



Rapportage *(versie 2)*

Thermografisch onderzoek met blowerdoortest

Fanny Blankers Koenstraat Arnhem

Opdrachtgever:

Duurzaam Stadseiland i.s.m. Arnhem Aan

Copyrights©

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Ingenieursbureau Van der Kleij

ir. P.S. van der Kleij

Boccherinistraat 2, 6815 GX Arnhem

tel. 026-44 55 177

mob. 06-53 34 35 02

fax. 026-44 55 177

Inhoudsopgave

Gegevens	3
Inleiding en doel Onderzoek.....	4
Omschrijving van de werkzaamheden en randvoorwaarden van de metingen	4
Aangetroffen situatie.....	4
Geconstateerde verbeterpunten.....	5
Conclusie en advies	9
Voorraanzicht van de woning	11
Thermische opnamen buitenzijde	12
Thermische opnamen binnenzijde	18

Gegevens

Opdrachtgever : Gemeente Arnhem, Arnhem AAN
Contactpersoon gemeente : David Willemse
Plaats van de inspectie : Fanny Blankers Koenstraat, Arnhem
Datum van de inspectie : 15 maart 2021
Ons ordernummer : 20.038-d
Inspectie uitgevoerd door : ir. P.S. van der Kleij
Rapport opgemaakt door : ir. P.S. van der Kleij
Vestigingsadres : Boccherinistraat 2
Postcode : 6815 GX
Plaats : Arnhem
Telefoonnummer : 06-53 34 35 02
E- mail adres : info@irvanderkleij.nl

	<u>7.30 u</u>	<u>12.45 u</u>	<u>15.00</u>
Buitentemperatuur	: 4,7 °C	5,8 °C	7,6 °C
Luchtvochtigheid	: 94 %	84 %	79 %
Windsnelheid	: 2 m/sec	7 m/sec	7 m/sec
Windrichting	: W	NW	NW
Luchtdruk	: 1010 hPa	1014 hPa	1014 hPa
Binnentemperatuur	: 20 °C	20 °C	20 °C
Type thermografische camera	: Flir E95		
Blowerdoor	: Retrotec 6000		

Inleiding en doel Onderzoek

In het kader van de AANjagers van de gemeente Arnhem is deze woning samen met nog drie woningen als voorbeeldwoning voor de wijk Malburgen onderzocht. Op dezelfde dag is de woning aan de Kea Bouwmanstraat onderzocht. Tien dagen eerder zijn de woning aan de Willy den Oudenstraat en de Stadswaardenlaan opgenomen.

Het doel van het onderzoek is om aan te geven waar de woningen warmte verliezen en hoe dit te verbeteren is. Mogelijk gaan de woningen in de toekomst van het gas af. De vraag is welke bouwkundige maatregelen daaraan kunnen bijdragen.

Omschrijving van de werkzaamheden en randvoorwaarden van de metingen

Om 7.45 u is begonnen met de thermografische opnamen aan de buitenzijde. Vervolgens is eerst de woning aan de Kea Bouwmanstraat onderzocht. Om 11.30 u is de woning voorbereid, dat wil zeggen de woonhuisventilator is afgekoppeld en naar buiten toe afgedicht. De ventilatieroosters zijn dichtgezet en de afzuigkap is afgeplakt. De blowerdoor is in de voordeur op de begane grond geplaatst.

Met de woning op 50 Pa onderdruk (vergelijkbaar met 5 bft) zijn de luchtlekken zichtbaar gemaakt met de warmtebeeldcamera.

Tot slot is de waarde voor de luchtdichtheid (q_{v10}) van de woning bepaald bij onder- en overdruk.

Aangetroffen situatie

De woningen zijn in 2008 door bouwbedrijf Van Wijnen gebouwd. Deze hoekwoning is onderdeel van een rij woningen en bestaat uit vier woonlagen. De voorgevel ligt op het zuidoosten.

Links van de entree met toilet is in de voormalige garage een atelier gemaakt. Achter de entree, deels onder de trap, een berging met wasmachine, c.v. ketel en ventilatiebox. Het trappenhuis ligt centraal tegen de zijgevel. Op de eerste verdieping ligt aan de achterzijde de woonkamer, met uitzicht over de rivier. Aan de voorzijde ligt de eetkamer/keuken met een groot balkon met daaronder parkeerplek. Op de tweede verdieping zowel aan de voor- als de achterzijde een grote slaapkamer. In het midden de badkamer en een separaat toilet, beiden zonder raam. De derde verdieping heeft zowel aan de voor- als achterzijde een werk-/slaapkamer. Het grote dakterras aan de voorzijde ligt boven de voorkamer op de tweede verdieping.

De woningen zijn traditioneel gebouwd, dat wil zeggen dat de dragende muren en binnenspouwblad van kalkzandsteen lijmblokken zijn. Het buitenspouwblad is gemetseld, maar deels ook plaatmateriaal. De woningen zijn aan de achterzijde in de zomerdijk gebouwd. De begane grond is daarom minder diep dan de woonlagen daarboven. De geïsoleerde begane grondvloer is massief zonder kruipruimte. De woonkamervloer boven de dijk is massief beton met betonbalken en daaronder betonnen grondkerende wanden. De overige vloer en het dak zijn van breedplaat (massieve beton). Aan de voorzijde zowel op de bovenste verdieping als rond het balkon een uitgebreide staalconstructie die deels in de gevel is opgelegd. De

borstwering van het dakterras aan de voorzijde is een gemetselde spouwmuur met daarin stalen consoles om de borstwering te steunen. Aan de achterzijde is de woonkamer uitgebouwd met een kleine erker, met daar omheen een staalconstructie.

Volgens de gegevens (EPN-berekening) zijn de volgende isolatiewaarden R_c aangehouden:

- Vloer en dak 3,5 m²K/W
- Gevel 3,0 m²K/W

De kozijnen zijn van hardhout. Het isolatieglas is uit 2008 en volgens de aanduiding in de spouw HR++. $U_g = 1,1-1,2$ W/m²K. Een deel van het glas is van mindere kwaliteit.

De kozijnen in de voorgevel op de begane grond liggen verdiept. Volgens de tekeningen is de spouw hier veel breder dan op de verdieping.

Ook de kozijnen in de achterkamers op de tweede en derde verdieping liggen verdiept. Hier is het binnenspouwblad (volgens tekening) vervangen door een uitgetimmerd binnenspouwblad. Of hier nog een gemetseld binnenspouwblad achter zit is niet bekend. De reden van de uitgetimmerde gevel is niet duidelijk. Het zou kunnen samenhangen met de toegepaste suskasten.

De woning wordt verwarmd met convectoren en deels radiatoren. De c.v. ketel hangt samen met de woonhuisventilator in de berging. Deze zuigt de badkamer, keuken en het toiletten af. Luchttoevoer geschiedt via ventilatieroosters die in de verblijfsruimten bovenin/boven het glas zijn gemonteerd. Aan de rivierzijde zijn het zogenaamde suskasten (geluiddempende ventilatieroosters). De bewoners hebben bij de bouw het ventilatierooster in de woonkamer (rivierzijde) laten vervallen.

In de woonkamer is na de bouw een gashaard geplaatst met de rookgasafvoer door de zijgevel. De keuken heeft een afzuigkap met afvoer naar buiten.

De omstandigheden voor het onderzoek waren qua buitentemperatuur goed. Bij de luchtdichtheidsmeting zelf kwam er een bui over, waardoor de wind toenam. Deze stond schuin op de voorgevel. Om toch een betrouwbare meting te krijgen is de meting handmatig uitgevoerd, waardoor de windfluctuaties gemiddeld konden worden. Gedurende de nacht hadden de bewoners de woning zo egaal mogelijk verwarmd. Op de thermografische foto's binnen is te zien dat de convectoren nog warm zijn.

Geconstateerde verbeterpunten

De gemeten waarden voor de luchtdichtheid zijn $q_{v10} = 0,475$ l/sec/m² en een n_{50} van 1,84 1/h. Op dit moment worden nieuwbouwwoningen meestal gebouwd met een $q_{v10} = 0,4-0,625$ l/sec/m² (luchtdichtheidsklasse 2) en zeer zuinige woningen met een luchtdichtheid van 0,15 l/sec/m² (klasse 3). Deze woning scoort dus ook naar moderne maatstaven behoorlijk goed. Het gemiddelde lekkageoppervlak (alle gaten bij elkaar) is bepaald op 375 cm².

Verbetering van de luchtdichtheid heeft zowel invloed op het energieverbruik als op het comfort, doordat de tocht minder wordt. Ondanks dat de woning behoorlijk luchtdicht is zijn wel wat verbetering qua luchtdichtheid mogelijk. Daarbij wel te bedenken dat de ventilatieroosters voor een deel van de luchtlekkage zorgen, doordat ze ook in gesloten toestand lucht doorlaten. Wat volgens de normen is toegestaan.

Het meetrapport van de luchtdichtheid zit in een apart bestand. De m² gebruiksoppervlak en m³ inhoud van de woning zijn van tekening gehaald.

De volgende verbeterpunten zijn bij dit onderzoek geconstateerd. Cursief staat aangegeven hoe dit verbeterd kan worden:

- In de achtergevel is rechts bovenin de gevel warmer. Tussen de woningen zit een dubbele muur met daartussen een spouw komt waarschijnlijk wat warmte naar buiten. De lucht in de spouw wordt vanuit de woningen opgewarmd en stijgt daardoor op in de spouw. Dit zorgt voor warmteverlies. Doordat de wind op de voorgevel stond, is dit effect daar niet te zien.
De uitstroom van warme lucht kan (deels) geblokt worden door de gevel na te isoleren met schuim. Zie onder spouwmuurisolatie.
- Verbetering van de spouwmuurisolatie.
De spouwmuren zijn geïsoleerd met glaswol. Er resteert nog een spouw van 30-40 mm. Deze kan aanvullend geïsoleerd worden met schuim, bijvoorbeeld Comfortfoam of Envirofoam.
De isolatiewaarde verbetert daarmee naar schatting van Rc 3,0 naar 4,0. Dit kan een interessante energiebesparing opleveren. Zeker bij deze hoekwoning. Daarbij komen nog een aantal voordelen, zoals dat naden en kieren worden gedicht, wat de wind- en luchtdichtheid verbetert. Dit levert extra energiebesparing op, doordat de woning minder tocht en doordat de glaswol in de spouw niet meer afkoelt door luchtstroming in de spouw.
Laat het isolatiebedrijf een goede opname maken, o.a. van de spouwen en de koudebruggen (opleggingen staal, erker, lateien e.d.)! En u informeren over de voordelen en eventueel nadelen van het extra isoleren van de spouw.
- De erker kan beter geïsoleerd worden, maar dat is een forse ingreep die niet snel zal lonen.
- De gashaard in de woonkamer is later aangebracht. Hier is een behoorlijke luchtlekkage te zien, via het rookgaskanaal.
De doorvoer van het rookgaskanaal door de gevel luchtdicht afwerken op het binnenspouwblad. De enige manier om dat voor elkaar te krijgen is de koof open maken. Overleg met het bedrijf dat de gashaard heeft geplaatst lijkt mij zinvol.
- De opleggingen van het staal in de gevel zorgt voor koudebruggen. Deze kunnen niet beter geïsoleerd worden.
- De schoorsteen toont warm in de zijgevel, en de leidingschacht onder de schoorsteen was niet luchtdicht. Dit betekent dat of de doorvoeren van de leidingen door het dak niet luchtdicht zijn, en/of dat de gevel in de leidingschacht niet luchtdicht is.
Beiden zijn moeilijk op te lossen. Een optie zou kunnen zijn om de schacht in de berging af te dichten op de eerste verdiepingsvloer, maar dat is door de leidingen niet eenvoudig.
- De stalen lateien boven het hoekkozijn in de achter-/zijgevel eerste verdieping zijn warm.
Dit geldt ook voor de aansluitingen van de erker op de gevel. De detaillering hiervan is niet bekend.
Beiden zijn niet eenvoudig op te lossen. Waarschijnlijk verbetert de spouwmuurisolatie deze warmtelekken, maar er moet daarbij ook gecontroleerd worden op het versterken van aanwezige koudebruggen.
- De betonnen keerwand in de zij- en achtergevel onder de woonkamer toont warm. Beton en baksteen hebben in principe dezelfde emissiewaarde, dus moet de ruimte onder de woonkamer redelijk warm zijn.

