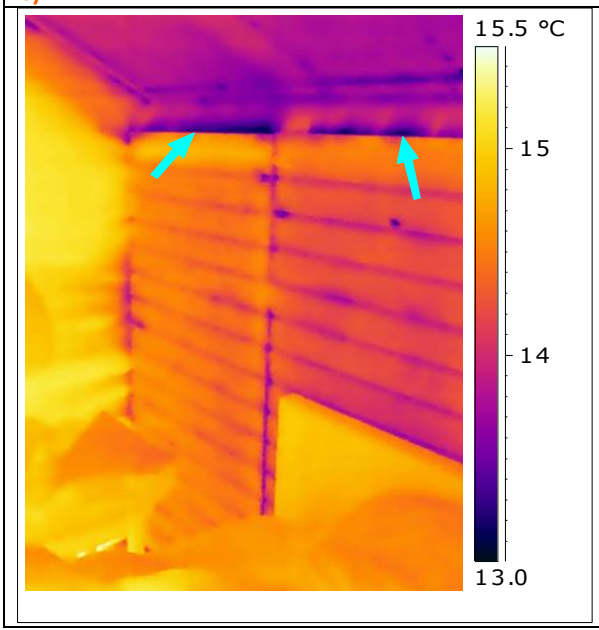
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

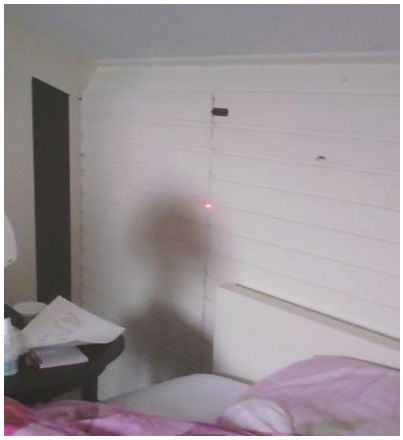
Doel meting:	**Onderzoek warmte- en luchtlekken**
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	**Zolder**

a)



b)





Commentaar
a) Koude lucht uit de aansluitingen in het dak.
b) Koude lucht uit het knieschot.

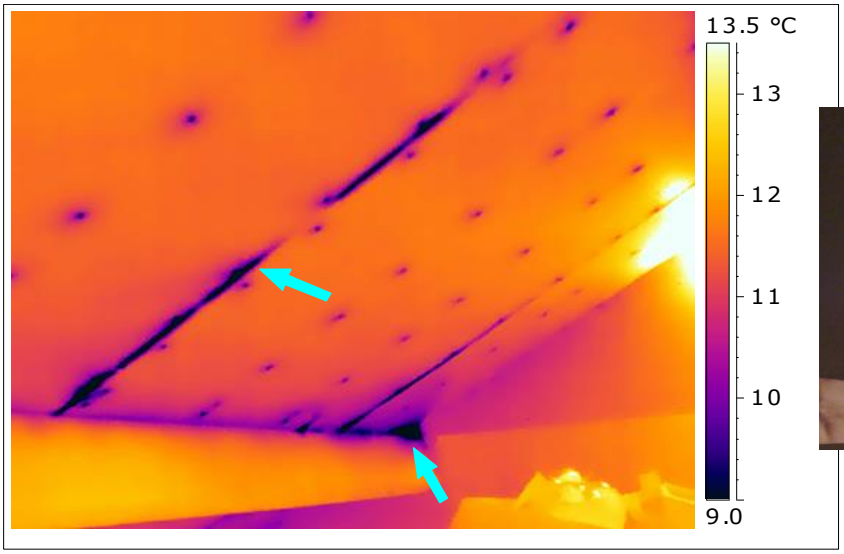
Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

Doel meting:	**Onderzoek warmte- en luchtlekken**
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	**Achter de knieschotten aan de voorzijde**

a) Tussenmuur-dak

b)



Commentaar

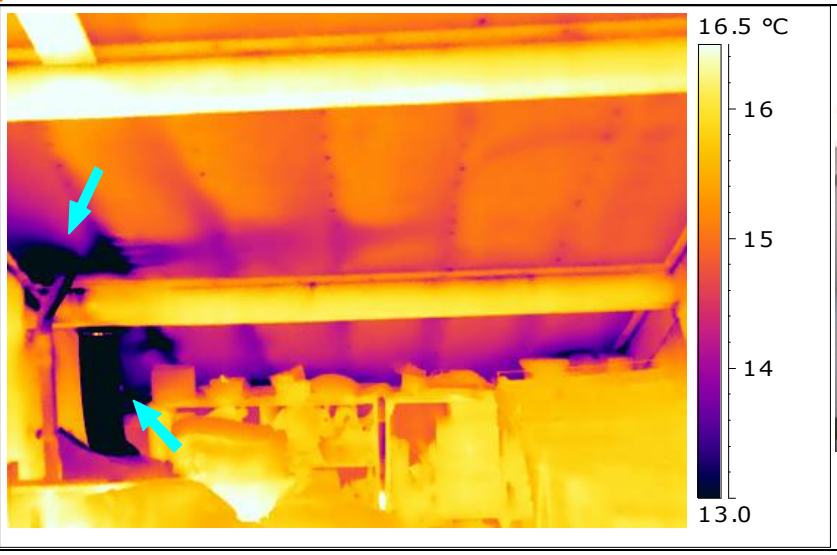
a) Onderin warmte van de c.v. leidingen.

b) Naden tussen de platen en kieren in de aansluitingen tochten. De blauwe puntjes zijn schroeven in de dakplaten.

