

## Empirisch onderzoek naar efficiëntie infraroodverwarming

Een onderzoek naar het energieverbruik voor en na het plaatsen van infraroodpanelen

Monitoring gegevens van 14 woningen/appartementen vergeleken

JvDam/VvVeelen/WVerschoor

Januari 2020

## Samenvatting

Van een aantal, door ThuisBaas aardgasvrij gemaakte, woningen is het energieverbruik voor- en na het plaatsen van infraroodpanelen (IR) opgevraagd en gemeten. Door rekening te houden met het aantal graaddagen over de betreffende meetperioden is een objectieve vergelijking gemaakt van het energieverbruik voor en na de plaatsing van IR-panelen. Tellen we de uitschieters naar boven niet mee dan komen we tot een energieverbruik dat 2 maal hoger is met een gas cv-ketel ten opzichte van de IR-panelen. Anders gezegd, het energieverbruik is dus gedaald met ca 50%.

## Inleiding

Bij ThuisBaas willen we zorgvuldig adviseren naar- en projecten realiseren voor onze klanten. Warmtepompen kunnen, mits goed gedimensioneerd en geïnstalleerd, met een gemiddelde SPF (Seasonal Performance Factor) van 3-3,5 functioneren. De plaatsing van een warmtepomp is echter niet altijd mogelijk. Denk aan plaatsing, afmetingen, geluid enz.

Bij met name appartementen en geïsoleerde woningen met een relatief laag gasverbruik is het plaatsen van IR-panelen een aantrekkelijk alternatief. Een te hoog energieverbruik na het plaatsen van deze elektrische verwarming is echter zeer onwenselijk. De woning is dan wel aardgasvrij, maar elektriciteit is flink duurder dan gas en de opzet is niet om mensen naar een hoger energieverbruik te leiden.

Er is dus duidelijk behoefte aan een inschatting van het energieverbruik nadat de bewoner(s) hun gas CV-ketel hebben vervangen door IR-panelen.

In dit rapport is de methode beschreven waarop we de gegevens van de gasrekening voor- en het elektriciteitsverbruik na het plaatsen van de IR-panelen hebben vergeleken.

## Onderzoeksmethode

Eerst is bepaald welke gegevens nodig zijn om tot een zinvolle vergelijking te komen voor en na het plaatsen van de IR-panelen en verwijderen van de radiatoren/cv-ketel. Een gasrekening alleen is niet voldoende om te bepalen hoeveel energie er is verbruikt door de cv-ketel voor het verwarmen van de woning. Er moet rekening gehouden worden met het gasverbruik voor koken en het gebruik van douche- en warmwater voor de keuken. Verder is het van belang wat voor weer het is geweest (met graaddagen bepaald). Ook het rendement van de cv-ketel bepaalt hoeveel warmte uiteindelijk naar de radiatoren werd geleverd.

### Reken grondslagen:

De gasrekening over een bepaalde periode wordt gerelateerd aan het aantal graaddagen over dezelfde periode. Een graaddag is gedefinieerd als de gemiddelde woningtemperatuur minus de gemiddelde buitentemperatuur over de gehele dag.

We introduceren een nieuwe dimensieloze grootte -> SPF-IR (Seasonal Performance Factor Infra Red) Deze Grootte definiëren we als de verhouding tussen het specifieke energieverbruik met traditionele (gas)radiator verwarming (kWh/grddg) en het specifieke energieverbruik bij toepassing van infrarood-panelen (kWh/grddg).

$$SPF-IR = \text{Woningconstante}(trv) / \text{Woningconstante}(ir)$$

(trv) Traditionele radiator verwarming:

1.  $E_{trv}$  = (kWh thermisch) Energieverbruik met traditionele radiator verwarming. Wordt bepaald door het gasverbruik te verminderen met het gasverbruik voor koken en warm tapwater. Vervolgens wordt het rendement van de cv-ketel verrekend (zie aanvullende informatie)
2. Warm tapwater = (m<sup>3</sup> gas) Gasverbruik voor bereiding warm tapwater.
3. Koken op gas = (m<sup>3</sup> gas) Gasverbruik voor koken.
4.  $T_{gem}$  = (°C) De geschatte gemiddelde woningtemperatuur met radiator verwarming. Zie punt 7 van 'Aanvullende informatie' op de volgende pagina)
5.  $Grddgn E_{trv}$  = (dgn) Met de exacte periode en  $T_{gem}$  waarover het energieverbruik is gemeten kan het aantal graaddagen worden afgelezen uit een tabel/berekening. Eventuele vakantiegraaddagen worden verrekend. ([www.mindergas.nl](http://www.mindergas.nl))

Met bovenstaande gegevens kunnen we vervolgens de woningconstante berekenen in kWh/grddg. De woningconstante voor de traditioneel verwarmde woning is dan:

$$\text{Woningconstante}(trv) = E_{trv} / Grddgn E_{trv} \text{ (kWh/grddg)}$$

(ir) Datzelfde doen we voor de warmtevraag na plaatsing van de IR-panelen:

1.  $E_{ir}$  = (kWh thermisch) Energieverbruik nadat de IR-panelen zijn geïnstalleerd. Het thermisch energieverbruik is gelijk aan het elektrisch energieverbruik van de IR-panelen. Dat verbruik wordt afgelezen in het BeNext monitoringsysteem
2.  $T_{gem}$  = (°C) De geschatte gemiddelde woningtemperatuur met de IR-panelen.
3.  $Grddgn E_{ir}$  = (dgn) Met de exacte periode en  $T_{gem}$  waarover het energieverbruik is gemeten kan het aantal graaddagen worden afgelezen uit een tabel/berekening. Eventuele vakantiegraaddagen worden verrekend. ([www.mindergas.nl](http://www.mindergas.nl))

Met bovenstaande gegevens kunnen we vervolgens de woningconstante berekenen in kWh/grddg

**Woningconstante(ir) =  $E_{trv} / G_{rdgn}$  (kWh/grddg)**

**SPF-IR =  $Woningconstante(trv) / Woningconstante(ir)$**

De SPF-IR gemiddeld over alle gemeten woningen geeft dan een beeld van het mogelijke verschil in energie verbruik tussen traditionele radiatorverwarming en IR-panelen.