Om dit op te verbeteren zou je de onderkant van de woonkamervloer beter willen isoleren, maar deze is nu niet bereikbaar.

- De dilataties in de kalkzandsteen borstweringen (binnen) tochten, omdat ze open staan. Deze zijn deels aangegeven op de thermografische foto's.
Deze naden kunnen afgedicht worden met een goede kit, bijvoorbeeld polymeerkit (lijmkit). Zorg voor een stofvrije ondergrond. N.B. hoe breder de naad hoe sterker de kitnaad is, want kit kan maximaal 25-30% rekken.
- Op een aantal plaatsen tocht het over de vloer. In het atelier op de BG, onder de pui bij het balkon op de eerste verdieping en in de erker in de woonkamer. Deze luchtlekkages kunnen voor discomfort zorgen, doordat de koude lucht over de vloer trekt.
Eigenlijk zou je de naad tussen de betonvloer en de muur willen afdichten, maar vanwege het parket kan dat niet. Het enig wat mogelijk is de platte plintjes verwijderen en de parketvloer afkitten op de wand. Beter zou zijn om de ondervloer weg te snijden en tussen de cementdekvloer en de wand af te dichten. Maar ik begreep dat het parket op de ondervloer is gelijmd, met een spaanplaat onderlaag.
- Rond de kozijnen tocht het op verschillende plaatsen, variërend van een beetje tot iets meer. Met name rond de houten aftimmering van de kozijnen in de achterkamer op de tweede en derde verdieping. Verder vensterbanken, aftimmerlatten e.d. Per stuk zijn het kleine luchtlekkages, maar samen zorgen ze wel voor een aardige luchtlekkage.
*Deze naden kunnen eventueel worden afgekit (bij een schilderbeurt). Gebruik hiervoor bij voorkeur een kit die niet zo makkelijk scheurt (als acrylaatkit). Neem bijvoorbeeld een lijmkit (polymeerkit) of een beglazingskit.
Dit is in de woonkamer recent gedaan, waardoor de tocht verminderde.*
- Uit de aftimmeren van de trapgaten tocht het.
Het beste is om achter de aftimmering af te dichten, maar dat is vrij veel werk. De eenvoudiger optie is om de aftimmering af te kitten op de muur. Nadeel is dat deze kitnaden waarschijnlijk weer kapot gaan door de werking van de houten aftimmering.
- De draaiende delen zijn allemaal voorzien van een dubbele kierdichting, dat wil zeggen twee rubbers. Waarschijnlijk vanwege het industrielawaai aan de overkant van de rivier. De draaikiep ramen zijn daardoor tocht dicht, behalve het middelste raam op de tweede verdieping achter.
Dit raam kan afgesteld worden.
- De deuren tochten wel.
De meerpuntssluitingen afstellen. Als dat niet helpt is kunnen de tochtstrips (ingefreesde kaderrubbers) eventueel vervangen worden door dikkere, zoals de Solid Seal van Buva (verkrijgbaar bij www.luchtdichtshop.nl bestel wel het juiste type/breedte).
- De wandlamp in de keuken is in de muur aangebracht (tot in de spouw) en vormt een luchtlekkage.
Het binnenspouwblad achter de lamp aanhelen of de lamp afkitten.
- De brievenbus tocht?
De brievenbus eventueel voorzien van een binnenplaat.
- In de meterkast zit rechts bovenin een gat.
Het gat dichtmaken.
- Een woning werkt als een schoorsteen. Warme lucht stijgt op van met name de begane grond en wil bovenin de woning ontsnappen. Hierdoor kan trek ontstaan in het trappenhuis (Daarom kun je zo goed was drogen in het trappenhuis). Zeker als lucht

bovenin de woning kan ontsnappen zoals via de deur naar het dakterras. De lucht die bovenin ontsnapt kan tot enige tocht en comfortverlies lijden op de lager gelegen verdiepingen, omdat de lucht hier wordt aangevuld van buiten.

Zorgen dat de woning op de bovenste verdiepingen luchtdicht is helpt daartegen. En ook het dichthouden van de kamerdeuren zorgt voor compartimentering.

- Het vervangen van het bestaande isolatieglas door bijvoorbeeld tripleglas of eventueel vacuümglas is hooguit zinvol als bewoners van het gas af willen. Hoe groot de besparing hiervan is kan het beste met een berekening worden aangetoond (nZEB of BENG-berekening). Financieel is vervangen van het glas niet snel rendabel.
- De ventilatieroosters laten ook in gesloten stand lucht door. Dit is toegestaan binnen de normen.

Als een bewoner ambitieus is kan een ventilatiesysteem met warmteterugwinning (balansventilatie met WTW, centraal of decentraal) aangebracht worden, waarbij de roosters kunnen worden dichtgezet (of eventueel vervallen in combinatie met het vervangen van het glas). Zeker bij lage temperatuurverwarming zorgt dit voor comfortverbetering t.o.v. ventilatieroosters in het glas. Bij lage temperatuurverwarming 'valt' namelijk de koude lucht uit de roosters naar beneden en trekt over de grond. Dit kan voelen als tocht. Traditioneel wordt dit ondervangen door de radiatoren onder de roosters die zorgen voor een opwaartse, warme luchtstroming langs het glas.

Ook is met balansventilatie de luchtvochtigheid beter onder controle, waardoor het risico op condensatie of schimmelvorming kleiner wordt. Het laatste is zeker belangrijk bij het toepassen van tripleglas.

Balansventilatie met warmteterugwinning zorgt voor energiebesparing en een lager benodigd piekvermogen (op de koudste dag van het jaar). Maar ook voor minder binnenkomende warmte op hete dagen, doordat het de binnenkomende lucht dan afkoelt. En de 'bypass' in het systeem zorgt ook voor extra koeling gedurende de nacht.

- De isolatie van de onderste vloeren zou een Rc van 3,5 hebben. Dit is gelijk aan de huidige nieuwbouweis.

Doordat er geen kruipruimte is kan de vloer niet (eenvoudig) extra geïsoleerd worden. De vloer van de woonkamer boven de dijk is ook niet bereikbaar.

- Het platte dak zou een Rc van ten minste 3,5 hebben.

Extra isoleren ligt niet voor de hand, maar als de dakbedekking vervangen moet worden kan dit eventueel worden meegenomen. N.B. op het dak ligt grind.

- Het terras op de derde verdieping kan moeilijk extra geïsoleerd worden.

Er lijkt nog een paar cm ruimte te zijn onder de loodaansluitingen. Het aanbrengen van extra isolatie wordt hierdoor beperkt, omdat de opstanden onder het lood minimaal 70 mm hoog moeten zijn.

- Niet bekend is hoe de gemetselde borstwering en opgaande gevel t.p.v. het dakterras voldoende thermisch onderbroken zijn t.o.v. de dakvloer van de onderliggende slaap-/werkkamer. Het plafond op de tweede verdieping is plaatselijk wel kouder.

Verbetering kan alleen tegen forse kosten.

- Algemene opmerkingen t.a.v. de c.v. installatie:

- o *Het waterzijdig laten inregelen van de c.v. installatie kan 10% besparing op het gasverbruik opleveren. En is verder heel belangrijk als een nieuwe ketel geplaatst wordt. Zonder waterzijdig inregelen kan een nieuwe ketel 'in de war raken' en zorgen voor een hoger energieverbruik.*

- *Een andere mogelijkheid tot energiebesparing en comfortverbetering is het aanbrengen van zoneregeling of een regeling per ruimte (bijvoorbeeld Honeywell Evohome). Waarbij elke radiator de ketel kan aansturen, zodat een ruimte alleen verwarmd wordt als dat nodig is. En ook direct warmte krijgt onafhankelijk van de stand van de kamerthermostaat in de woonkamer.*
- *Nog een besparingsmogelijkheid is om de keteltemperatuur te verlagen naar 60 °C of lager. Hierdoor gaat het rendement van de c.v. ketel omhoog, doordat de rookgassen kunnen condenseren en zo extra warmte wordt overgedragen.*

Conclusie en advies

De woning scoort – mede doordat hij niet zo oud is –behoorlijk goed. Maar zoals hierboven aangegeven zijn er wel een paar verbeteringen mogelijk, waardoor het gasverbruik omlaag kan. Om uiteindelijk van het gas af te gaan, is het verstandig om het energieverlies zoveel mogelijk te beperken. Daarbij kan ook het comfort verbeteren.

Of het reëel is om van het gas af te gaan is uit te proberen door de temperatuur van de c.v. ketel zo laag mogelijk te zetten. Het rendement van een warmtepomp is sterk afhankelijk van de temperatuur van het verwarmingssysteem. Deze moet bij voorkeur lager zijn dan 40 °C. Waarschijnlijk is het in de huidige situatie niet mogelijk om tijdens de hele koude dagen de keteltemperatuur (ver) onder de 60 °C in te stellen. Dat heeft twee oorzaken:

1. De woning moet extra geïsoleerd worden. Op de eerste verdieping – de belangrijkste leefruimte - kan dit alleen door de spouwmuur te isoleren en het glas te verbeteren. De ventilatioeroosters vervangen door balansventilatie met WTW zal ook het comfort verbeteren (zie eerder) en energie besparen, maar is een behoorlijke ingreep.
2. Het afgiftesysteem is onvoldoende. De radiatoren zijn bij de bouw berekend op een hogere c.v. temperatuur (> 60 °C). Als de temperatuur verlaagd wordt, wordt de warmteafgifte van radiatoren behoorlijk minder. Dus als de warmtevraag niet verkleind wordt door meer te isoleren, moet de warmteafgifte van de radiatoren aangepast worden. Dit betekent het plaatsen van lage temperatuur convectoren al dan niet met geforceerde luchtstroming. Of het aanbrengen van vloer- of wandverwarming. Lage temperatuurverwarming vraagt dikkere c.v. leidingen. Doordat de delta-T kleiner wordt (verschil tussen aan- en afvoertemperatuur van het c.v. water), moet er meer water door de leidingen stromen om dezelfde warmteafgifte te krijgen.

N.B. bij een zeer goed geïsoleerde woning gaat het warmwater een steeds groter deel van de energievraag bepalen. Neem in het plan dus ook warmwater besparende maatregelen.

Zeker als de woning van het gas af gaat is het zinvol om de woning te laten doorrekenen (nZEB of BENG-berekening). waarin aangegeven wordt wat de verschillende maatregelen aan energie besparen. Op basis daarvan kan een plan gemaakt worden om de woning integraal aan te pakken. Uit de berekening volgt hoe de woning geschikt te maken is voor lage temperatuurverwarming en een warmtepomp. En wat de capaciteit van de warmtepomp moet zijn.

Bedenk wel dat een warmtepomp een andere manier van verwarmen vraagt. Door het geringe vermogen t.o.v. een c.v. ketel en de lagere watertemperatuur is het een veel trager systeem dan we gewend zijn. Dat betekent onder andere dat nachtverlaging niet of beperkt kan worden toegepast.