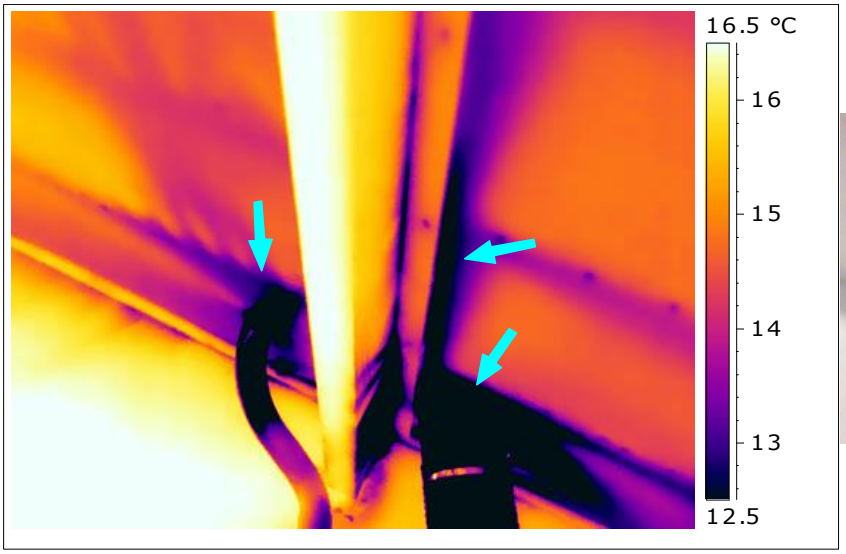
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)



b)

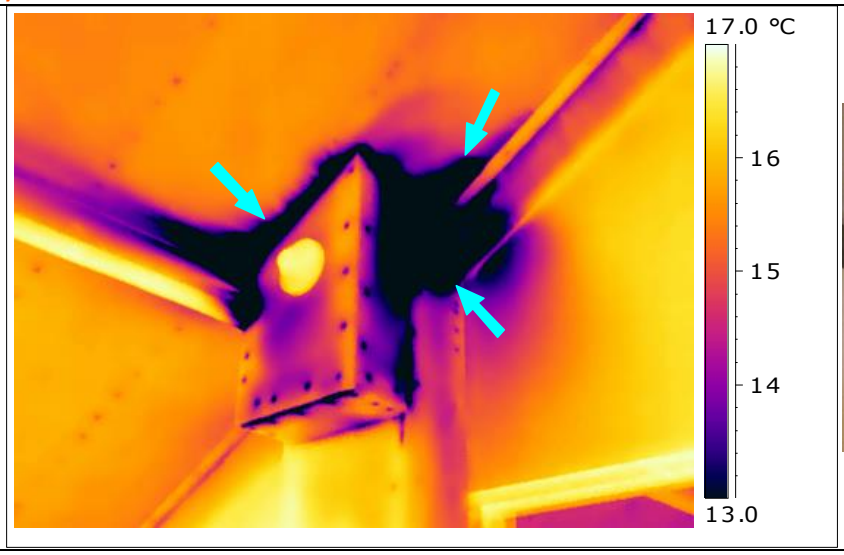


Commentaar
Dakdoorvoer pijp van de afzuigkap en van de ontluchting van het riool tochten.
Tocht uit de kier gording en dakplaat.

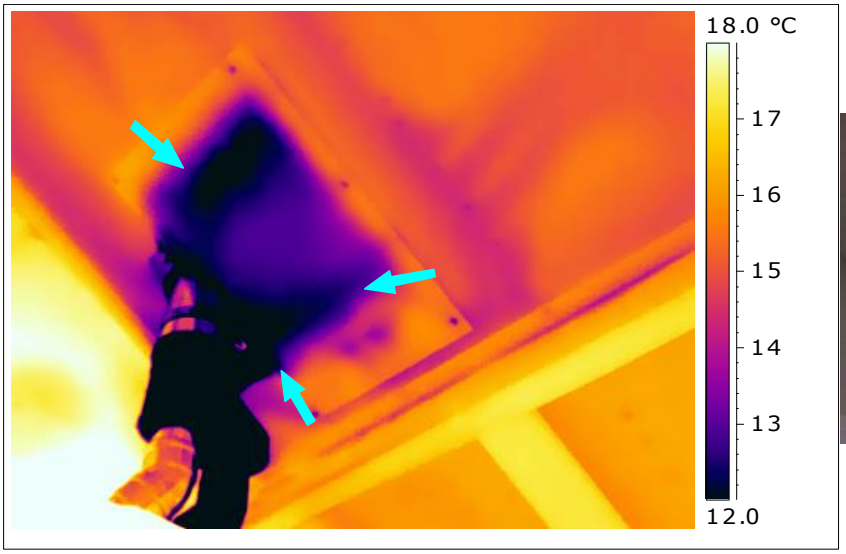
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	**Onderzoek warmte- en luchtlekken**
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	**Dakdoorvoer houtkachel en c.v. ketel**

a)



b)

