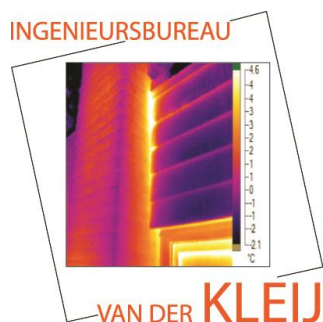




Rapportage *(versie 2)*

Thermografisch onderzoek met blowerdoortest

Stadswaardenlaan 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
Thermische opnamen buitenzijde	11
Thermische opnamen binnenzijde	19

Gegevens

Opdrachtgever : Gemeente Arnhem, Arnhem AAN
Contactpersoon gemeente : David Willemse
Plaats van de inspectie : Stadswaardenlaan, Arnhem
Datum van de inspectie : 5 maart 2021
Ons ordernummer : 20.038-b
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>15.05 u</u>
Buitentemperatuur	: 1, 6 °C	6,3 °C
Luchtvochtigheid	: 83 %	41 %
Windsnelheid	: 3 m/sec	6 m/sec
Windrichting	: N	N
Luchtdruk	: 1027 hPa	1031 hPa
Binnentemperatuur	: 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 Willy den Oudenstraat onderzocht. Tien dagen later zijn de woning aan de Kea Boumanstraat en de Fanny Blankers-Koenstraat 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 7.15 u is begonnen met de thermografische opnamen aan de buitenzijde. Daarna is eerst de woning aan de Willy den Oudenstraat onderzocht.

Om 12.00 u is de woning voorbereid, dat wil zeggen de woonhuisventilator is afgekoppeld en naar buiten toe afgedicht. De ventilatieroosters zijn dichtgezet en de afzuigkap afgeplakt. De blowerdoor is in de voordeur 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 Giesbers Wijchen gebouwd en bestaan uit drie woonlagen. Het zijn twee onder een kap woningen. Letterlijk, want ze zijn onder één kap gebouwd. De voorgevel ligt west-noord-west. Op de begane grond liggen de woonkamer met uitbouw aan de zijkant, de eetkamer en open keuken. Op de eerste verdieping zijn 3 (slaap)kamers en een badkamer. De zolder is nu nog een grote, hoge, open ruimte waar de c.v. ketel en ventilatiebox hangen. De bewoners zijn bezig om hier kamers te maken. De trappen zijn open vanaf de begane grond tot op zolder.

De woningen zijn traditioneel gebouwd, dat wil zeggen dat de dragende muren en binnenspouwblad bestaan uit kalkzandsteen blokken. Alleen de woningscheidende spouwmuur op zolder is een houtskeletbouw-wand. De verdiepingsvloer is van breedplaat (massief beton), de zoldervloer is van kanaalplaat (kanalen zouden zijn afgedicht met doppen). De begane grondvloer is waarschijnlijk van geïsoleerde kanaalplaten zonder kruipruimte eronder. Het dak bestaat uit geïsoleerde, prefab dakplaten met daarop keramische dakpannen. Het buitenspouwblad is gemetseld. De woning heeft aan de linkerzijde (woonkamer) een uitbouw. Volgens de gegevens (EPN-berekening) zijn de volgende isolatiewaarden R_c aangehouden:

- Vloer en dak 4,0 m²K/W
- Gevel 3,5 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 woning wordt verwarmd met radiatoren op de eerste verdieping en convectoren op de begane grond. De c.v. ketel hangt op zolder.

Voor de ventilatie hangt een woonhuisventilator naast de c.v. ketel. Deze zuigt de badkamer, keuken en toiletten af. Luchttoevoer geschiedt via ventilatieroosters die boven de kozijnen in de verblijfsruimten zijn gemonteerd. Daarmee zijn ze aan de buitenzijde niet te zien, doordat ze achter het buitenspouwblad zitten.

De keuken heeft een afzuigkap die uitblaast via de zijgevel, naast de voordeur.

De omstandigheden voor het onderzoek waren goed, met een lage buitentemperatuur. De wind stond schuin op de voorgevel, maar was niet te sterk. Gedurende de nacht hadden de bewoners de woning zo egaal mogelijk verwarmd. De c.v. is aan het begin van het onderzoek uitgezet. Op de thermografische foto's binnen is te zien dat de radiatoren nog wat warm zijn.

Geconstateerde verbeterpunten

De gemeten waarden voor de luchtdichtheid zijn $q_{v10} = 0,75 \text{ l/sec/m}^2$ en een n_{50} van 2,81 1/h. Op dit moment worden nieuwbouwwoningen meestal gebouwd met een $q_{v10} = 0,4\text{-}0,625 \text{ l/sec/m}^2$ (luchtdichtheidsklasse 2) en zeer zuinige woningen met een luchtdichtheid van $0,15 \text{ l/sec/m}^2$ (klasse 3). Deze woning scoort dus ook naar moderne maatstaven redelijk.

Het gemiddelde lekkageoppervlak (alle gaten bij elkaar) is bepaald op 466 cm^2 .

Verbetering van de luchtdichtheid is zeker mogelijk. Daarbij te bedenken dat de luchtdichtheid invloed heeft op zowel comfort als energieverbruik. Ook zorgt een verbeterde luchtdichtheid voor een koelere woning in de zomer.

Het meetrapport van de luchtdichtheid zit in een apart bestand. N.B. de m^2 gebruiksoppervlak en m^3 inhoud zijn in het werk gemeten en mogelijk niet exact.

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

- De geïsoleerde, prefab dakplaten tochten op de naden, in de nok en in de aansluiting op de gevels.

De plaatnaden zijn afgewerkt met een lat. Na verwijdering van de lat kunnen de naden afgedicht worden met speciale luchtdichtingstape (b.v. van Siga of Illbruck). Hierna kunnen de aftimmerlatten eventueel teruggeplaatst worden. Een naad breder dan 10 mm eventueel eerst vullen met flexibele pur-schuim (flexpur).

Dit geldt ook voor de aansluiting van de dakplaten op de bouwmuren en de onderlinge aansluiting van de dakplaten in de nok.

- De muurplaataansluiting (aansluiting van het schuine dak op de zoldervloer) is niet luchtdicht uitgevoerd. Met name de pur-naad tussen muurplaat en betonvloer. Deze aansluiting kan het best worden afgedicht met een luchtdichtingspasta, zoals Illbruck SP925 of Den Braven Hybriseal 306. Eerst de pur vlak afsnijden



- en waar nodig aanvullen met zogenaamde flexpur.
- De dakdoorvoeren van de rookgas en de ventilatie tochten behoorlijk.
*De afwerkplaat verwijderen, de ruimte tussen de pijpen en de dakplaat isoleren met minerale wol of flexpur (pur kan alleen als de pijpen niet te heet worden) en het geheel luchtdicht afwerken met een stuk EPDM. Het beste is om in het EPDM gaten te maken met een diameter van 50% van de pijpen die er door moet. Deze manchet over de pijp trekken en aftapen op de gipsplaat met speciale luchtdichtingstape. Hiervoor moeten wel even de pijpen losgekoppeld worden.
Eventueel de uitgekomen afwerkplaat terugplaatsen als afwerking.*
- Uit de leidingschacht die vanuit de berging tot op zolder naast de ventilatiebox loopt, kwam behoorlijk veel lucht. Dit hebben we ook op de begane grond geconstateerd.
Dit kan of uit de spouw van woningscheidende muur komen, of langs het riool waar die door de begane grondvloer gaat. Om dit luchtlek te vinden moet de leidingschacht open gemaakt worden. Met de (starre) endoscoop konden we geen goed beeld krijgen waar het gat zat.
- Bovenstaande geldt ook voor de aftimmering van de kabels in de hoek van de voorgevel. Zowel op zolder als in de werkkamer kwam hier lucht uit.
Ook hier was niet duidelijk waar de lucht vandaan kwam.
- Bovenstaande geldt ook voor het inbouwreservoir. Uit de drukplaat kwam lucht.
- Het is mogelijk om het dak aan de binnenzijde extra te isoleren. Naast energiebesparing zorgt dit voor een behaaglijker zolder in zowel de winter als de zomer. Dit moet wel op een bouwfysisch correcte wijze en luchtdicht gebeuren. Anders ontstaat condens en schimmel in de constructie en tegen het dakbeschot, wat tot houtrot kan leiden.
- Een woning werkt als een schoorsteen. Warme lucht stijgt op van met name de begane grond en drukt boven tegen het dak. Vaak zitten hier luchtlekages waardoor de warme lucht kan ontsnappen. Dat betekent ook dat op de begane grond koude lucht via naden en kieren zal toestromen.
*Daaruit blijkt hoe belangrijk het is dat het dak luchtdicht is.
Daarnaast is het raadzaam om de zolder(kamers) af te sluiten van de trap. Hierdoor wordt de schoorsteenwerking verkleind en de trek door het trapopgang verkleind. Wel moet onder de kamerdeuren een spleet van ca. 10 mm gehouden worden om de ventilatielucht niet te blokkeren.*
- Rond de kozijnen tocht het.
Deze naden kunnen eventueel worden afgekit. Gebruik hiervoor bij voorkeur een kit die niet zo makkelijk scheurt (als acrylaatkit). Neem bijvoorbeeld een lijmkit (polymeerkit) of een beglazingskit.
- De deuren tochten, de ramen een beetje.
*Geprobeerd kan worden om de meerpuntssluitingen van de deuren af te stellen. In de meerpuntssluitingen leken echter geen nastelbare sluitplaten te zitten.
Eventueel de rubbers (ingefreesde kaders) vervangen door dikkere rubbers, b.v. Buva Solid Seal.*
- De lichtgroene beschermfolie van de tochtrubbers afhaken kan de luchtdichting misschien verbeteren.
- De aluminium schuifpui tocht met name aan de sluitzijde.