Uitgevoerd en opgesteld door,

ir. Peter van der Kleij

Arnhem, - 1 september 2021

Vooraanzicht van de woning

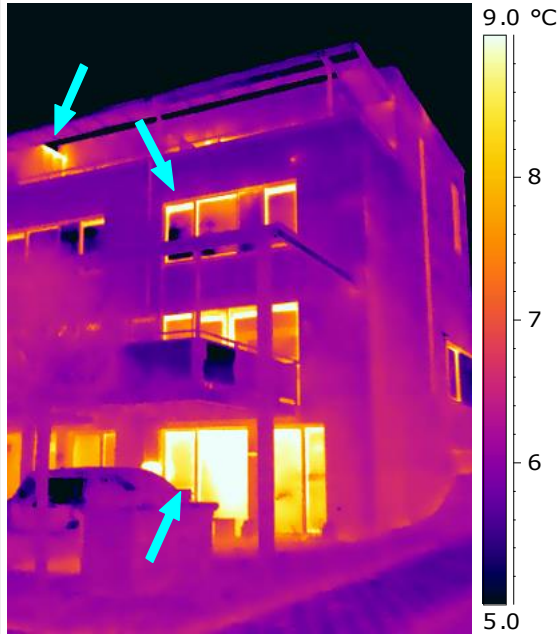
Blowerdoor in de voordeur



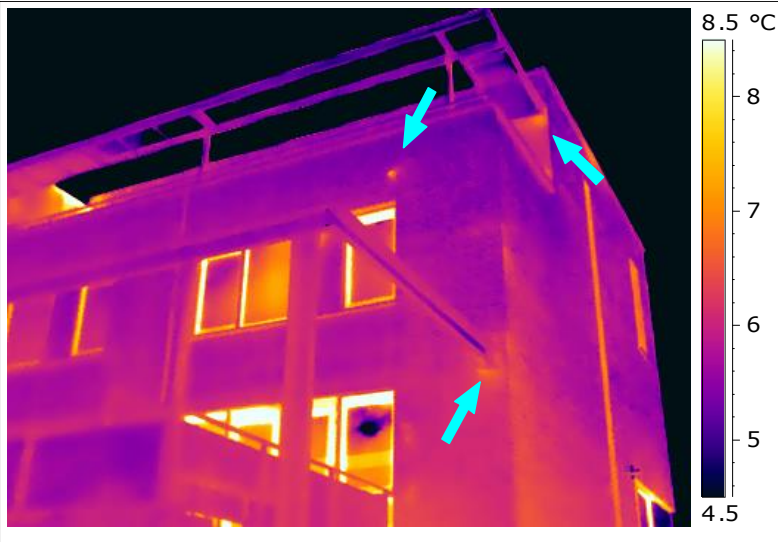
Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

a)



b)



Commentaar

a) Links in de zijgevel van de buurman is de dakrand warm.

Bovenin het glas tonen de ventilatieroosters warmer. Onder het balkon blijft op de BG meer warmte hangen.

b) Rechts boven de spuer van het balkon.

Ter plaatse van het staal is de gevel, logisch, iets warmer.

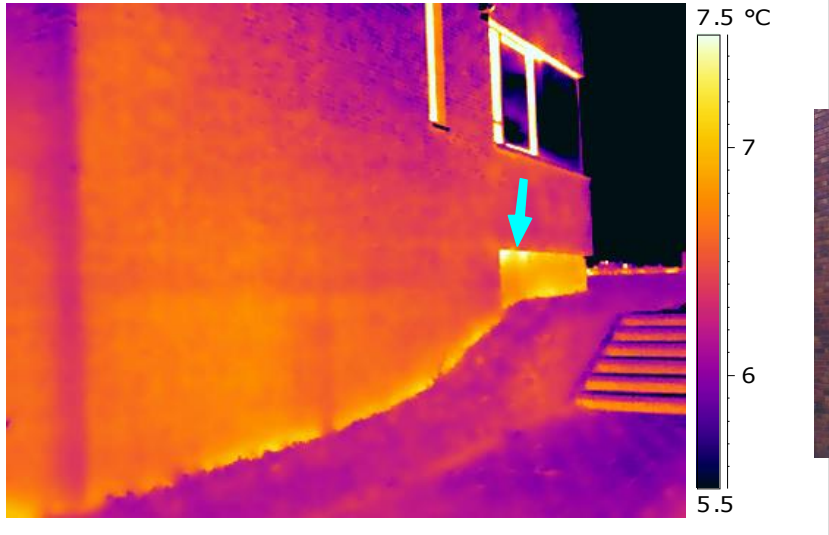

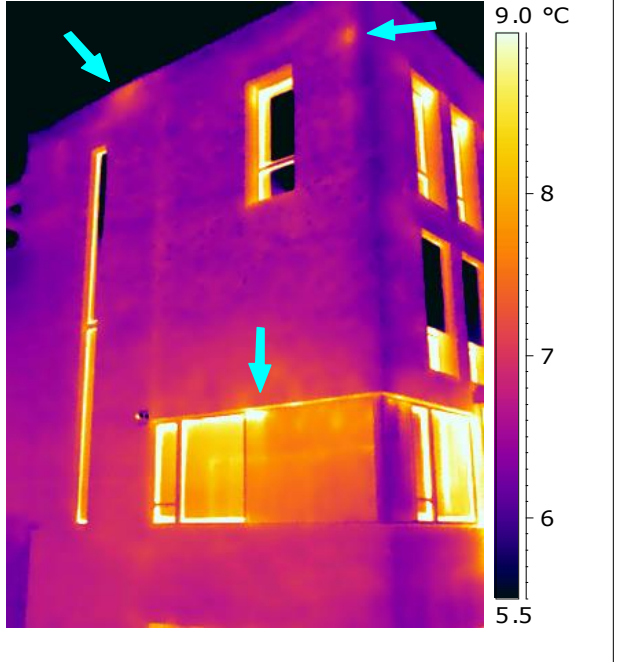

Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

Commentaar

- a) De glas en de voordeur lijken even warm.
- b) De warme plek bovenin de gevel is de schoorsteen.
Naast het raamkozijn zit de rookgasafvoer van de gashaard.

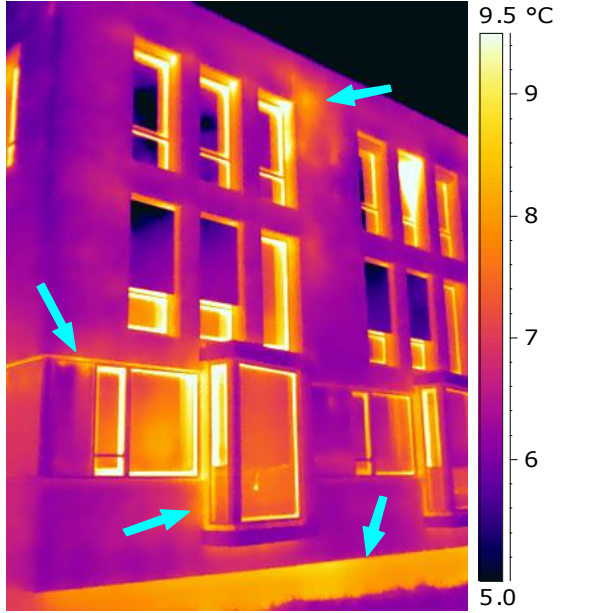

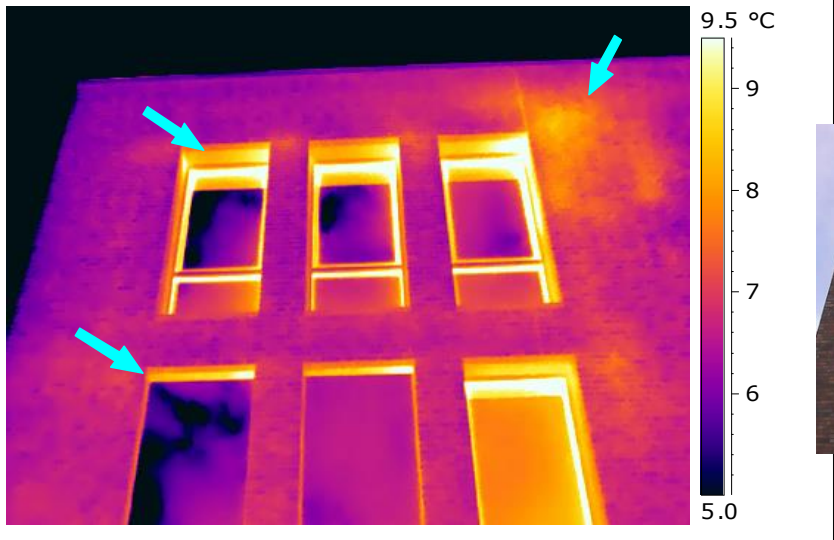

Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Zijgevel
a)	
	
b)	
	
0	

Commentaar

- a) Het achterste deel van de woning heeft geen begane grond doordat de woning in/over de dijk is gebouwd. Uit de grondkerende wand komt wat warmte.
- b) Warme plek op de hoek en bij de schoorsteen.
Warme plek, mogelijk warme lucht uit de aansluiting paneel-gevel.

Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

Commentaar



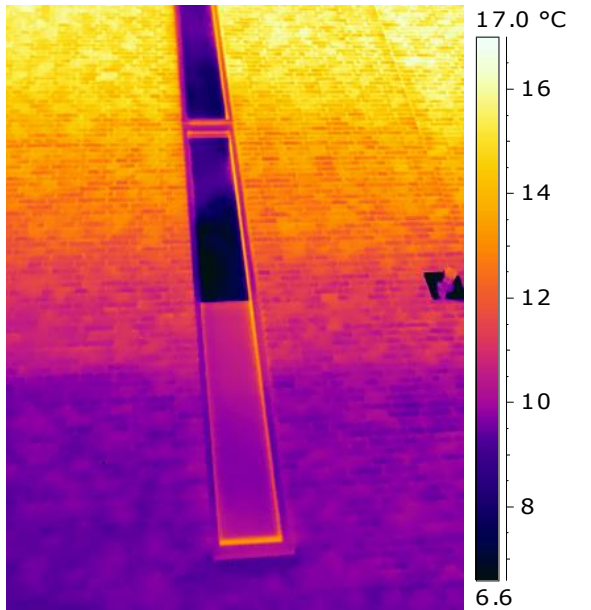

Gevel is rechtsboven warmer.

Ook hier is de overgang paneel-metselwerk warmer.

T.p.v. de twee linker onderste ramen zit een voorzetraam (i.v.m. geluidseisen).

Boven de kozijnen is het relatief warm. Waarschijnlijk omdat de kozijnen vrij diep in de gevel liggen.

Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

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

Commentaar

a) Boven het kozijn is het warmer.

De betonnen plint toont warmer dan het metselwerk.

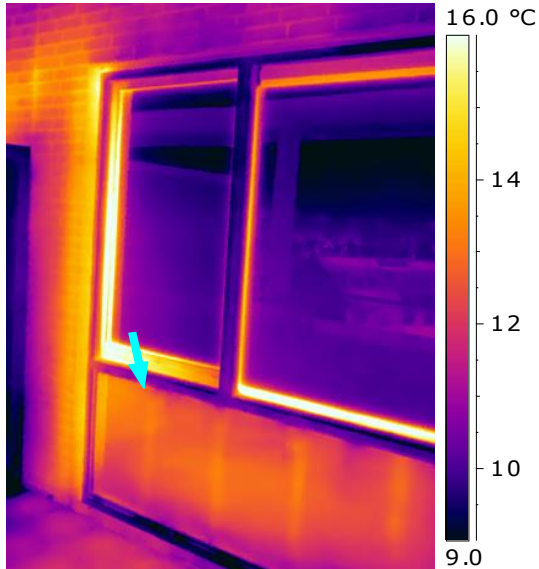
Rond de erker is het warmer.

b) Deze opname is om 12.15 u gemaakt en beïnvloed door de zon. Daar is hij moeilijk te interpreteren.