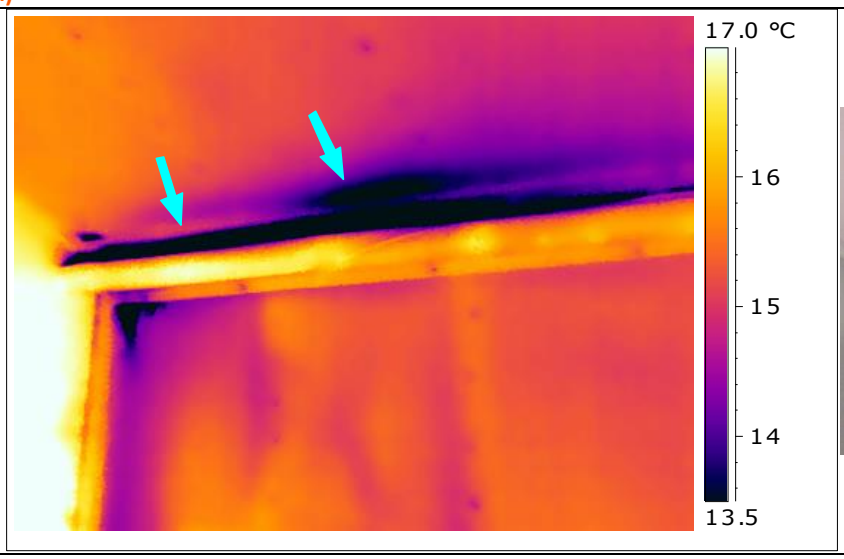


Commentaar
a) De dakdoorvoer van de rookgasafvoer tocht.
b) Idem dakdoorvoer c.v. ketel (eterniet plaatje?)

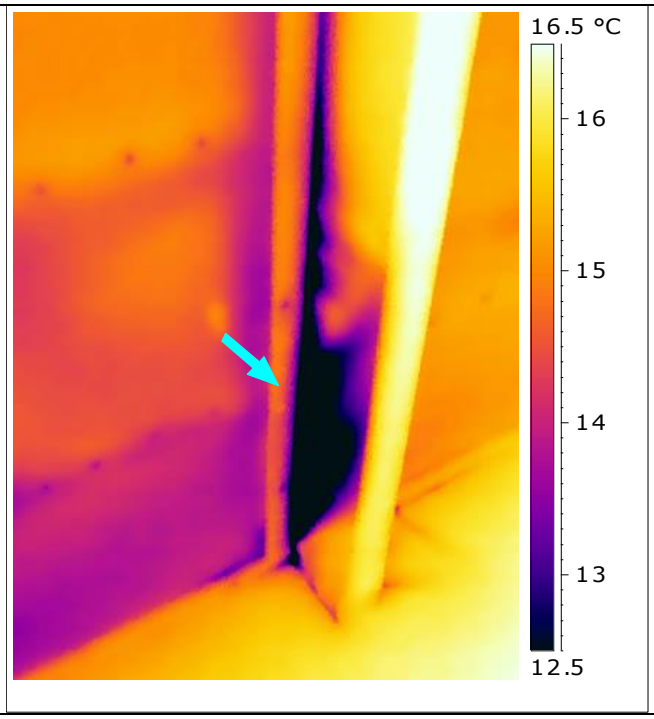
Thermografische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	**Dak op de overloop op zolder**

a)



b)

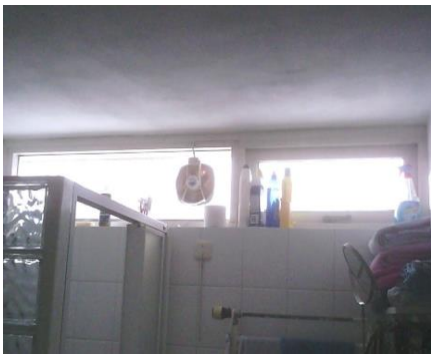


Commentaar
a) Koude lucht uit de nok.
b) Koude lucht langs de gording.

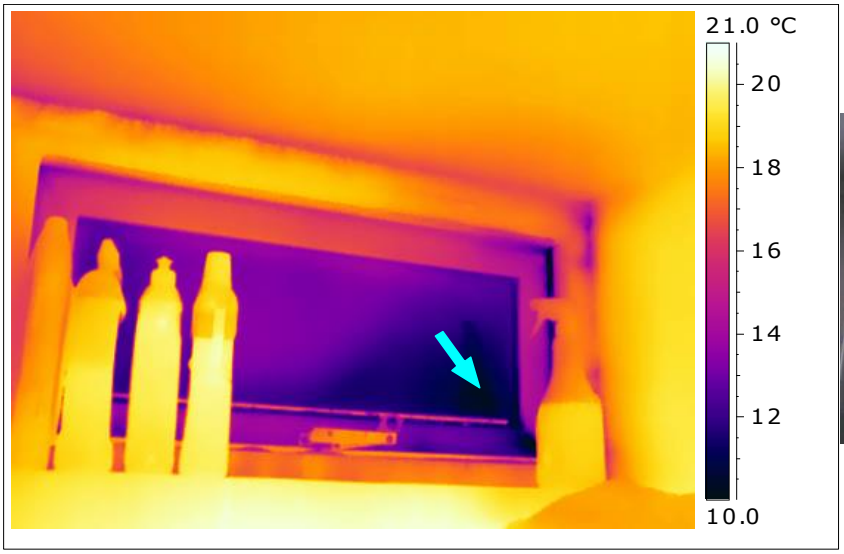
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)



b)