Waarschijnlijk helpt het om de tochttrubbers vernieuwen (b.v. via www.luchtdichtshop.nl). Andere opties zie ik niet.

- De doorvoer van de afzuigkap door de gevel tocht.
De pijp afdichten op het binnenspouwblad.
- Ter plaatse van de bouwmuur is in de achtergevel warmteverlies zichtbaar. Tussen de woningen zit een dubbele muur met daartussen een spouw. De spouw is blijkbaar niet geblokt (afgedicht) en de houtskeletbouwwand op zolder tocht. De lucht in de spouw wordt vanuit de woningen opgewarmd en stijgt daardoor op in de spouw. Bovenin de spouw komt de warme lucht naar buiten. Dit zorgt voor warmteverlies.
De warme lucht kan deels geblokt worden door de gevel na te isoleren met schuim. Zie onder spouwmuur.
- Verbetering van de spouwmuurisolatie. Te zien is dat op de hoeken de dilatatievoegen zorgen voor extra warmteverlies. Zowel op de opnamen binnen als die van buiten. De dilatatievoegen geven luchtbewegingen in de spouw waardoor de glaswol spouwisolatie afkoelt.
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 3,5 naar 4,5. Omdat de woning aardig wat spouwmuur heeft kan dit een redelijke energiebesparing opleveren. Daarbij komen nog een aantal voordelen, zoals dat naden en kieren worden gedicht, wat de wind- en luchtdichtheid verbetert. Dit levert energiebesparing op, doordat de woning minder tocht en doordat de glaswol in de spouw niet meer afkoelt door luchtstroming in de spouw.
Deze woningen hebben wel een paar aandachtspunt waar de isoleerder rekening mee moet houden en naar moet kijken, zoals:
 - *De ventilatieroosters boven de kozijnen zitten in de spouw weggewerkt. De spouw moet afgedicht worden rond de ventilatieroosters.*
 - *Tussen het betonnen kader om het hoge kozijn in de voorgevel en het metselwerk zit een kier.*
 - *De dilatatievoegen in het buitenspouwblad.*
 - *De buiten de zijgevel uitstekende hoeken van de voor- en achtergevel en de muurdelen die boven het dak van de uitbouw uitsteken zijn ongeïsoleerd.*
 - *De spouwisolatie boven het kozijn in de zijgevel van de ouderslaapkamer zit niet goed. Zie hieronder.*

Laat u hierin goed adviseren door het isolatiebedrijf.

- De kanalen in de zoldervloer lijken niet helemaal luchtdicht te zijn afgesloten. Volgens de bewoner zouden deze zijn afgedicht met kunststof doppen.
Deze doppen zitten echter in de spouw, achter de spouwisolatie en zijn dus niet bereikbaar. Als de spouw wordt na-geïsoleerd met schuim zal dit probleem minder worden.
- De stalen balk in de woonkamer is niet luchtdicht bij de opleggingen.
Dit zal beter wordt als de spouw wordt na-geïsoleerd met schuim.
- Boven het raamkozijn in de zijgevel van de ouderslaapkamer zit de spouwisolatie tegen het buitenspouwblad. Dit zorgt voor onnodig warmteverlies.

De spouw boven het kozijn is open. Waarschijnlijk kan de isolatie teruggedrukt worden. Bij het na-isoleren van de spouw zal het schuim de isolatie waarschijnlijk ook terugdrukken.

- In de werkkamer op de 1^e verdieping zijn in de voorgevel koude vlekken te zien. *Dit is waarschijnlijk een fout in de spouwisolatie. Dit zal bij het na-isoleren van de spouw met schuim verbeteren.*
- Rond het betonnen kader om de deurkozijnen in de voorgevel is warmteverlies zichtbaar. De isolatie is hier blijkbaar niet goed aangebracht. Het kan ook warme lucht zijn die naar buiten komt. *Ook dit zal verbeteren als de spouw wordt na-geïsoleerd met schuim.*
- De gevels zijn direct boven maaiveld warm. Dit kan zijn door vuil in de spouw, of door een onvoldoende geïsoleerd funderingsdetail. *Dit moet door het bedrijf dat eventueel de spouw na-isoleert vooraf endoscopisch gecontroleerd worden!*
Om geen schade (boorgaten) te maken, heb ik dat tijdens het onderzoek niet gedaan.
- Onder de puien/deurkozijnen op de begane grond zit een massieve kunststenen band zonder isolatie. In de eetkamer zat hier condens op. *Vervangen van deze band is mogelijk, maar relatief kostbaar.*
- De keukendeur heeft standaard isolatieglas. *Dit glas kan vervangen worden door HR++ veiligheidsglas (gelaagd).*
- 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 vervallen (eventueel 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 vloerisolatie zal een Rc van 2,5 hebben. De huidige nieuwbouweis is 3,5. *Doordat geen kruipruimte aanwezig is kan de begane grondvloer niet extra geïsoleerd worden.*
- Algemene opmerkingen t.a.v. de c.v. installatie:

- *Het waterzijdig laten inregelen van de radiatoren 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 zeker verbeteringen mogelijk. 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 begane grond – de belangrijkste leefruimte - kan dit alleen door de spouwmuur te isoleren en het glas te verbeteren. De ventilatieroosters 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,

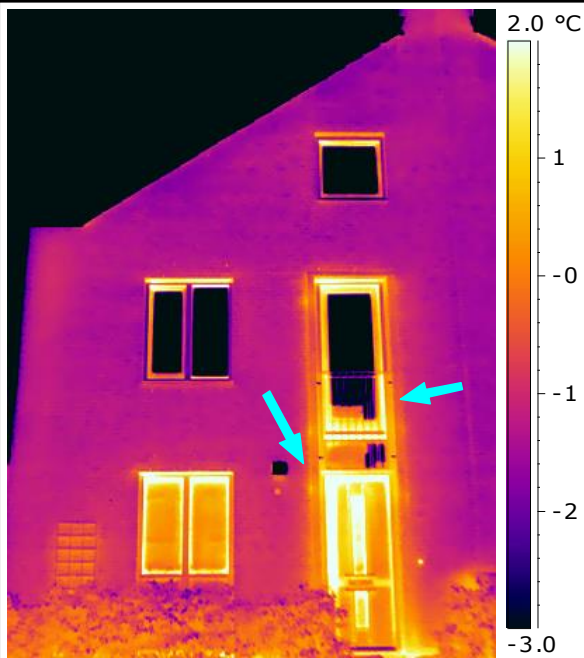
ir. Peter van der Kleij

Arnhem, - 1 september 2021 -

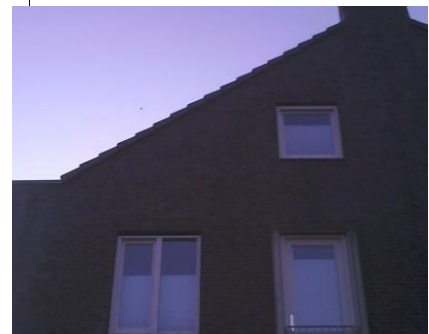
Thermische opnamen buitenzijde

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

a)



b)



Commentaar

Rond de deur is het warm. Dit wordt veroorzaakt door het betonnen kader. Blijkbaar is de isolatie hier minder. Warmte lucht langs de dakrand.

Thermische opnamen buitenzijde

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Voorgevel, dak
a) Voorgevel	
	
b) Dak	
	

Commentaar

a) De voordeur tocht.

De gevel is op maaiveld hoogte warm.