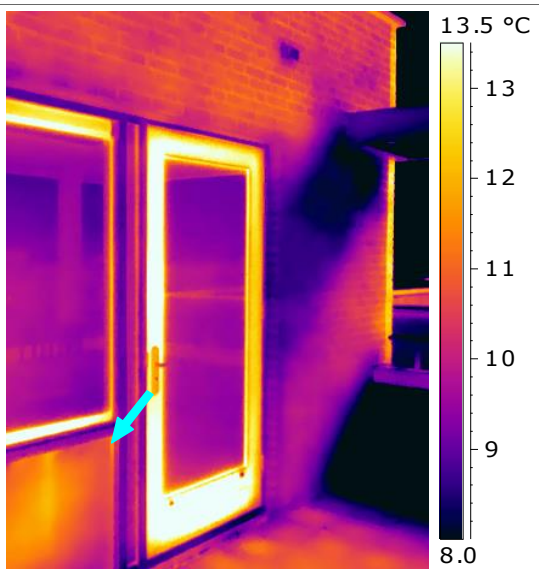
Thermische opnamen buitenzijde voor zonsopgang

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Op het balkon 3 ^e verdieping

a)



b)



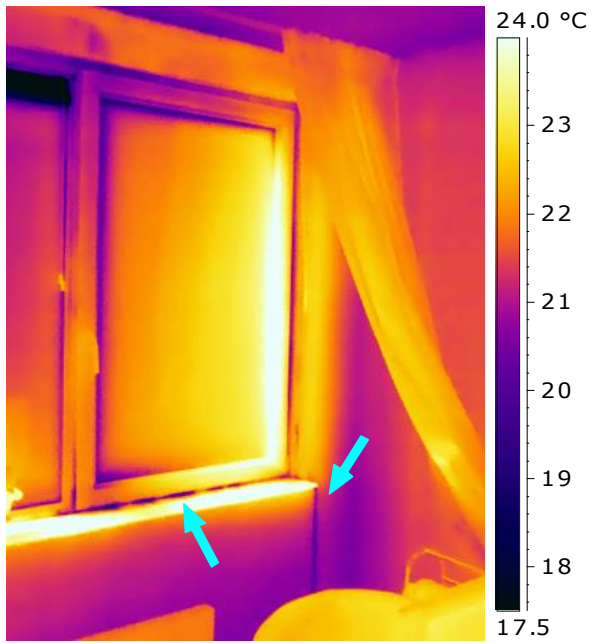

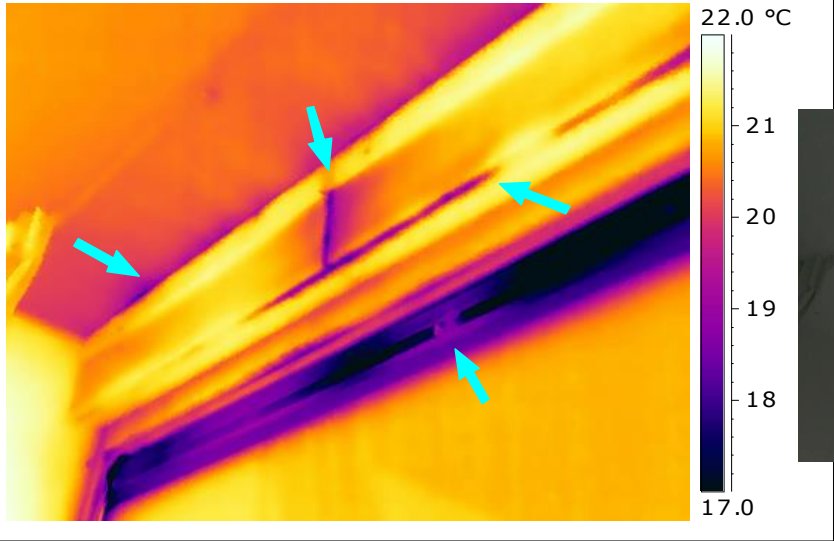

Commentaar

N.B. Deze opnamen zijn gemaakt om 13.00 u en daardoor is ook warmte en schaduw van de zon zichtbaar. Dit maakt de opnamen moeilijk te beoordelen.

De borstwering is glas, met daarachter een gemetseld binnenspouwblad.

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	3 ^e verdieping voorzijde
a)	
	
b)	
	

Commentaar

a) Tocht tussen kozijn en vensterbank, door de dilataties in de borstwering.

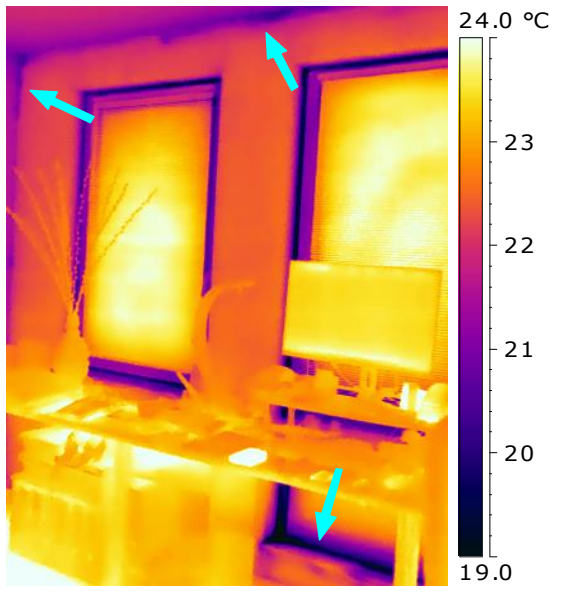

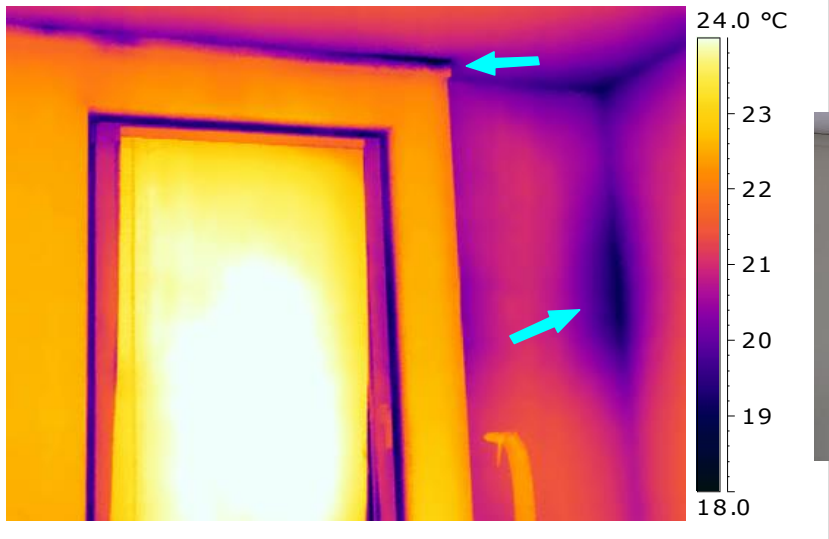

Draaikiepraam tocht aan de onderzijde.

b) Ventilatioerooster (gesloten) tocht.

Alle naden en aansluitingen tochten.

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	3 ^e verdieping achterzijde
a)	
	
b)	
	

Commentaar

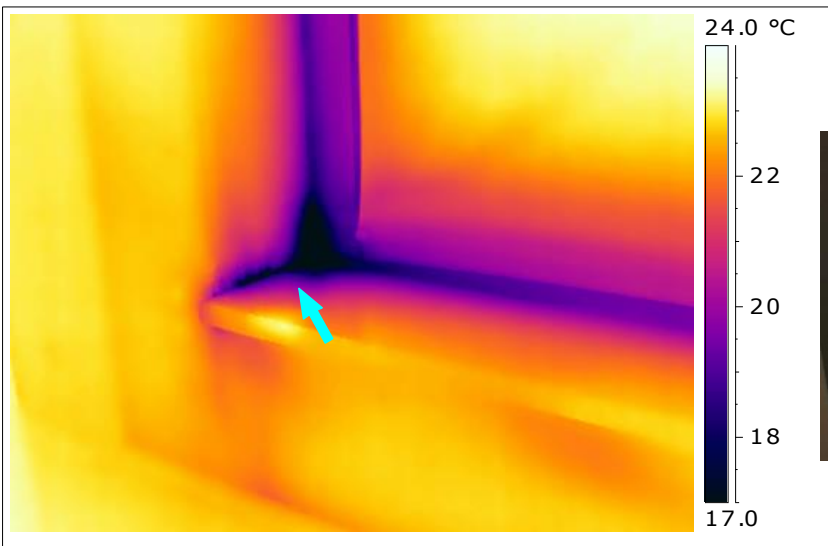
Tegen de gevels zit een voorzetwand. De naden en aansluitingen kieren.
Koude binnenhoek.

Thermische opnamen binnenzijde

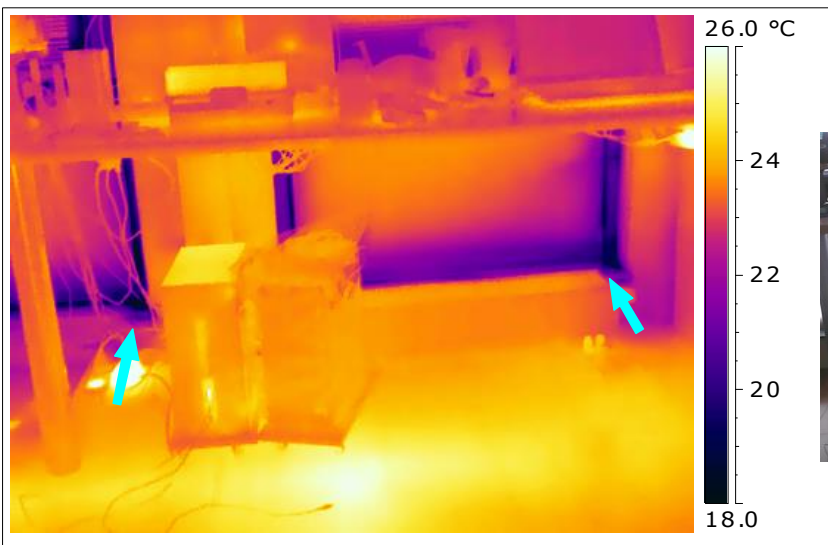
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	3^e verdieping achterzijde, vensterbanken

a)



b)



Commentaar

a) De aansluitingen kozijn-vensterbank tochten.

De ramen zijn dicht.

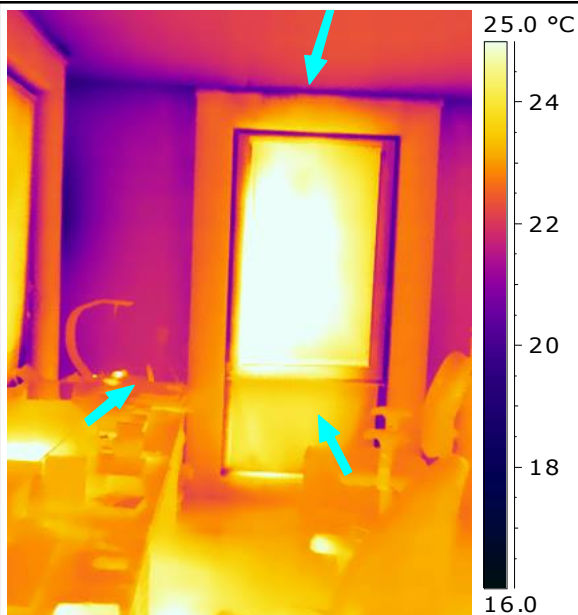
b)

Thermische opnamen binnenzijde

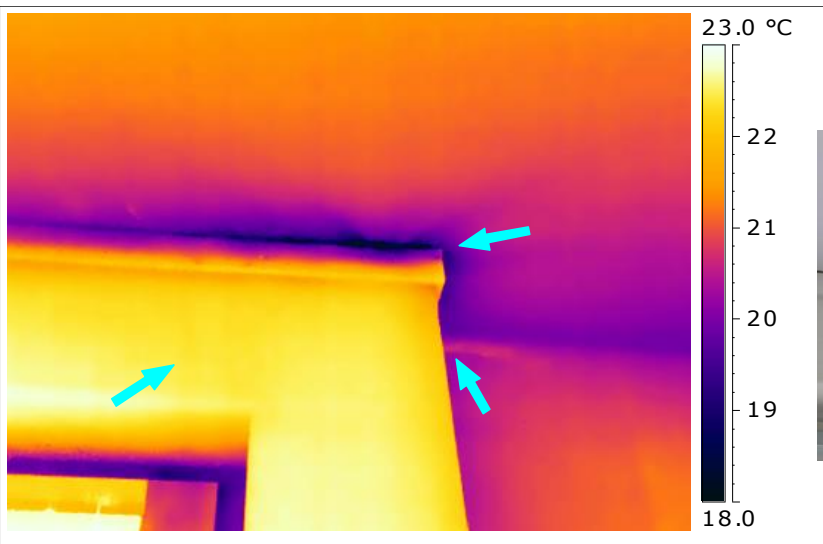
Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	3 ^e verdieping zijgevel

a)



b)