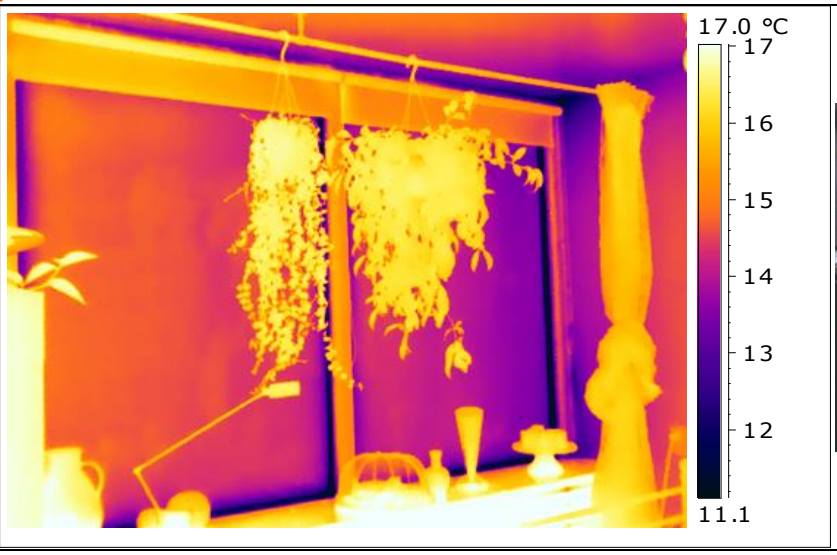


Commentaar
Ruiten zijn enkel glas
a) Klep van de raamventilator tocht iets.
b) Raam tocht iets.

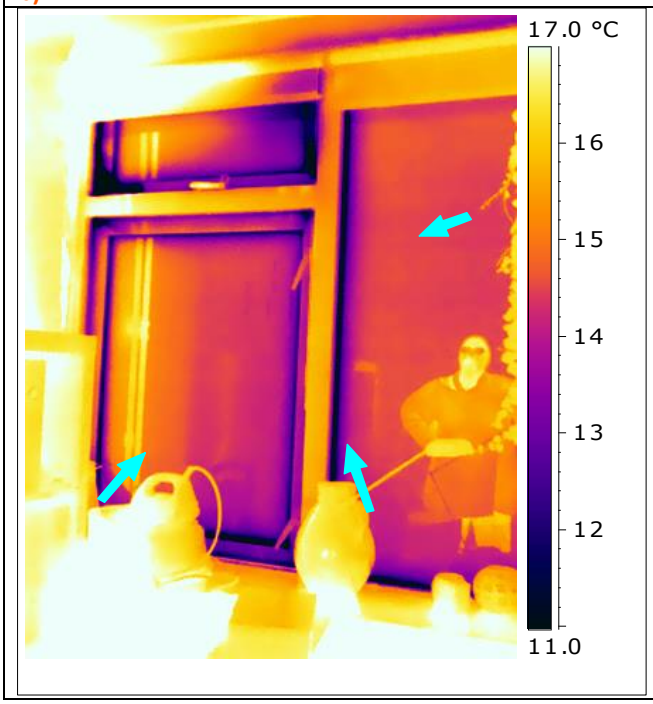
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	**Onderzoek warmte- en luchtlekken**
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	**Voorkamer 1e verdieping**

a)



b)

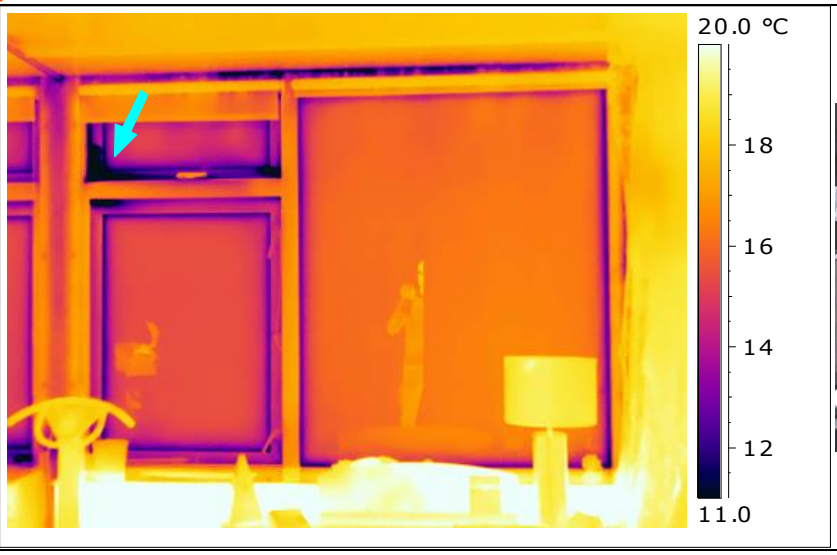


Commentaar
De grote ruiten zijn HR++ glas met spouw 13 mm, de ramen HR+ met spouw 9 mm.