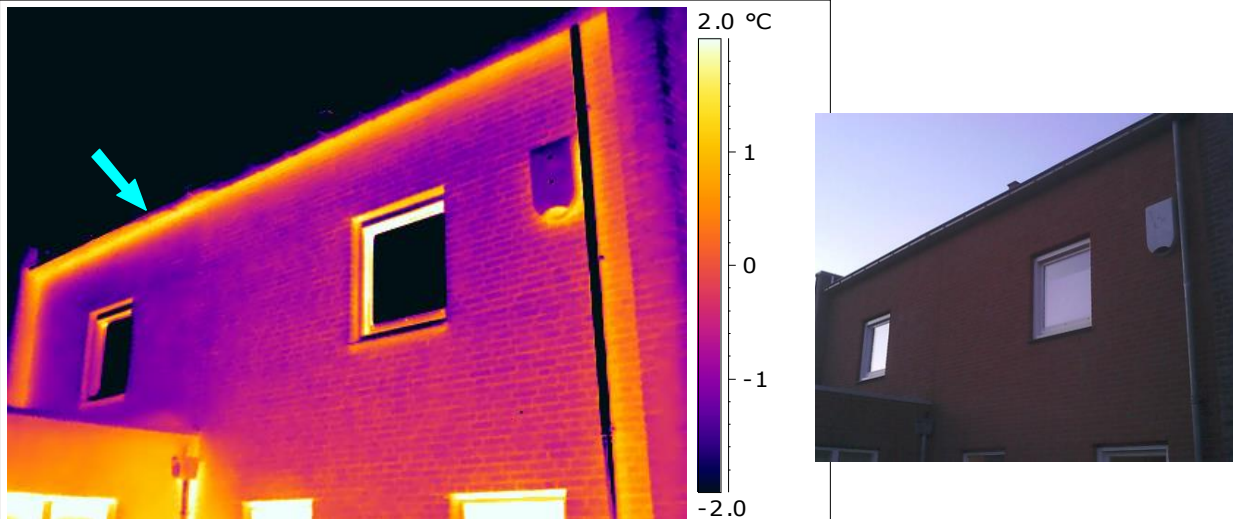
Boven de kozijnen zitten ventilatieroosters.

b) De schoorsteen zelf en het dak boven de schoorsteen zijn warm. Dit duidt op het uittreden van warme lucht. Zie ook de opnamen aan de binnenzijde.

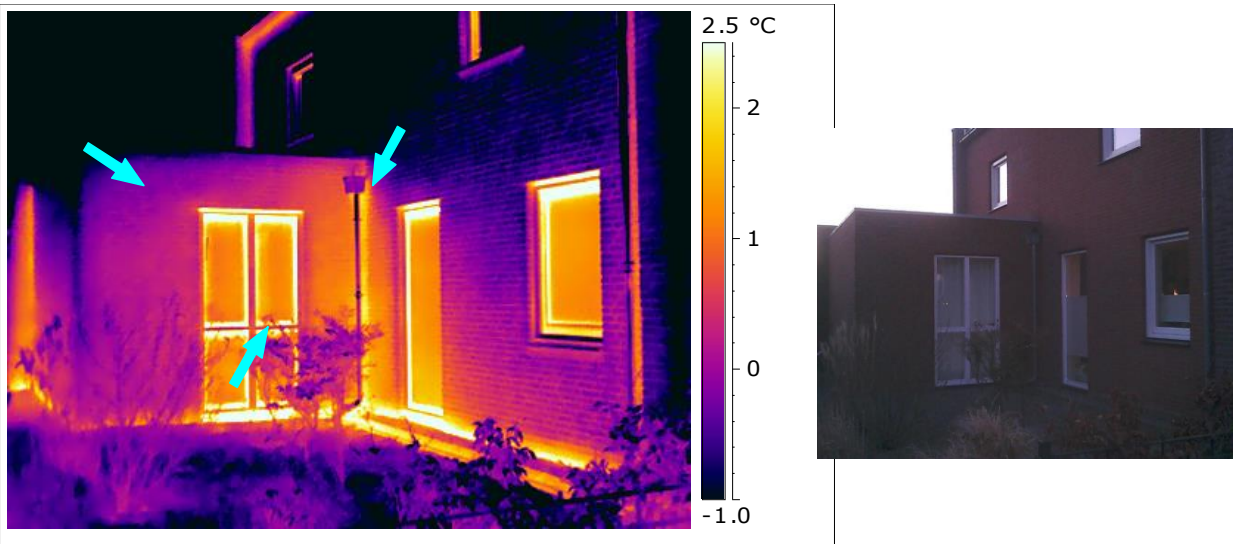
Thermische opnamen buitenzijde

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

a)



b)



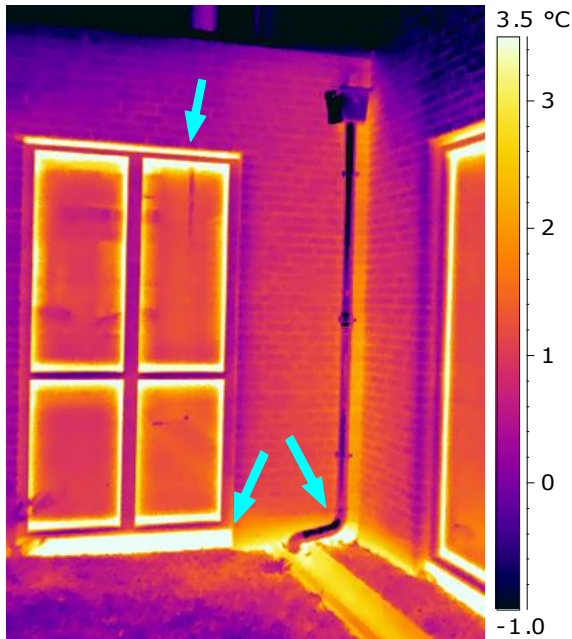
Commentaar

a) De gevel is onder de dakgoot warm. Zie ook de opnamen op zolder.

De zijgevel is t.p.v. de aansluiting op de voor- en achtergevel warmer. Hier zit een dilatatie (verticale open naad) in het metselwerk.

b) De binnenhoek is warm.

Thermische opnamen buitenzijde

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

Commentaar

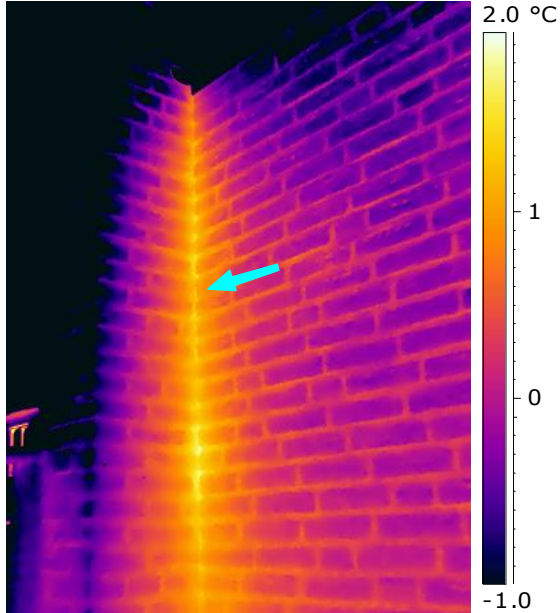
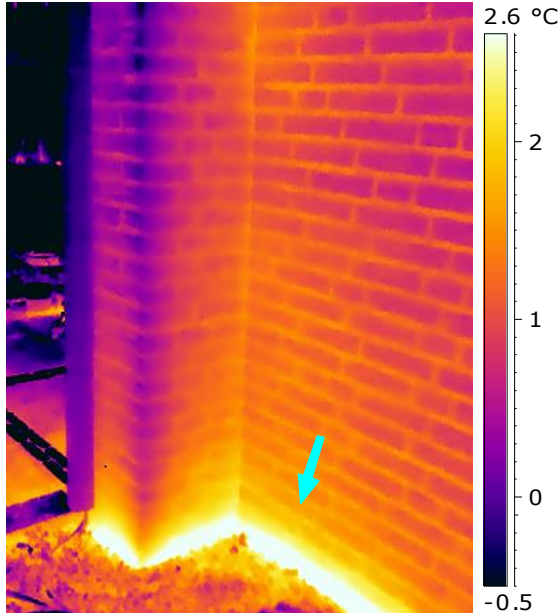
a) Onder de kozijnen zit alleen een matig isolerende kunststenen band.

Boven de kozijnen zijn duidelijk de ventilatieroosters te zien. Ook de aluminium afstandhouders in het glas laten zich thermografisch zien.

b) De gevel is op maaiveldhoogte warm.

Voor de warme naad achterin, zie de volgende bladzijde.

Thermische opnamen buitenzijde

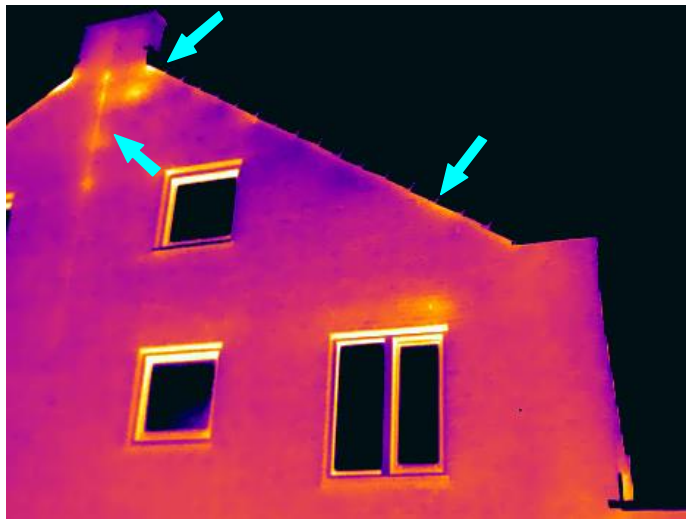
Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Zijgevel uitbouw
a)	
	
b)	
	

Commentaar

a) De dilatatie toont warm.

b) De gevel is op maaiveldhoogte warm.

Thermische opnamen buitenzijde

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

Commentaar

- a) Uit de muur tussen de woningen (spouwmuur) komt warme lucht naar buiten. Ook bovenin de gevel.
Warme lucht uit de dakrand.
- b) De keukendeur heeft standaard isolatieglas.
Onder de kozijnen zit alleen een matig isolerende kunststenen band.