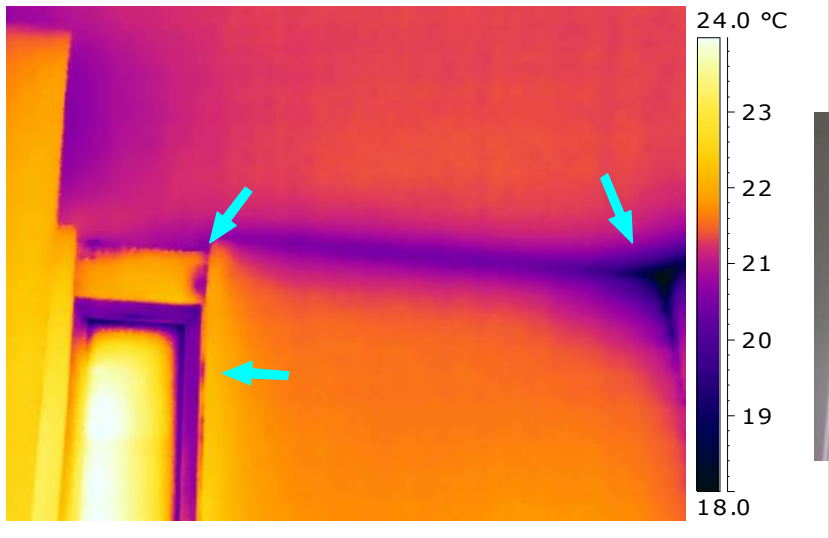

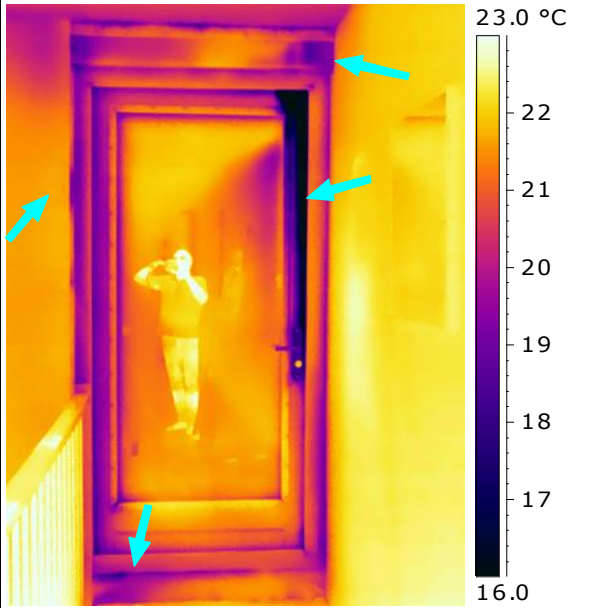

Commentaar

a) Tocht rondom de voorzetwand die rond het raam gemaakt is.

b) Idem in detail.

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Overloop 3 ^e verdieping
a)	
	
b)	
	

Commentaar

a) Kleine luchtlekkages rond het smalle kozijn, o.a. langs de aftimmerlat.

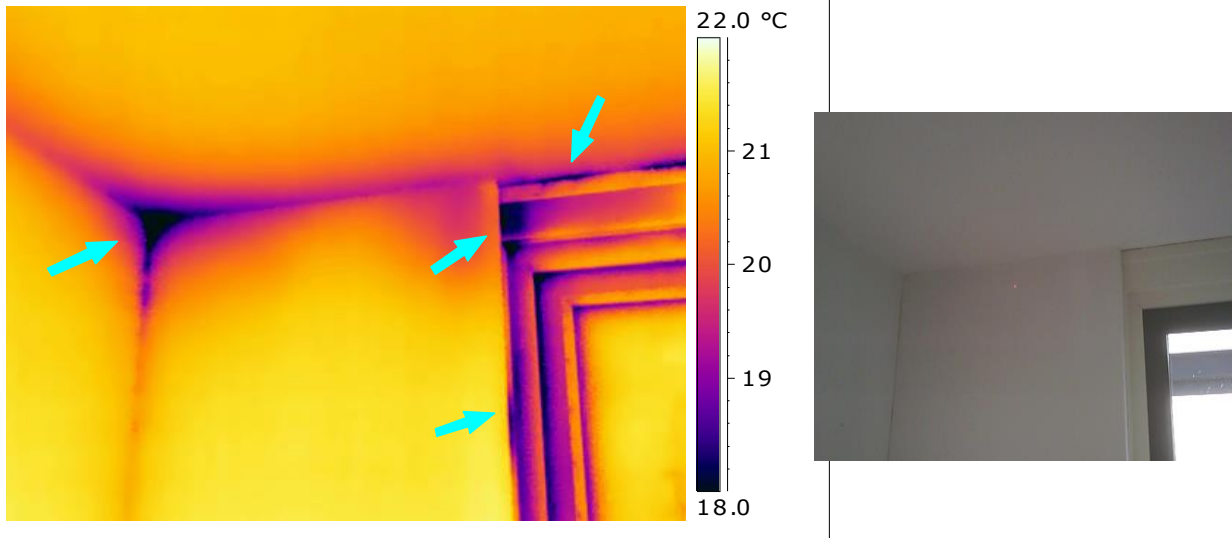
Koude binnenhoek langs het plafond en vooral tegen de achtergevel.

b) De terrasdeur tocht flink.

Luchtlekkages rond het kozijn en langs de aftimmering onder en boven het kozijn.

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

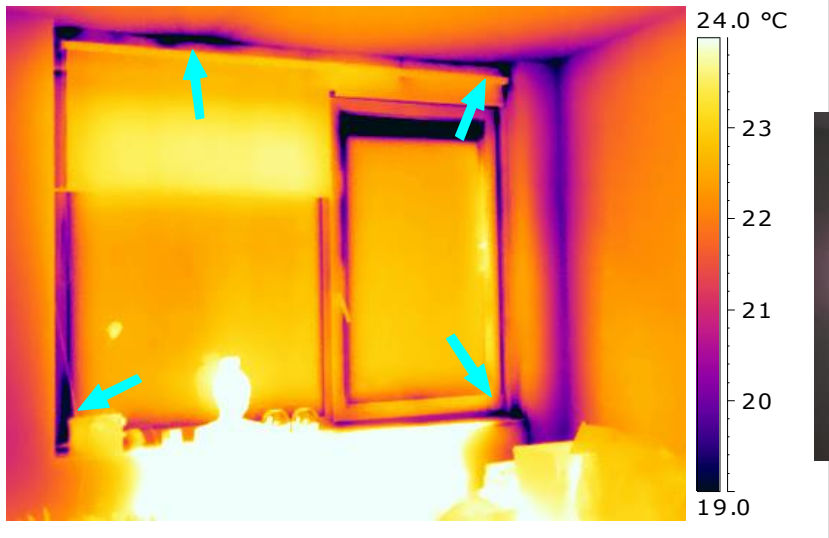

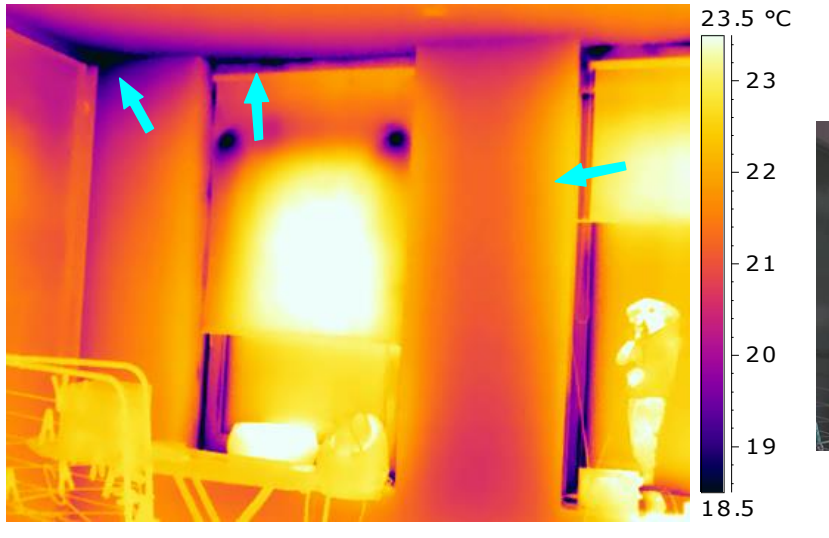

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Voorgevel 3 ^e verdieping, terrasdeur
a)	
	

Commentaar

- a) Koude binnenhoek.
Tocht langs het kozijn.

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	2 ^e verdieping voorgevel
a)	
	
b)	
	

Commentaar

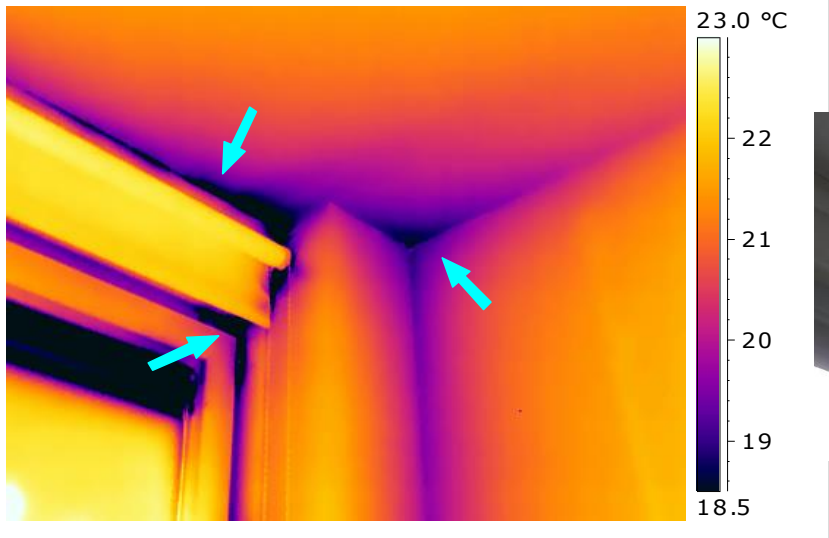

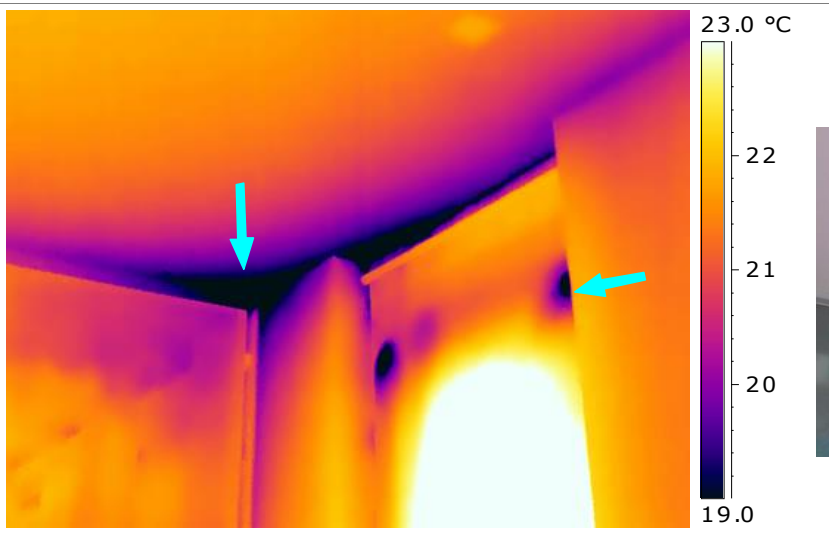
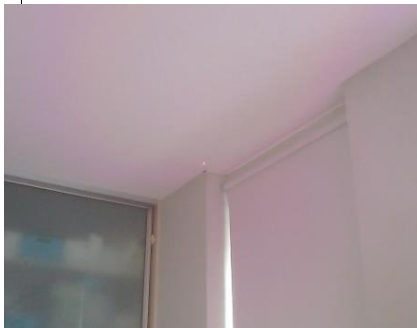
Tocht langs de aansluiting kozijn-plafond en bij de vensterbank.