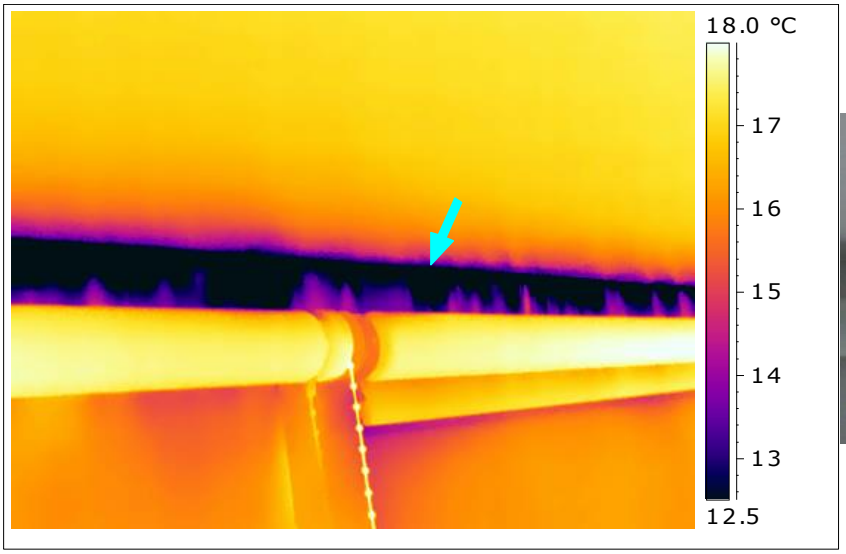
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	**Onderzoek warmte- en luchtlekken**
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	**Achterkamer 1e verdieping**

a)



b)

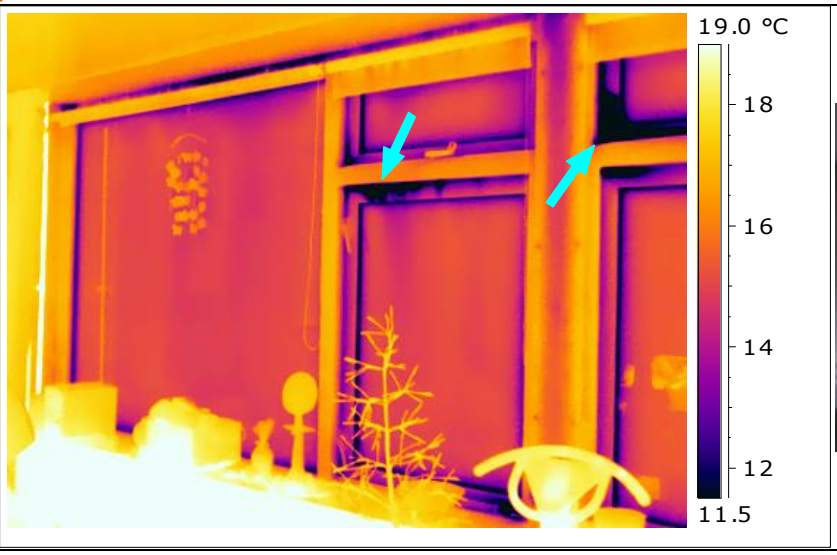


Commentaar
a) Ramen tochten.
b) Kier tussen plafond en kozijn tocht.

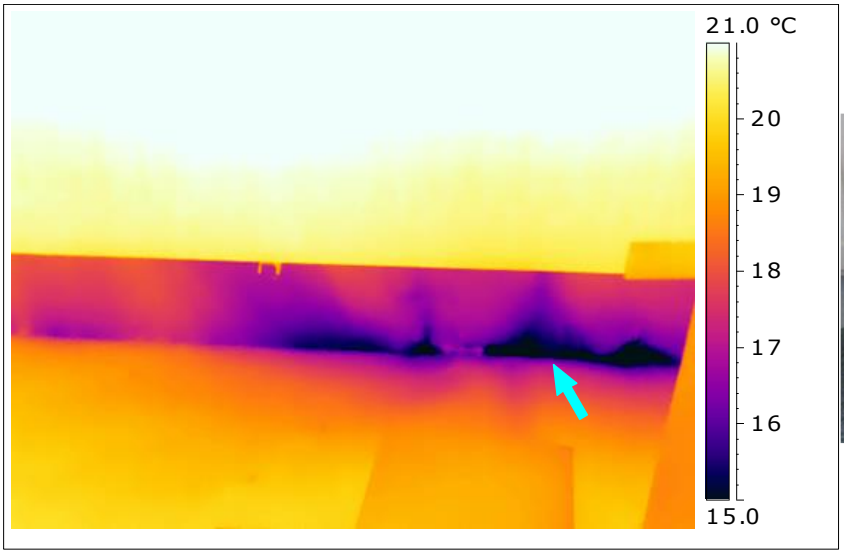
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

Doel meting:	**Onderzoek warmte- en luchtlekken**
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	**Achterkamer 1e verdieping**

a)



b)

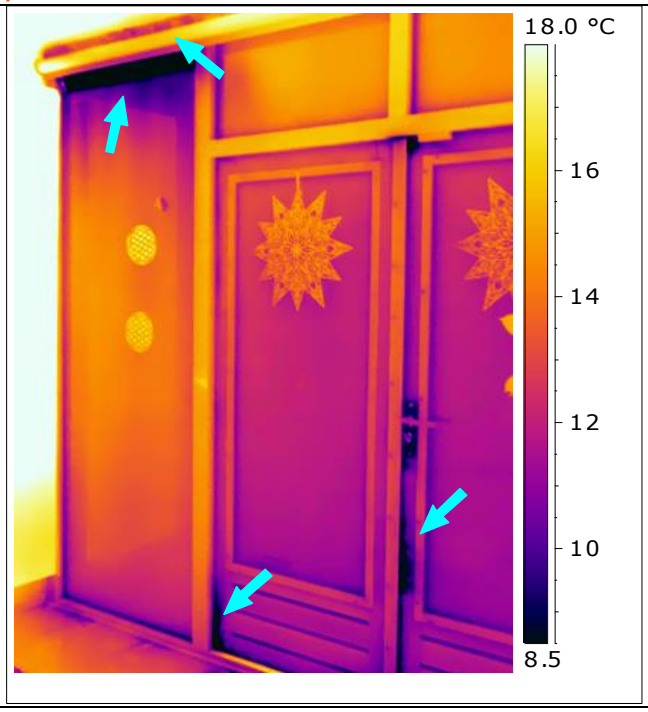


Commentaar
a) Ramen tochten.
b) Tocht uit de gevel ter hoogte van de vloer.

Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)



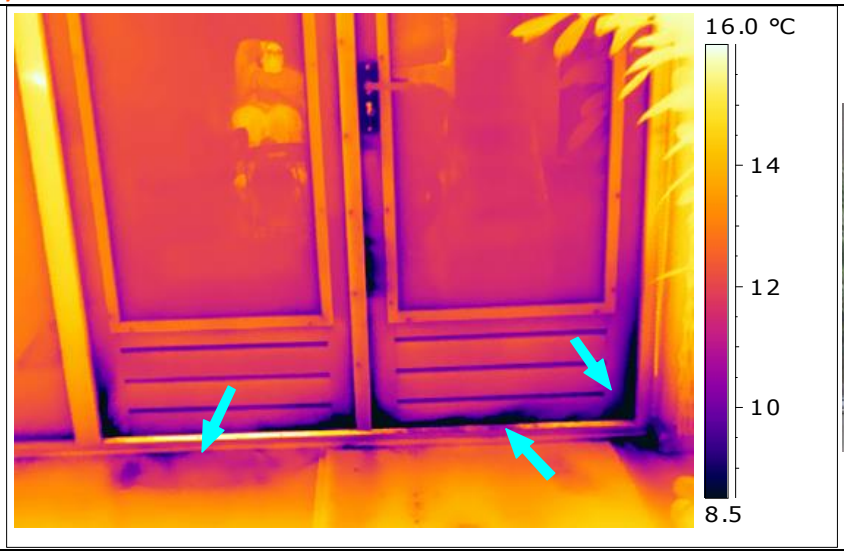
b)

Commentaar
a) Het ventilatierooster tocht. Tocht uit de gevel boven het kozijn.
Deurstel tocht. Geplaatst in 2018.
b) Idem.

Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a)



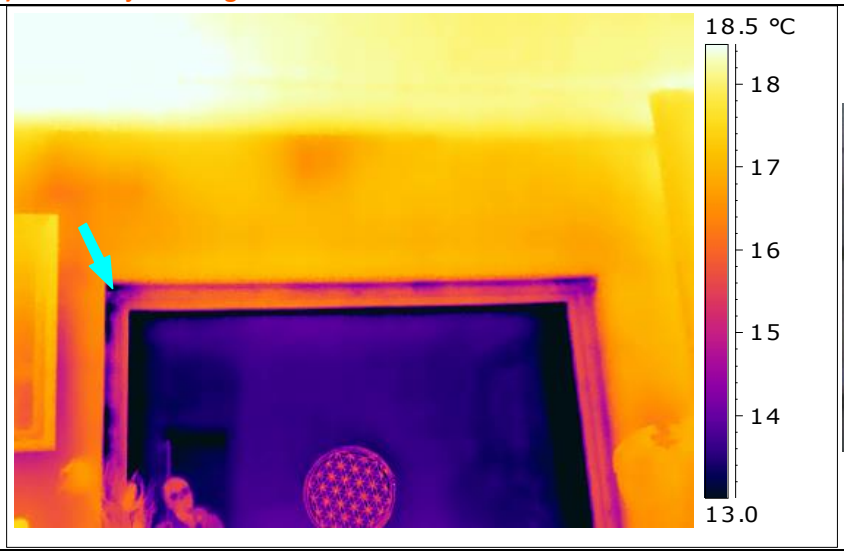
b)

Commentaar
Alle blauwe vlekken is koude lucht van buiten, zowel het deurstel tocht flink als lucht onder het kozijn langs.

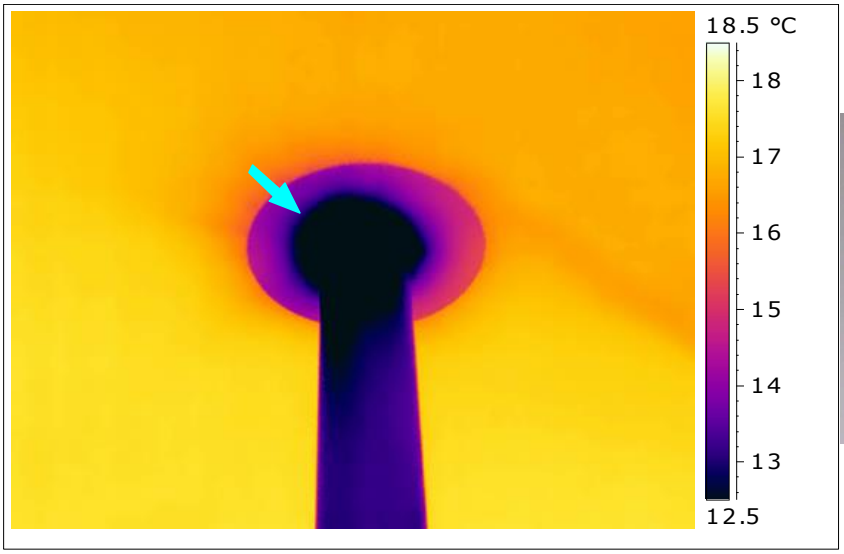
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a) Raamkozijn achtergevel