Thermische opnamen buitenzijde

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

Commentaar

a) De ventilatieroosters tonen warm, maar dit is logisch.

Ook de aluminium afstandhouders in het glas.

b) Onder de kozijnen zit alleen een matig isolerende kunststenen band.

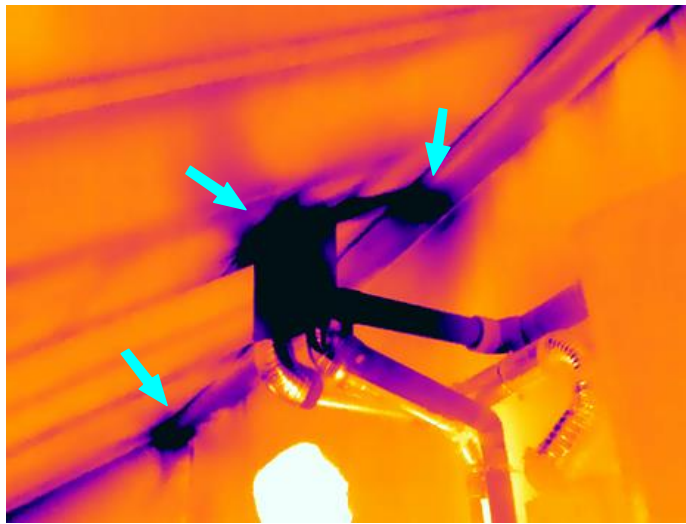
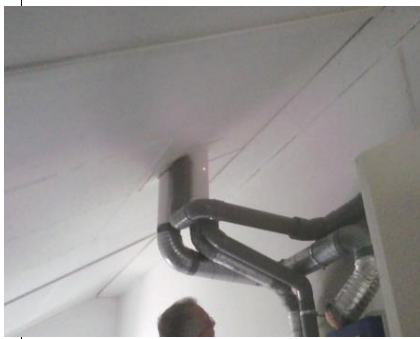
Thermische opnamen buitenzijde

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

Commentaar

a) De aluminium schuifpui tocht met name aan de sluitzijde.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

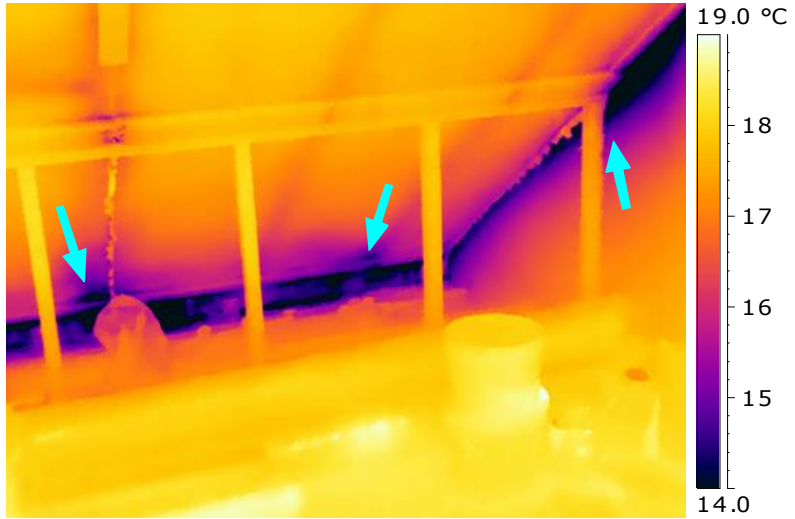
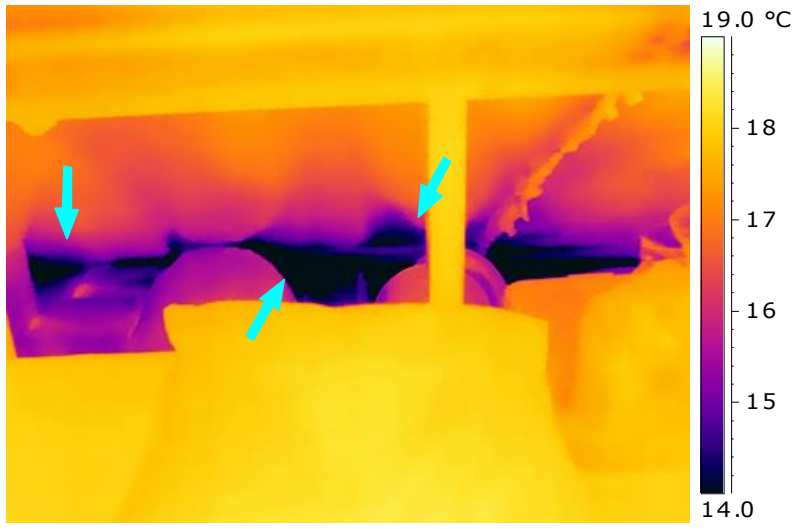
Commentaar

a) Tocht uit de aansluiting dakplaat-gevel en uit de nok.

b) Idem.

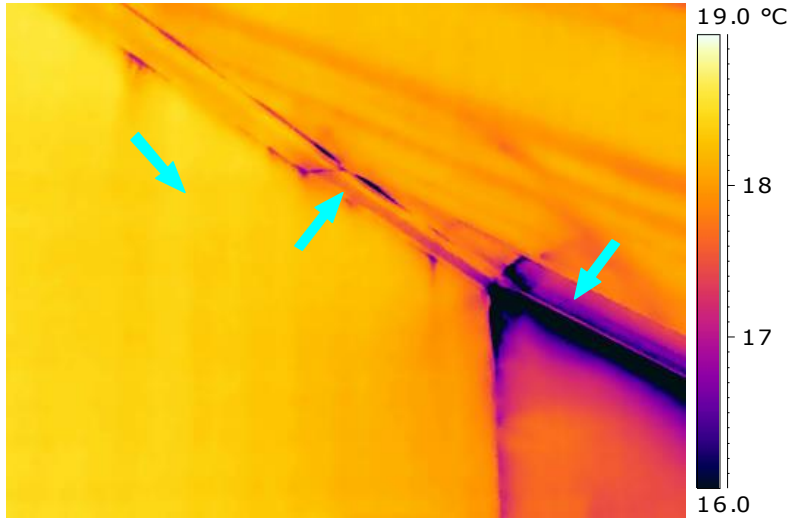
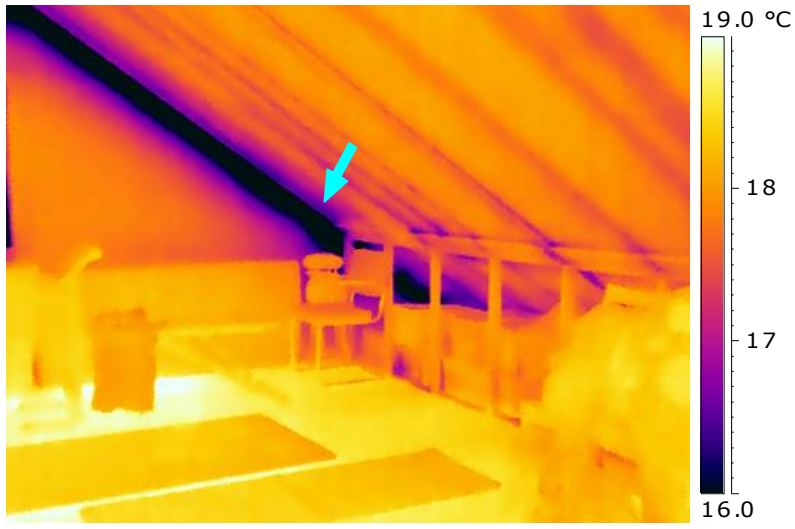
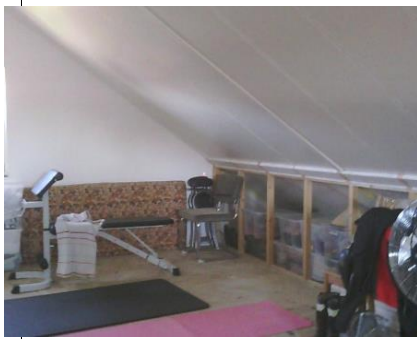
Dakdoorvoeren (komen uit in de schoorsteen) zijn niet luchtdicht.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

Commentaar
Aansluiting muurplaat-dak tocht flink.