De dilataties in de borstwering tochten.

De binnenhoeken links en rechts zijn koud. Hier zit de gemetselde borstwering van het dakterras op de 3^e verdieping boven. Zie ook de volgende bladzijde.

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	2 ^e verdieping voorgevel, in detail
a)	
	
b)	
	

Commentaar

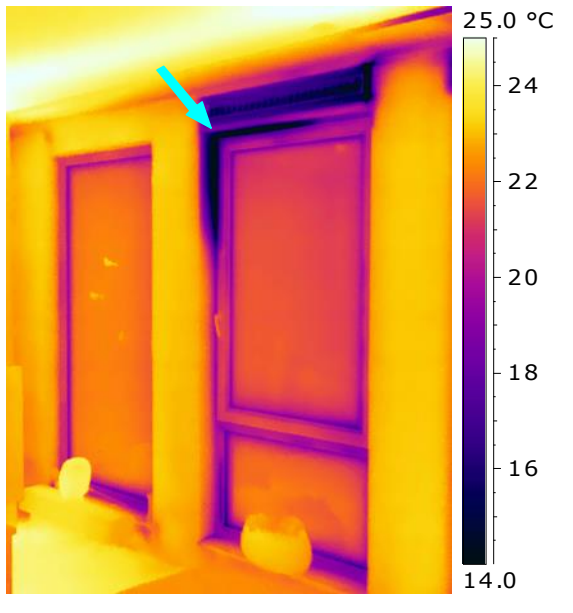

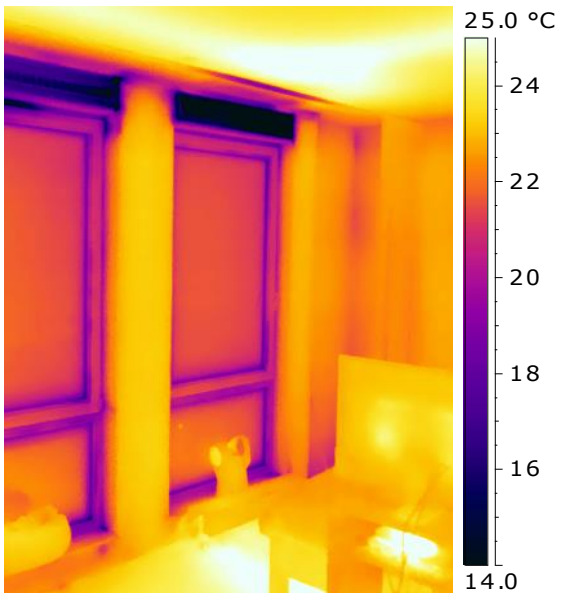

De binnenhoeken links en rechts zijn koud. Hier zit de gemetselde borstwering van het dakterras op de 3^e verdieping boven.

Tocht tussen kozijn en plafond.

De twee blauwe vlekken zijn de koppen van de ventilatieroosters die niet zijn afgekit.

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	2 ^e verdieping achtergevel
a)	
	
b)	
	

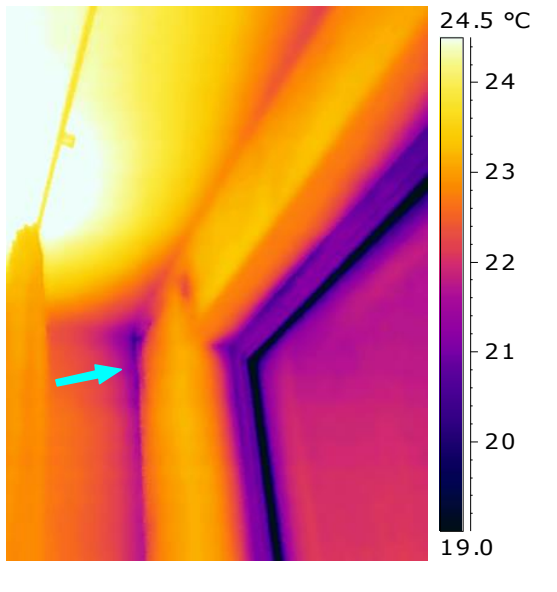
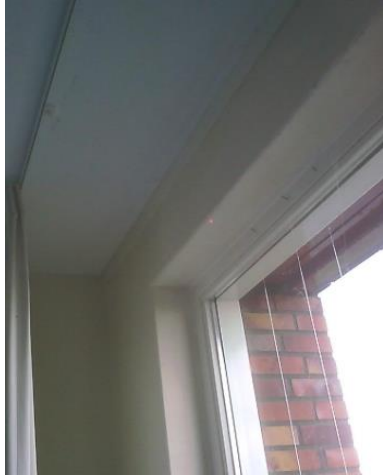
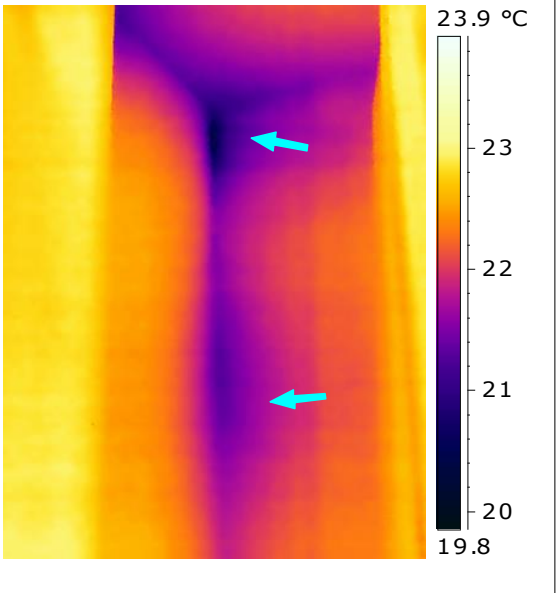

Commentaar

a) Draaikiepraam tocht (het is relatief koud doordat het heeft open gestaan).

b) De ventilatieroosters (suskasten) tochten iets, maar dat mag volgens de norm (het rechter rooster stond open, vandaar de kou op het plafond).

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	2 ^e verdieping achtergevel
a)	
	
b)	
	

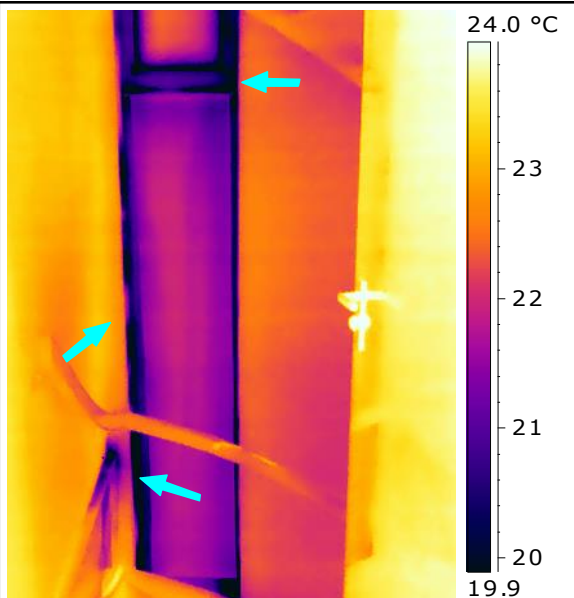
Commentaar

Deze gevel is ook rond de ramen dikker (net als op de 3^e verdieping) en afgewerkt met een voorzetwand. Rechts zit een open naad en een koude binnenhoek. Links een kleiner naadje.

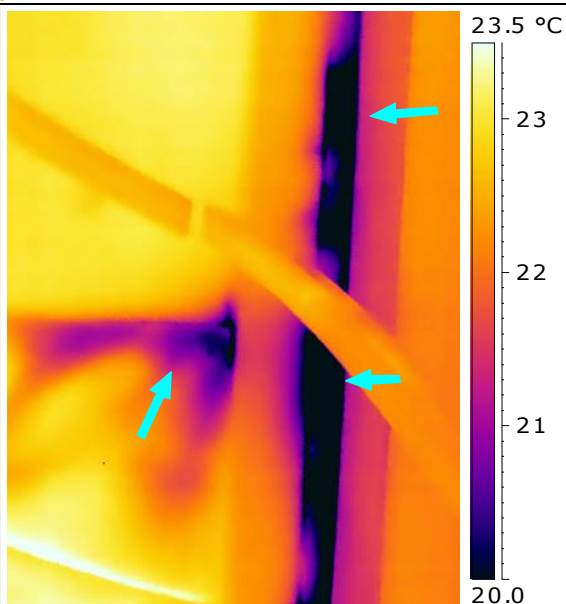
Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Trap ter hoogte van de 2 ^e verdieping

a)



b)



Commentaar

Tocht langs het kozijn.

Tocht uit de aftimmering van het trapgat. Dat was in mindere mate ook zichtbaar-voelbaar in de andere hoek bij de gevel.

De onderzijde van de vensterbank tocht.

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Keuken (straatzijde)
a)	
	
b)	
	

Commentaar

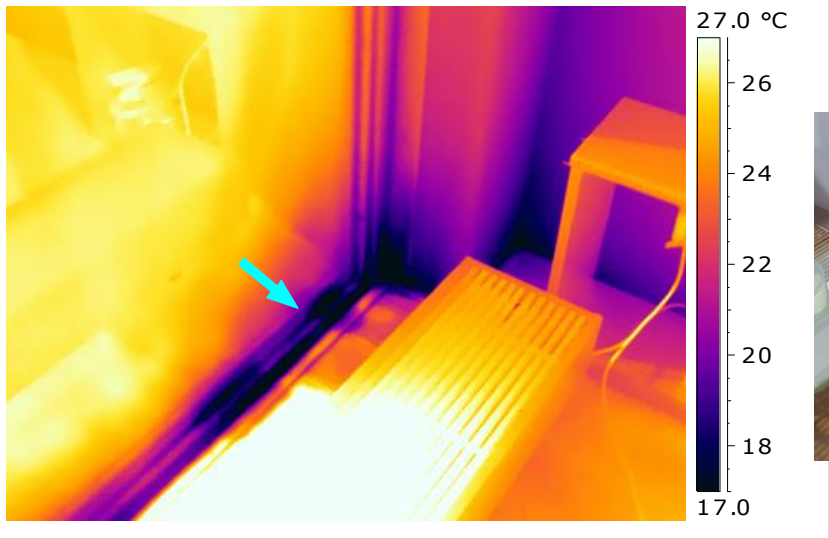

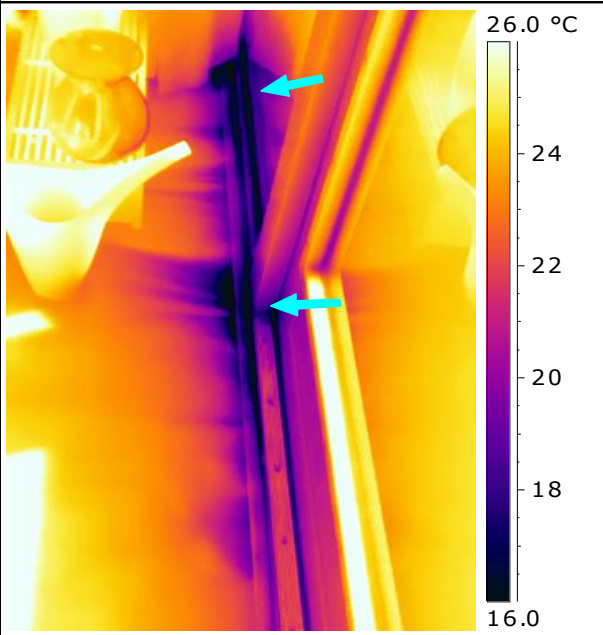

Deur tocht, zie ook detailopname volgende bladzijde.