b) Rookgasafvoer houtkachel

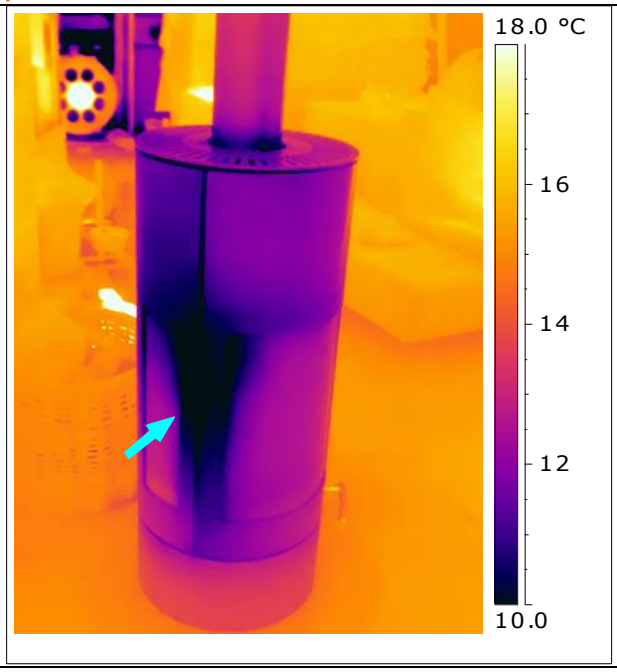


Commentaar
a) Tocht rond het kozijn.
b) Koude lucht zowel langs de pijp als door de pijp. Zie ook de opname op zolder en de foto met sneeuw buiten.

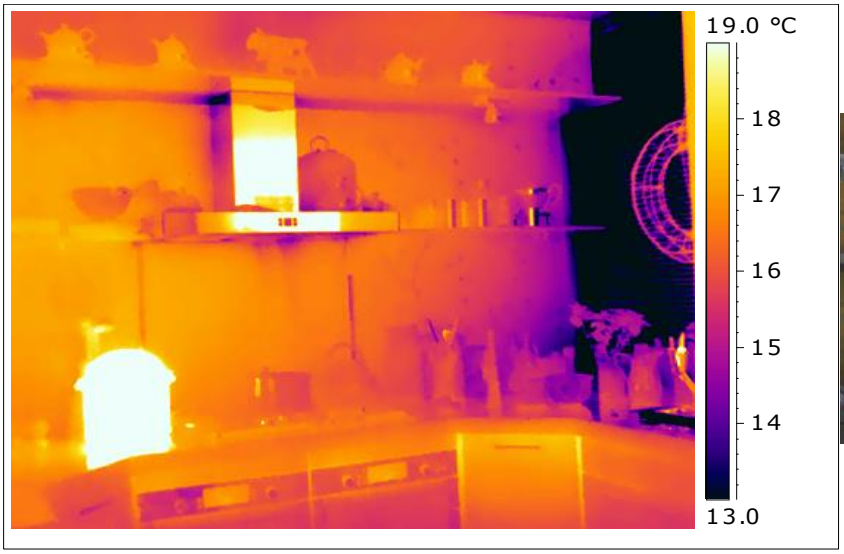
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a) Houtkachel



b) Afzuigkap



Commentaar

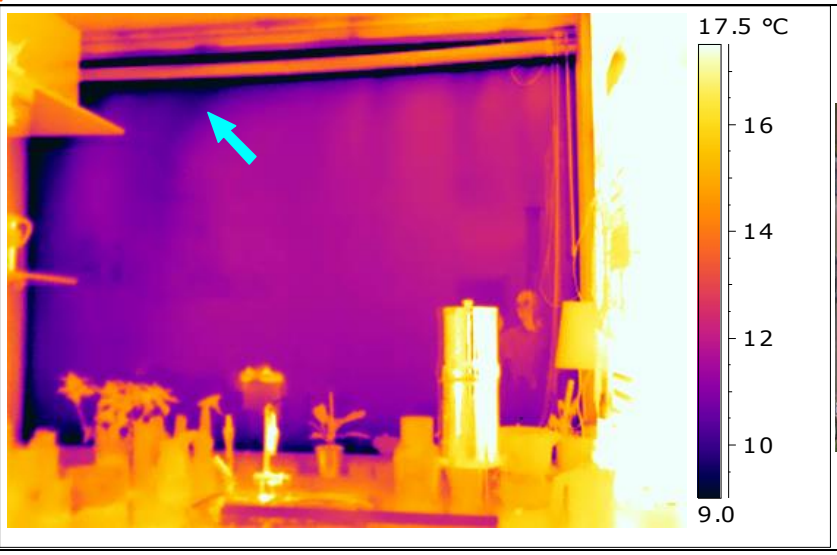
a) De houtkachel heeft geen klep, waardoor er altijd warme lucht via de houtkachel en de pijp naar buiten zal verdwijnen. Ook als de houtkachel niet in gebruik is.

b) De afzuigkap lijkt niet te tochten. Pijp gaat via het pannendak naar buiten.