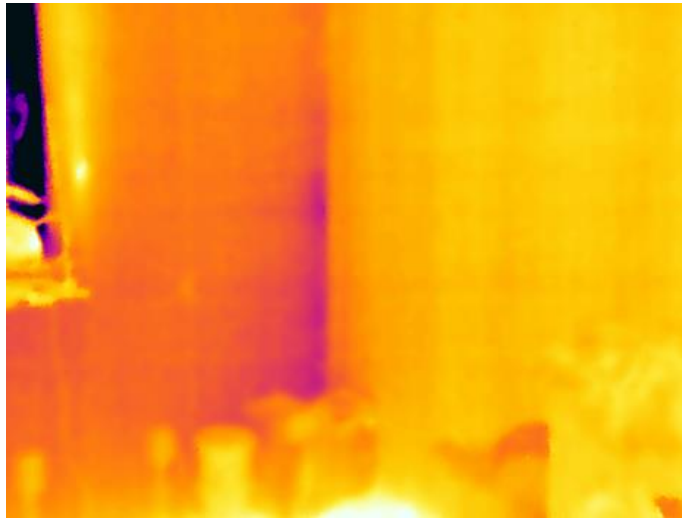
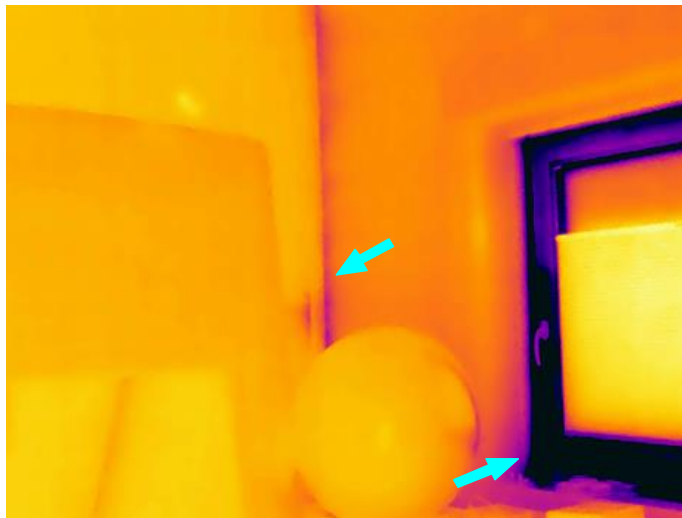
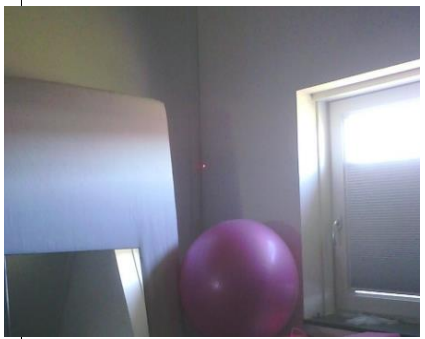
Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

Commentaar

Tocht uit de aansluiting dakplaat-gevel en uit de nok.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Voorgevel op zolder
a) Achtergevel-bouwmuur	
 19.0 °C 18 17.0 	
b) Voorgevel-bouwmuur	
 19.0 °C 18 17 16 15.0 	

Commentaar

- a) Binnenhoek is iets warmer, maar dit is geen afwijking.
- b) Uit de koof (aftimmering kabels) kwam lucht.
Het raam is onderin iets kouder. Dit is een beetje tocht.

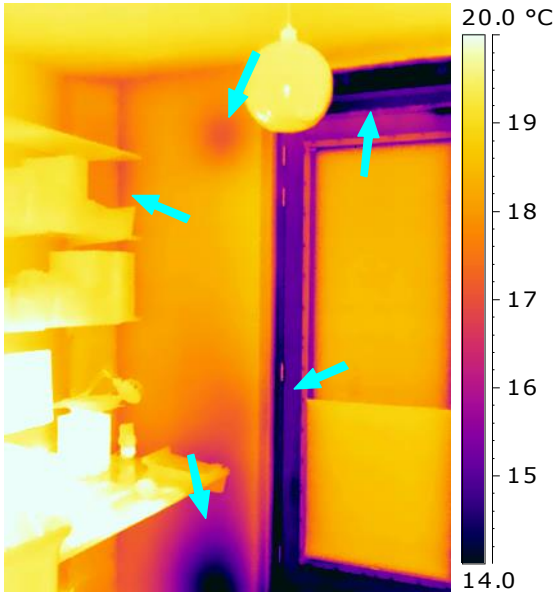
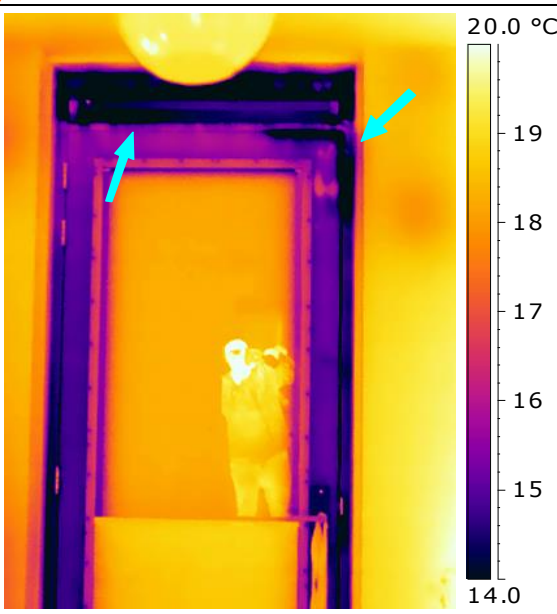
Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Leidingschacht op zolder
a)	
 20.0 °C 19 18 17.0 	

Commentaar

- a) Uit de leidingschacht kwam verrassend veel lucht. Met de endoscoop hebben we niet kunnen zien waar de lucht vandaan kwam. Dit moet of uit de ongestucte tussenmuur (spouwmuur) met de burens komen, en/of uit de begane grondvloer (vloer op zand).
Zie ook de opnamen verderop.

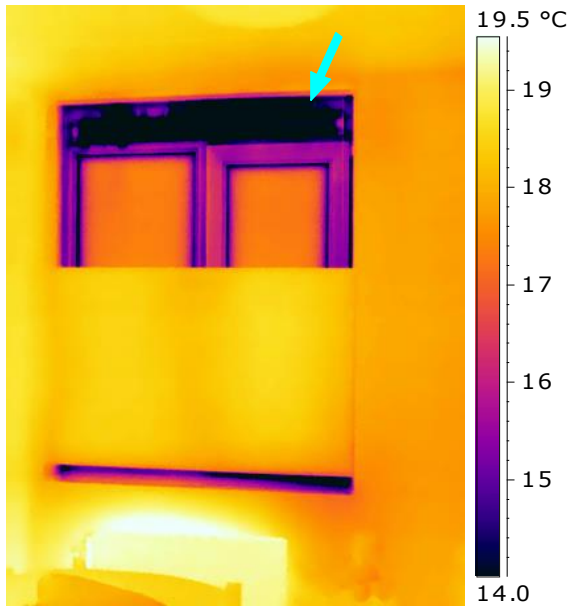
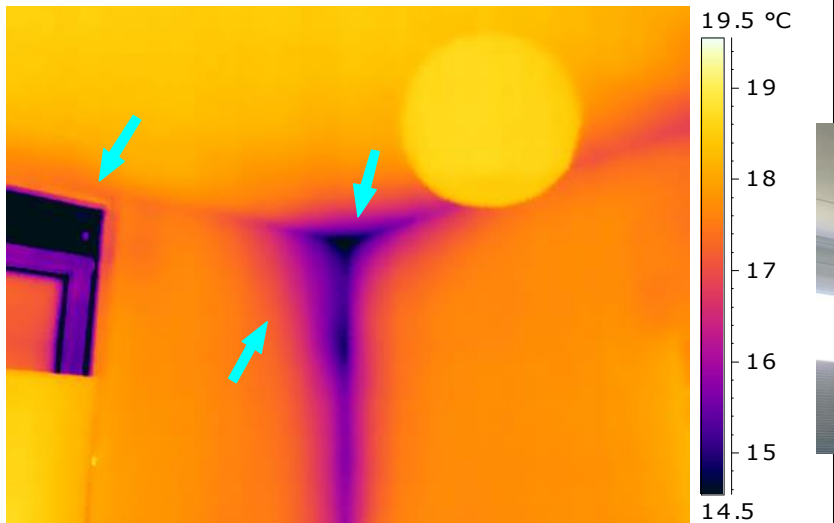
Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Werkkamer 1 ^e verdieping voor
a)	
	
b)	
	

Commentaar

- a) Uit de koof (aftimmering kabels) kwam lucht. Linksonder een koude plek. Deze was aan de buitenzijde niet te zien. De deur is rondom relatief koud. Waarschijnlijk door het betonnen kader rond het kozijn. Zie ook de opname buiten.
- b) De deur tocht rechts bovenin behoorlijk.
De ventilatioeroosters laten gesloten lucht door. Maar dit is toegestaan.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