Aansluiting onderdorpel-vloer tocht. De aansluiting van de bovendorpel is recent afgekit en geschilderd.

Ventilatieroosters zijn gesloten, maar laten wat lucht door.

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Keuken (straatzijde)
a)	
	
b)	
	



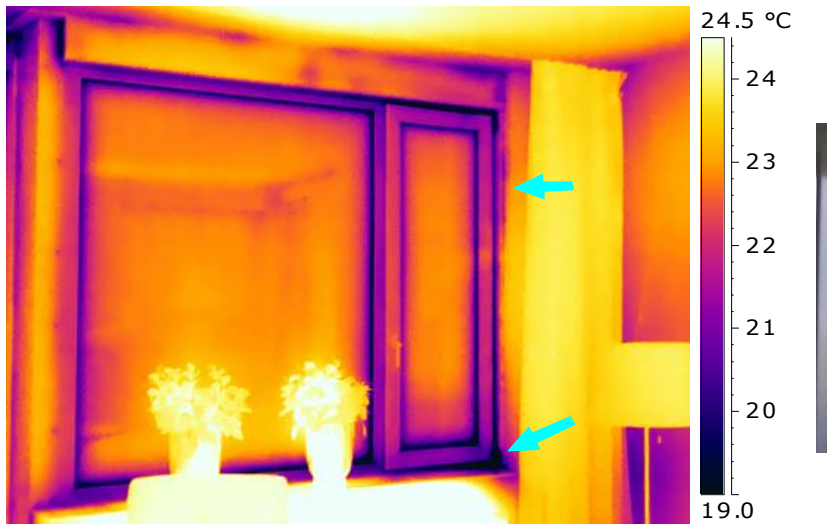

Commentaar

Flinke tocht uit de aansluiting onderdorpel-vloer.

De binnenhoek lijkt kouder. Dat komt deels door het grote contrast in temperatuur doordat de zon de woning opwarmt.

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Keuken en woonkamer
a) Keuken (straatzijde)	
	
b) Woonkamer (achterzijde)	
	

Commentaar

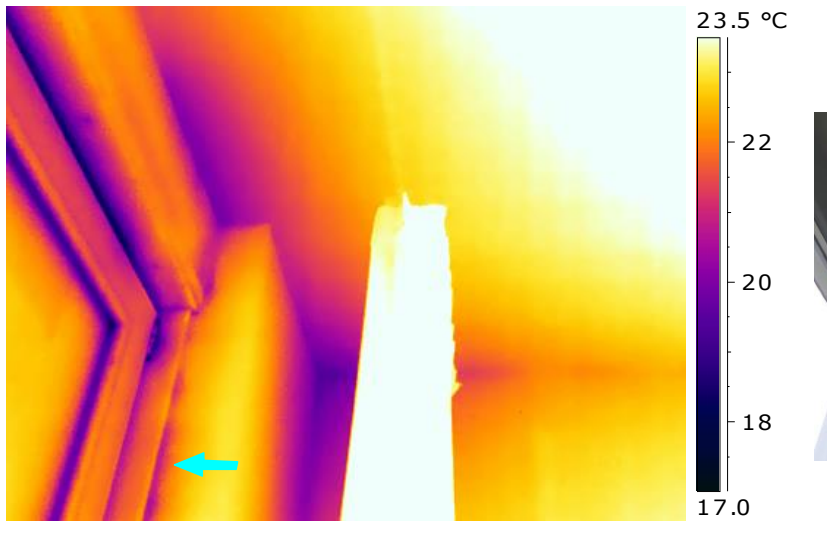

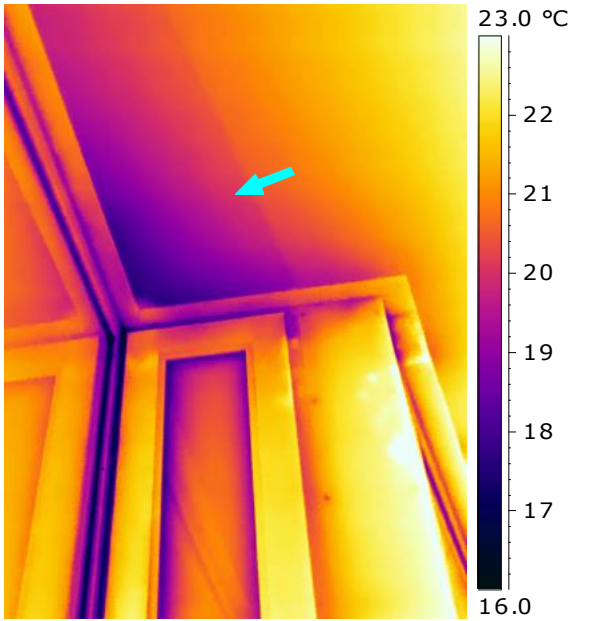

a) In de gevel van de keuken is een inbouwspot gemaakt. Het gat loopt tot in de spouw, waardoor dit een luchtlek vormt.

b) Tocht uit de aftimmering rechts van het kozijn en langs de vensterbank rechts. De kroon boven het kozijn tochtte niet.

Op verzoek van de bewoners is in deze woning aan de rivierzijde geen ventilatierooster geplaatst, vanwege de industrie aan de overzijde. Andere woningen hebben die mogelijk wel.

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Woonkamer, rivierzijde
a)	
	
b)	
	

Commentaar

a) De binnenhoek en langs het plafond is het iets kouder.

Wat tocht langs de aftimmering.

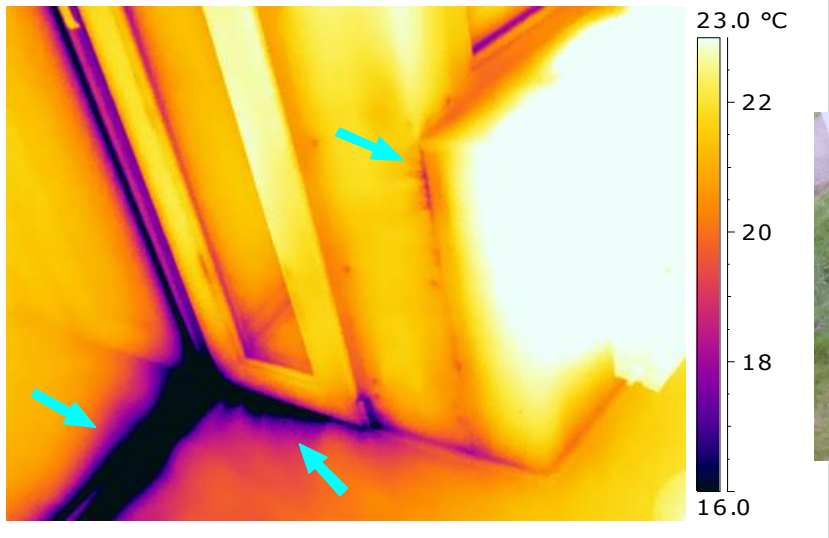

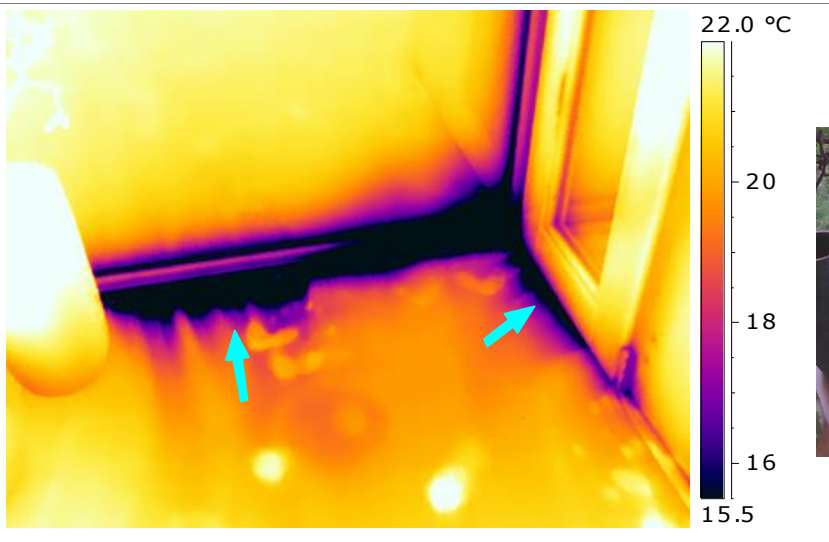

b) Het dak van de erker is relatief koud.

Het kozijn is recentelijk gekit en geschilderd. Daarvoor tochtte het.

De koude binnenhoek is een warmtelek. N.B. een buitenhoek is altijd kouder door warmteverlies naar twee kanten

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

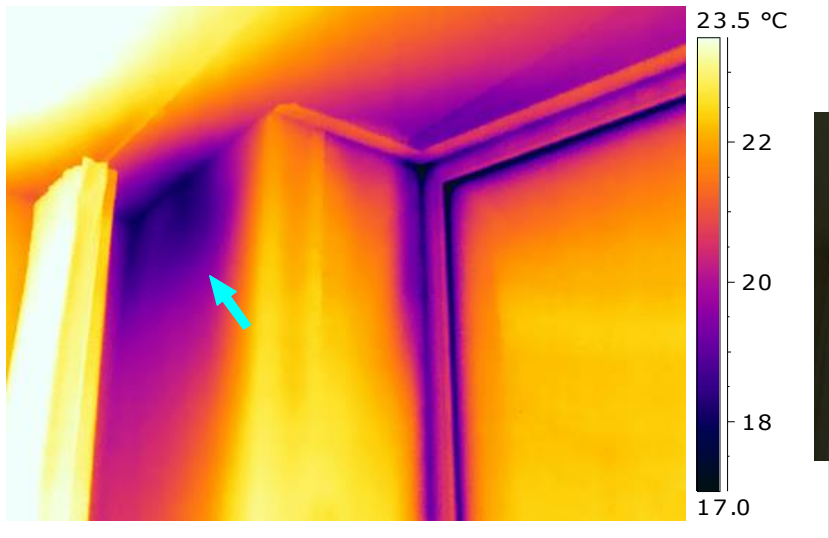

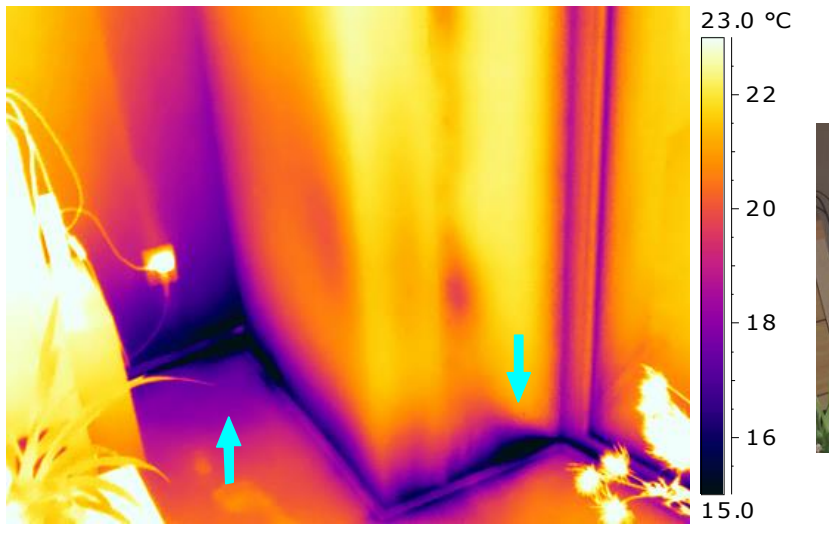

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Woonkamer, rivierzijde
a)	
	
b)	
	

Commentaar

De aansluiting kozijn-vloer tocht.

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Woonkamer, rivierzijde
a)	
	
b)	
	

Commentaar

Bovenstaande opnamen verschillen aardig in temperatuur door de warmte van de convector.

a) Hierdoor is de koude plek in de gevel waarschijnlijk geen afwijking. Hij is in ieder geval niet te zien in de gevel.

b) Ook hier tocht uit de erkervloer.