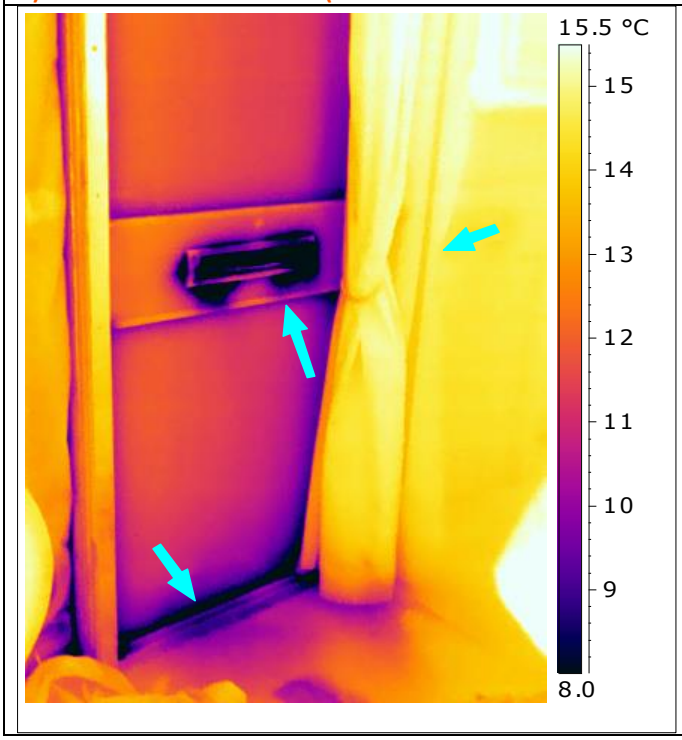
Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

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

a) Keukenraam



b) Raam naast de voordeur (in de voordeur staat de meetventilator)

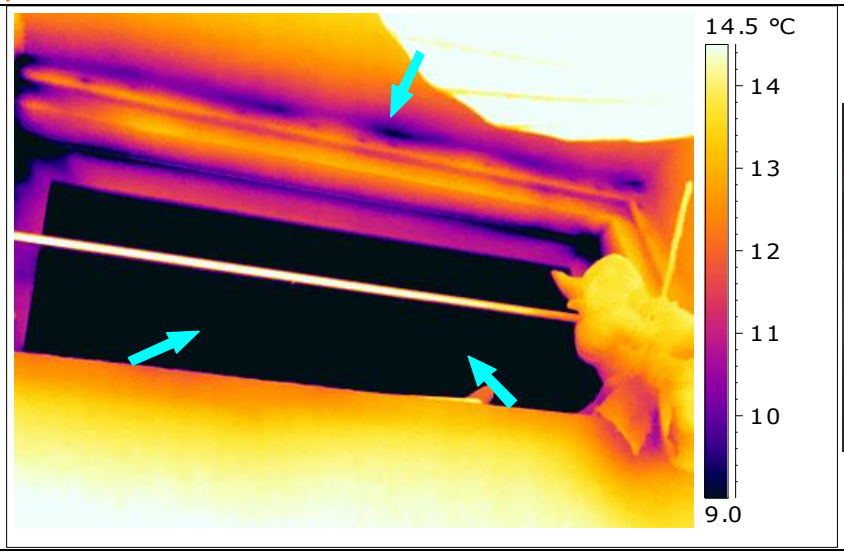


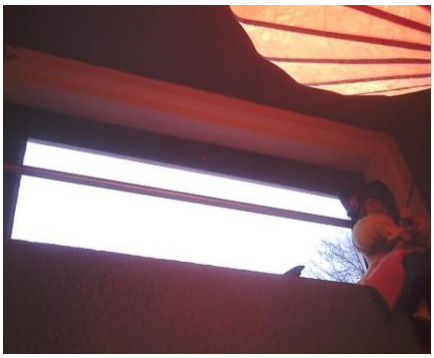
Commentaar
a) Het (oude) ventilatierooster tocht.
b) Brievenbus tocht iets.
Tocht onder het kozijn langs

Thermische opnamen binnenzijde
Woning in onderdruk

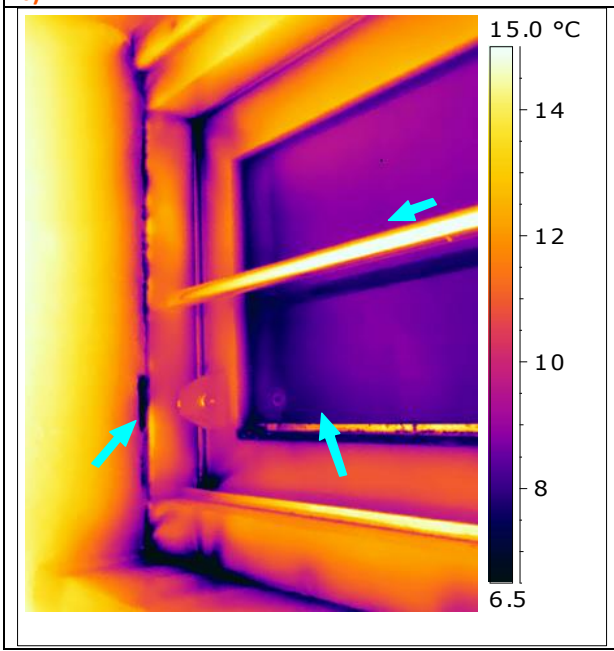
Doel meting:	**Onderzoek warmte- en luchtlekken**
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	**Toilet**

a)





b)



Commentaar
Raampje en rond het kozijn tocht het.