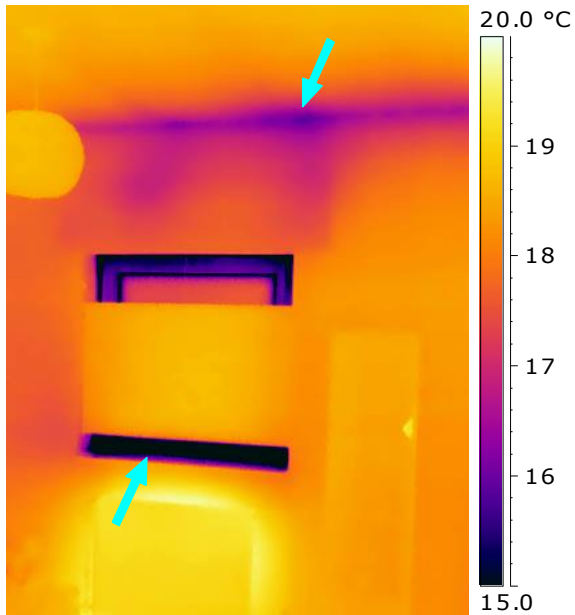
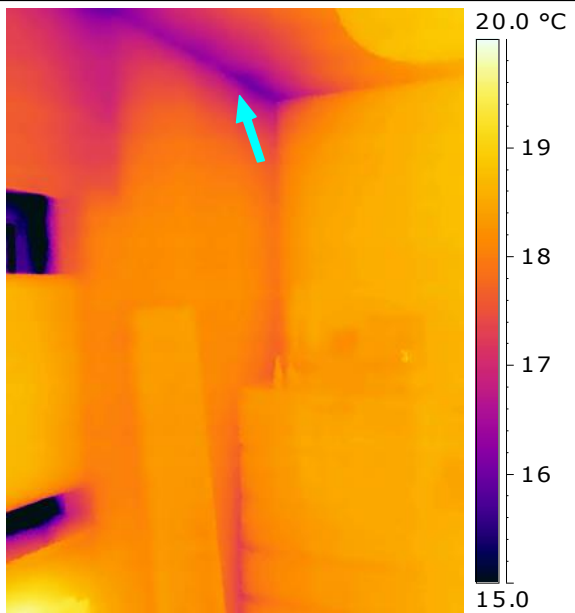
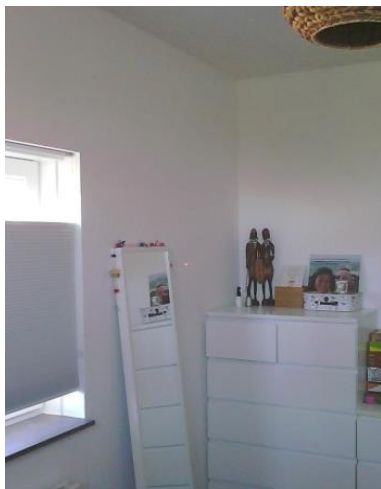
Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Kinderkamer 1 ^e verdieping voor
a)	
	
b)	
	

Commentaar

a) De ramen in de slaapkamer tochten iets. De beschermfolie kan van de tochtstrips gehaald worden.

b) De binnenhoek is iets kouder, maar dat is normaal.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

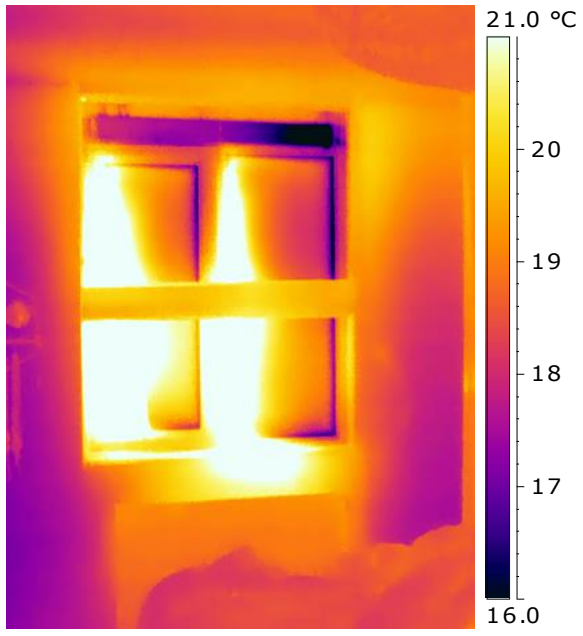
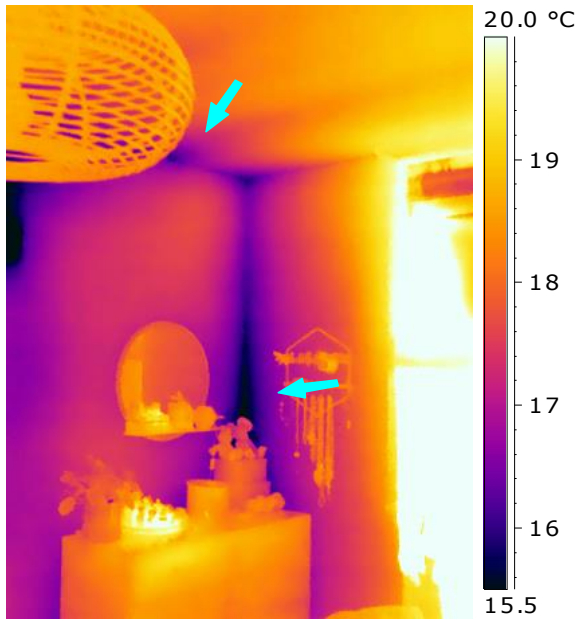
Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Kinderkamer 1 ^e verdieping zijgevel
a)	
	
b)	
	

Commentaar

De ramen tochten een beetje. Zie vorige opname.

De zoldervloer is kanaalplaat. De kanalen zijn mogelijk niet volledig luchtdicht gemaakt.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

Commentaar

a) Deze opname is door de zon lastig te interpreteren.

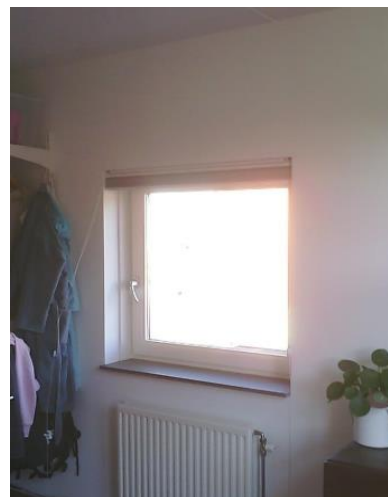
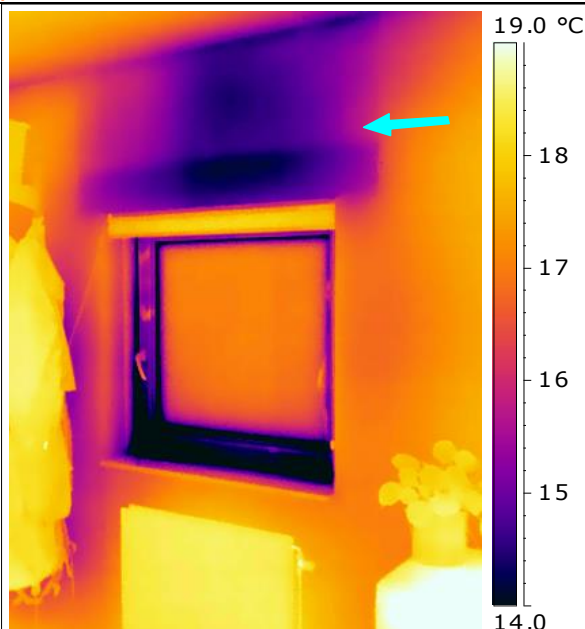
b) Koude binnenhoek. Zie ook de opnamen buiten; dilatatie in de gevels.

Kou in de zoldervloer (kanaalplaat).

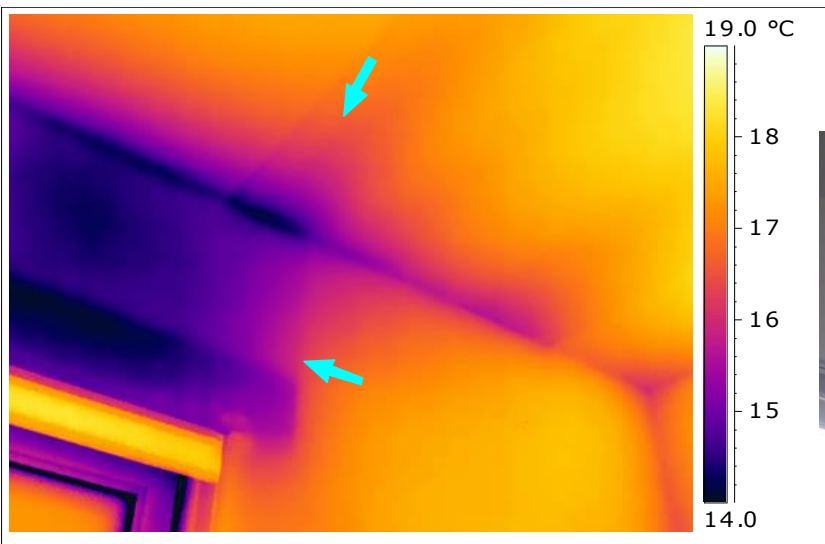
Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

a)