Tussen het erkerkozijn en de hoek is afgetimmerd met hout. Hierachter zit de spouw.

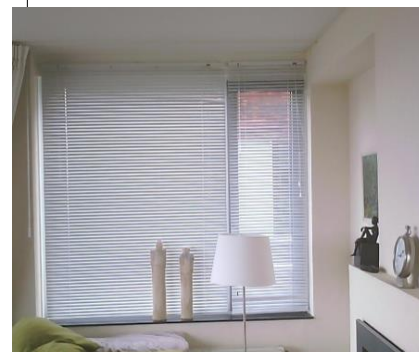
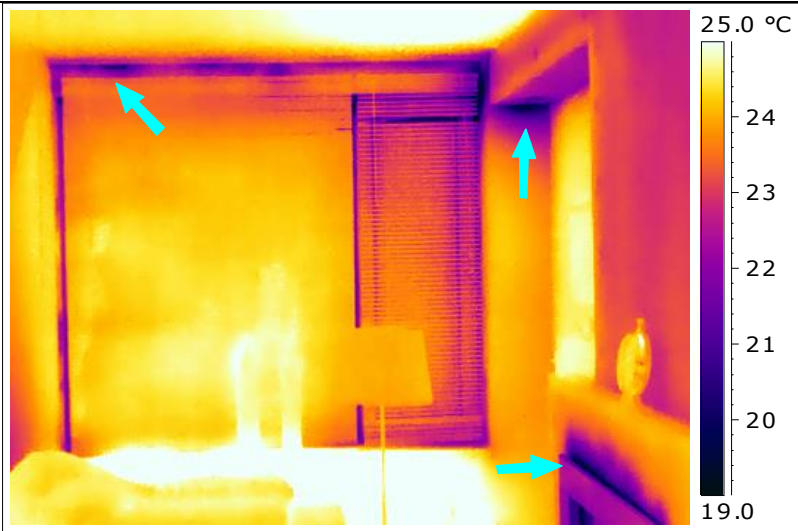
De binnenhoek is koud.

Thermische opnamen binnenzijde

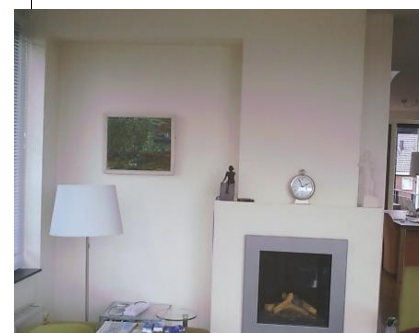
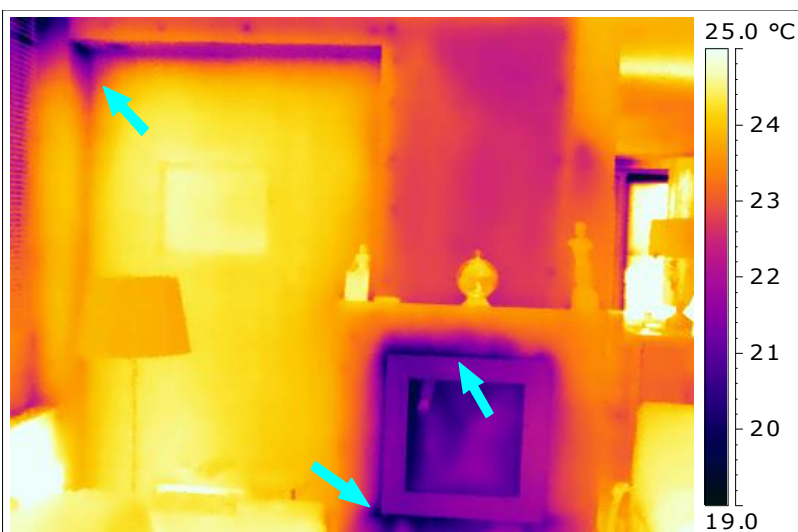
Woning in onderdruk

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

a)



b)



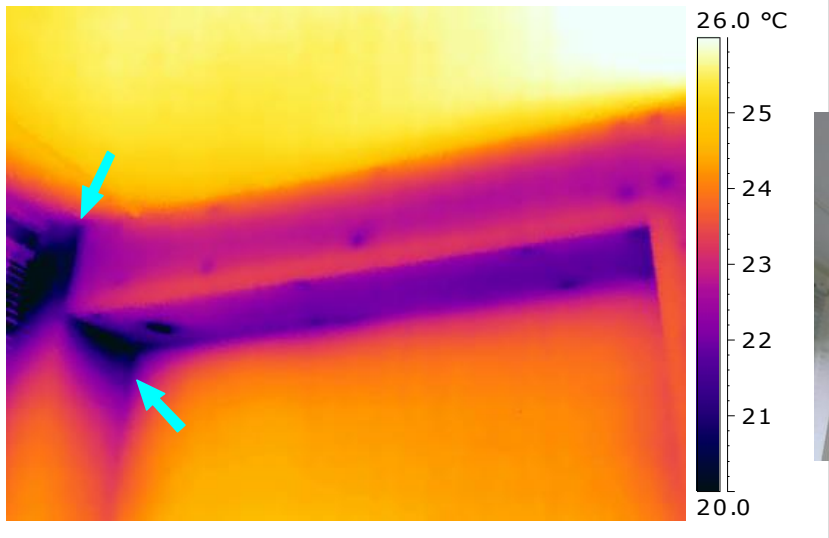

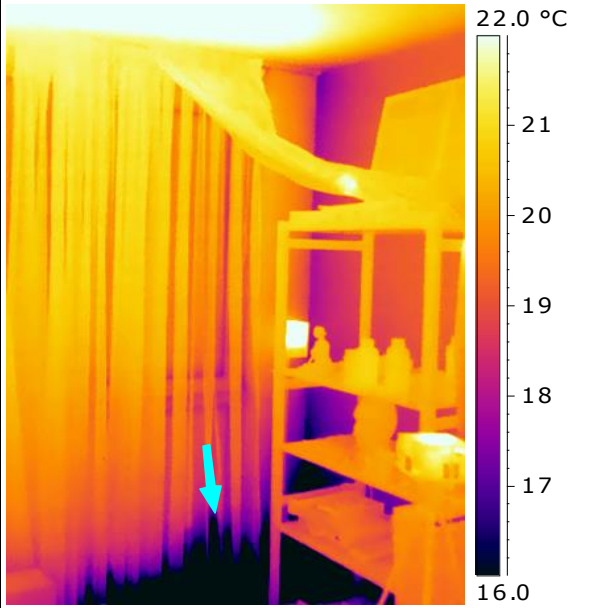

Commentaar

Kleine luchtlekkages boven het kozijn.

Flinke luchtlekkages ronde de gashaard en de aftimmering van de rookgasafvoer.

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Woonkamer (1 ^e verd) en atelier (BG)
a)	
	
b)	
	

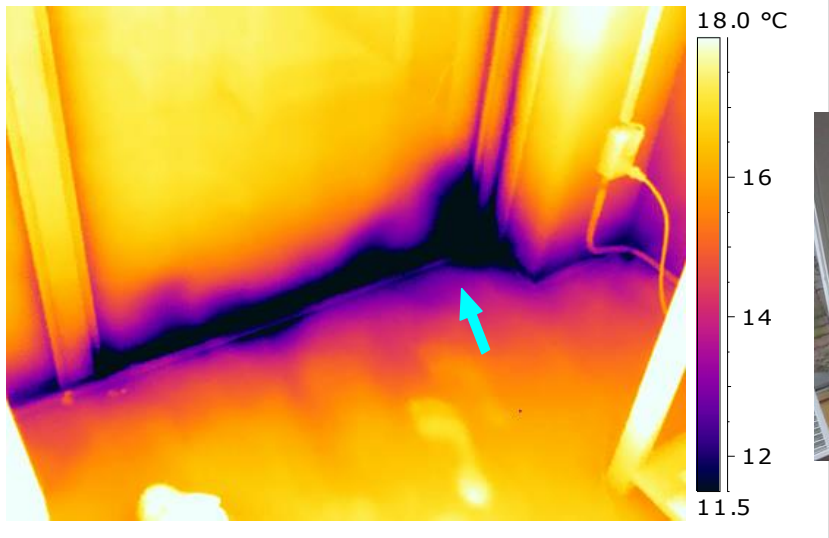

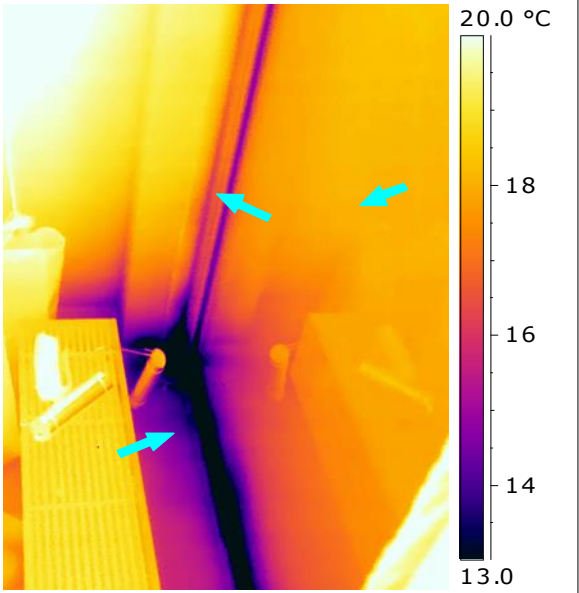

Commentaar

a) Koude lucht die via de geveldoorvoer van de rookgasafvoer van de gashaard naar binnenkomt en de koof afkoelt.

De koude koof was ook zichtbaar in de wand van het toilet.

b) Tocht onder het kozijn langs. Zie ook de volgende bladzijde.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

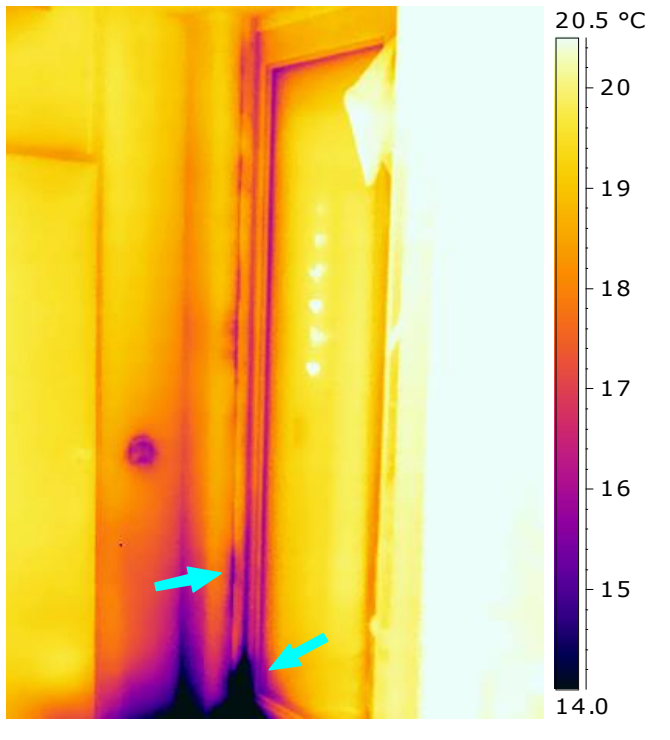

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Atelier begane grond
a)	
	
b)	
	

Commentaar

Aansluiting kozijn op de vloer tocht. Hier zat oorspronkelijk een dubbele garagedeur.

Thermische opnamen binnenzijde

Woning in onderdruk

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

Commentaar

a) De aftimmerlat tocht.

b) Geen opname van:

- * In de meterkast zit rechts boven een gat.
- * Uit de leidingschacht in de berging kwam lucht, waarschijnlijk vanaf het dak. Hier staat een prefab stalen schoorsteen, waar de rookgasafvoer c.v., ontluchting riool en ventilatie door naar buiten komen.