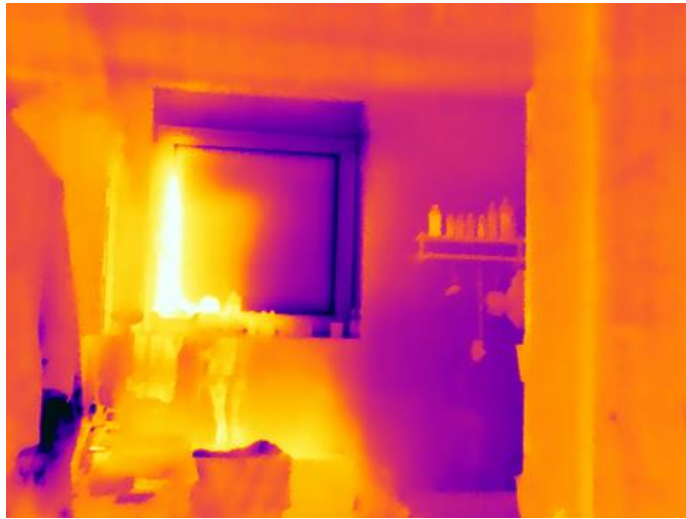
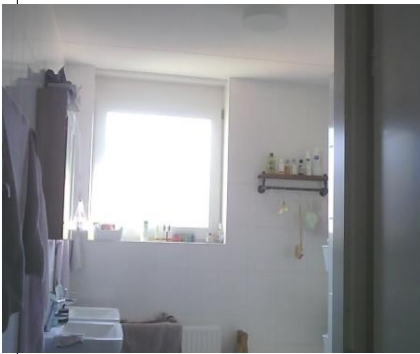
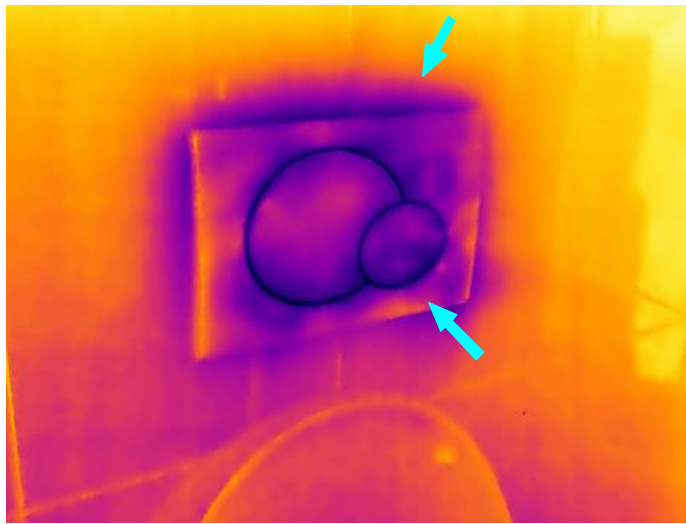
b)



Commentaar

Opvallend koud vlak boven het raam. Bij visuele en endoscopische inspectie van de gevel boven het raam bleek dat de isolatie hier niet tegen het binnenspouwblad, maar tegen het buitenblad zit. Verrassend genoeg is deze bouwfout niet te zien op de opnamen aan de buitenzijde.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

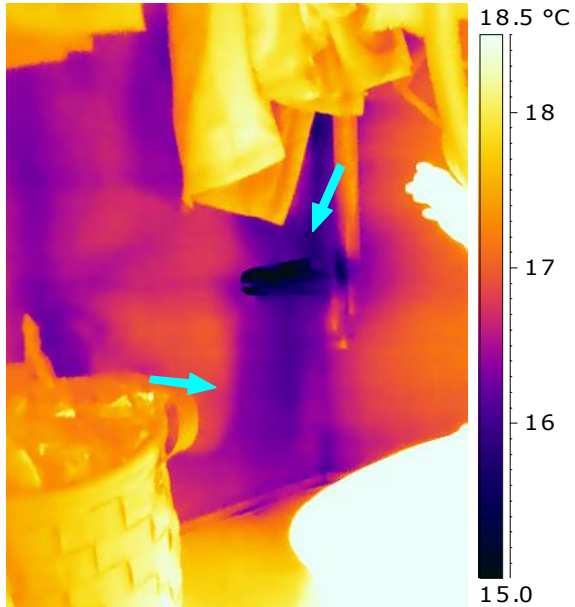
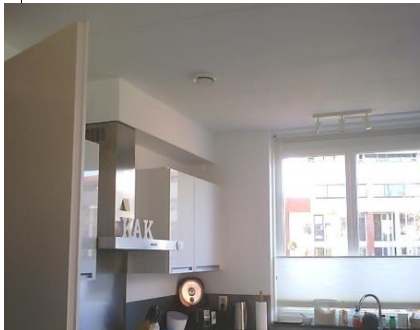
Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Badkamer
a)	
	
b) Toilet	
	

Commentaar

a) Geen bijzonderheden.

b) Koude lucht uit het inbouwreservoir. Dit kan uit de spouwmuur met de burens komen, of uit de begane grondvloer (ruimte rond de rioolbuis die door de beganegrondvloer gaat).

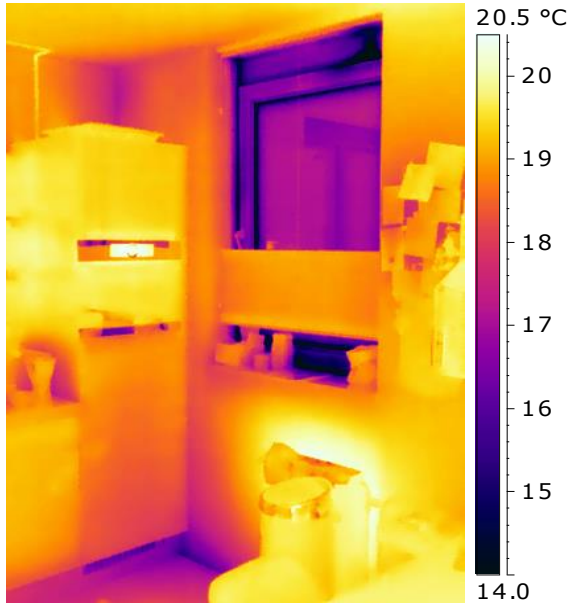
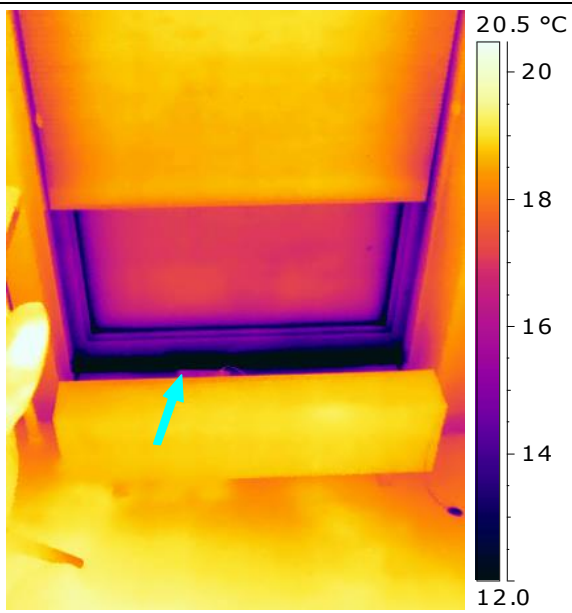
Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Begane grond
a) Berging	
	 B
b) Keuken	
	

Commentaar

- a) Koude lucht in en uit de koof. Dit komt of uit de muur met de buren (spouwmuur) of uit de begane grondvloer.
- b) De pijp van de afzuigkap is niet afgedicht op de gevel.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

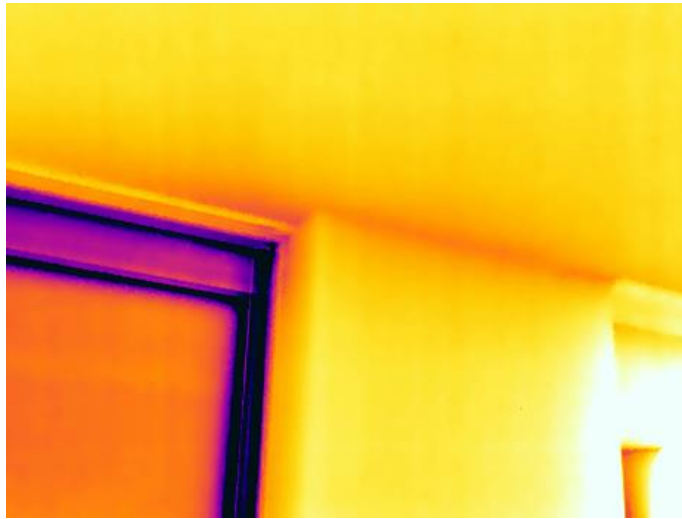
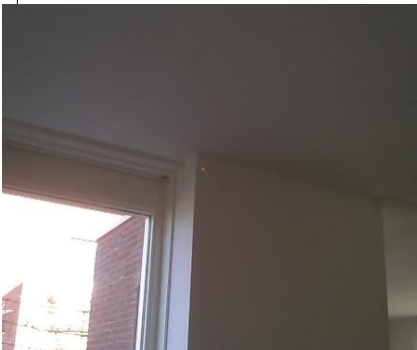
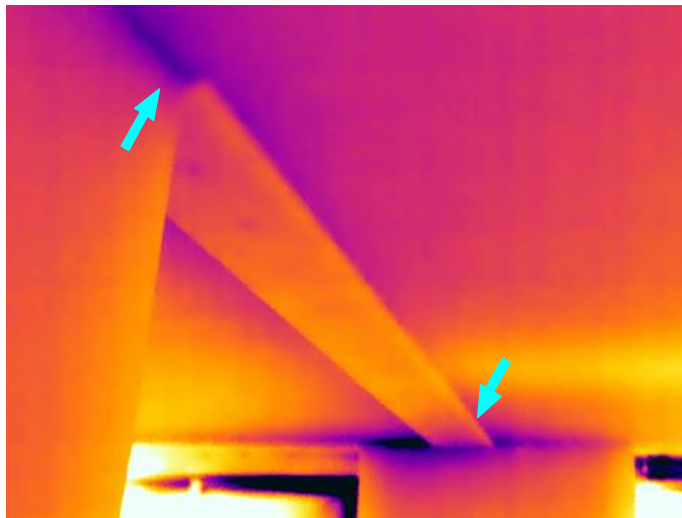
Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Keuken
a)	
	
b) Kozijn zijgevel	
	

Commentaar

a) Geen bijzonderheden.

b) Op de kunststenen dorpel onder het kozijn zat condens. Zie ook de opnamen buiten. Dit is onvoldoende isolerend kunststeen.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

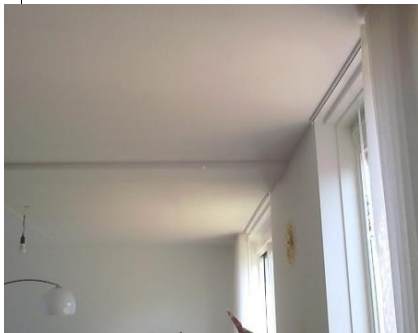
Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	
a) Kozijn eetkamer zijgevel	
 	
b) Woonkamer	
 	

Commentaar

a) Geen afwijkingen.

b) Bij de stalen balk onder de opgaande zijgevel komt koude lucht naar binnen. Dit komt uit de spouw.
De verdiepingsvloer is breedplaat (massief beton).

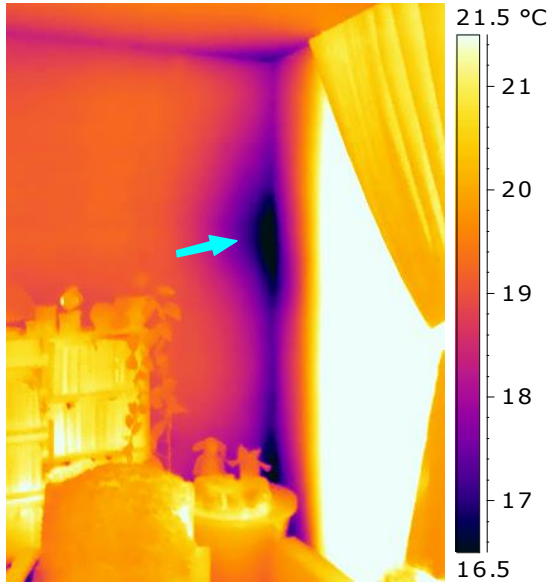
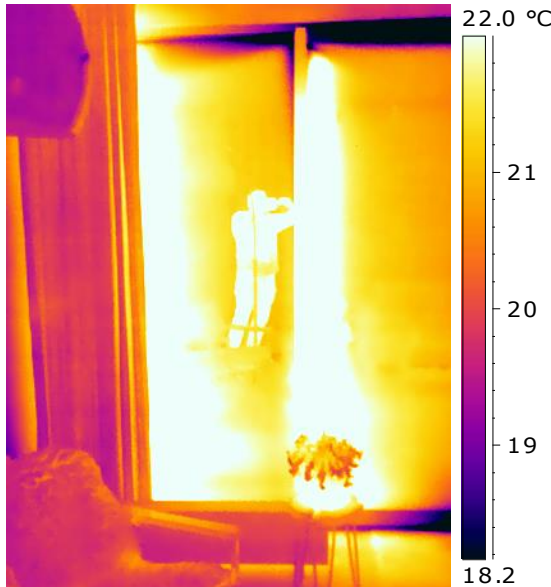
Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

Commentaar

Bij de stalen balk onder de opgaande zijgevel komt koude lucht naar binnen. Dit komt uit de spouw.
Het ventilatierooster tocht iets.

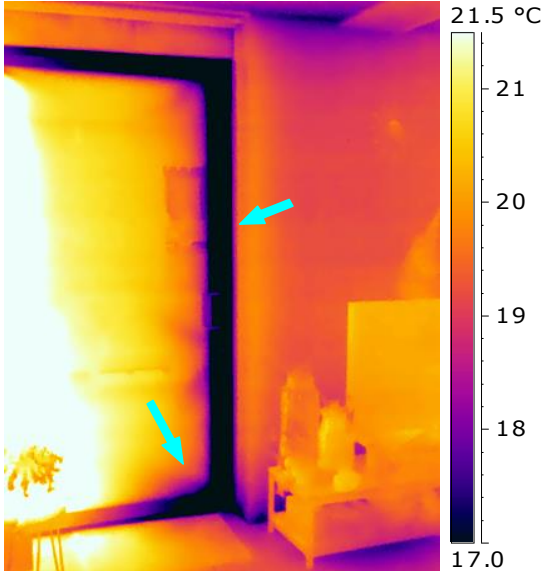
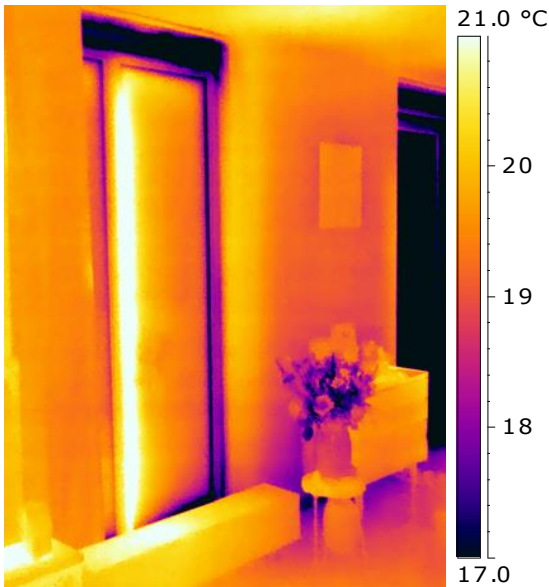
Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

Commentaar

- a) De binnenhoek is vrij koud. Zie ook de opnamen buiten.
b) Deze opname is door de zon moeilijk te interpreteren.

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

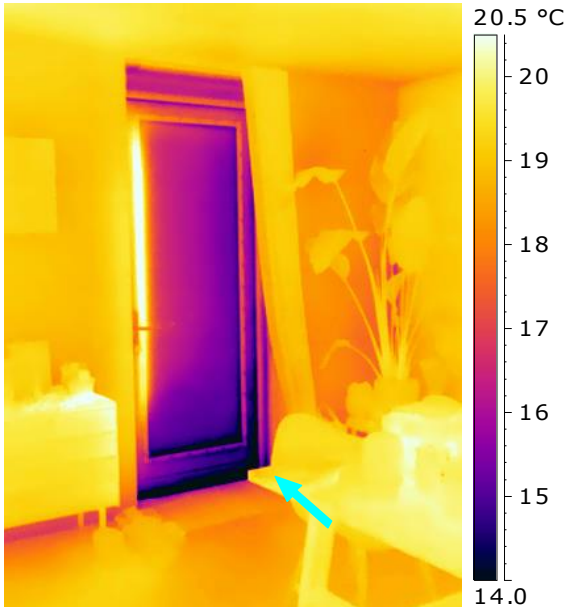
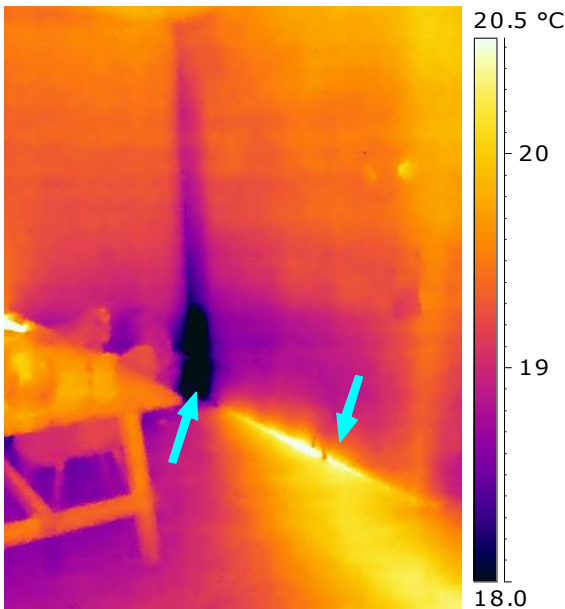
Doel meting:	Onderzoek warmte- en luchtlekken
Locatie:	
Verdieping / bouwdeel / Constructiedeel:	Woonkamer
a)	
	
b)	
	

Commentaar

a) De aluminium schuifpui tocht met name aan de sluitzijde.

b)

Thermische opnamen binnenzijde Woning in onderdruk

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

Commentaar

a) De keukendeur tocht iets.

Deze deur heeft standaard isolatieglas.

b) Ook in de eetkamer is de kou/koude lucht in de koof in de berging zichtbaar. Rechts de c.v. leidingen in de vloer.