## Aanvullende informatie

Er zijn extra gegevens nodig om mogelijk te kunnen bepalen wat de oorzaken zijn van de verschillen in energieverbruik tussen woningen/appartementen met IR-verwarming en traditionele radiatorverwarming.

1. Oppervlak van de buitenschil van het appartement/woning (wanden, vloeren, dak/plafond, ramen, deuren)
2. Woonoppervlak
3. Aangeven welke wanden van het appartement/woning grenzen aan buiten en welke aan de buren (zijmuren/plafonds/vloeren) inclusief oriëntatie
4. Hoeveel bewoners en bezetting overdag
5. Hoe veel en vaak wordt er gekookt op gas  
Voor het standaard verbruik is gerekend met 30m<sup>3</sup> gas per jaar. Aan de hand van informatie van de bewoners is dit bijgesteld tussen 20 en 40 m<sup>3</sup>/jr. In geval meerdere bewoners aanwezig zijn is de volgende formule gebruikt; gasverbruik per jaar maal wortel uit het aantal personen.
6. Indicatie hoeveel douchegebruik en hoe vaak  
Voor het standaard gebruik is gerekend met gemiddeld 30 L per persoon per dag van 10-60°C. Aan de hand van extra informatie van de bewoners is dit bijgesteld tussen de 10 L/dag.p.p voor de zeer zuinige gebruiker en 50 L/dag.p.p voor de intensieve douchers.
7. Indicatie van de ruimtetemperatuur  
Veelal is in de berekening van het aantal graaddagen uitgegaan van 18°C gemiddelde woningtemperatuur. (Standaard in NL). Het is echter aannemelijk dat de gemiddelde woningtemperatuur lager is nadat de IR-panelen zijn geplaatst. Voor de vergelijking is deze temperatuur voor en na plaatsing van de IR-panelen gelijk gehouden. Het comfort niveau dat door de bewoner wordt ervaren geeft een indicatie of deze verschil heeft ervaren.
8. Om alles terug te rekenen naar energieverbruik per jaar in plaats van per graaddag is uitgegaan van 2800 graaddagen (het gemiddelde over de afgelopen 10jr)
9. Voor de financiële vergelijking is uitgegaan van een gasprijs van 0,77€/m<sup>3</sup>. Voor de elektriciteitsprijs is gerekend met 0,22€/kWh. Bron: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/snel-besparen/grip-op-je-energierekening/energierekening-2019/>  
De netwerkkosten voor gas bedragen 137,66 €/jr (<500m<sup>3</sup>/jr) en 191,19 €/jr (500-4000m<sup>3</sup>/jr), daar komen de vastrechtkosten van de leverancier bij van gemiddeld €55.  
Bron: <https://www.liander.nl/uwtarieven>

10. Welke vakantieperiodes en wanneer  
Deze vakantie graaddagen worden verrekend in het totaal aantal graaddagen over de meetperiode.
11. Geschat ventilatievoud of ventilatiemethode  
Hier is verder niet mee gerekend, omdat geen van de bewoners anders is gaan ventileren na de omschakeling.
12. Type cv-ketel (rendement) voordat de IR-panelen werden geïnstalleerd  
Voor een Hr-ketel is een rendement aangehouden van 90% voor verwarming en 65% voor het bereiden van warm tapwater. Een Vr-ketel resp. 80% en 65%. Een gaskachel 70% en een gasgeiser 60%
13. Eventuele verbeteringen aan isolatie, ramen, enz. in de "nieuwe situatie" met IR-panelen  
Dit is terug te vinden in de tabel onder resultaten en in bijlage 2
14. Is het comfort beter of slechter geworden na plaatsing IR Panelen
15. Is de manier van verwarmen veranderd na plaatsing IR-panelen; meer bewust, kritischer per ruimte, kritischer met ramen/deuren open enz.

## Resultaten

Nummer	Type woning	Bouwjaar	Woon oppervlak (m2)	Aantal pers.	Verwarming Gas verbruik per jaar (m3/jr)	IR verwarming kWh verbruik per jaar (kWh/jr)	Bespaarde kosten verwarming incl. Vastrecht Euro/jr	SPF-IR Seasonal Performance Efficiency improvement	Isolatie verbeterd na installatie IR	Thermoshield na installatie IR	Comfort beter of slechter na installatie IR
1 A002	appartement	1995	66	1	456	1579	€ 309,00	2,5	Nee	Ja	Beter
4 A008	appartement	1915	33	1	521	985	€ 477,00	4,7	Nee	Nee	Slechter
6 A020	appartement	1952	60	2	301	1851	€ 219,00	1,4	Nee	Nee	Neutraal
7 A061	appartement	1879	76	1	650	2952	€ 169,00	1,9	Ja	Nee	Beter
8 A078	appartement	2008	71	2	165	383	€ 310,00	3,8	Nee	Nee	Neutraal
9 A092	appartement	1927	49	2	423	2023	€ 327,00	1,8	Ja	Nee	Neutraal
10 A113	appartement	1985	70	1	174	1379	€ 99,00	1,1	Nee	Nee	Neutraal
11 A114	appartement	2012	69	2	126	882	€ 145,00	1,3	Nee	Nee	Slechter
12 A151	appartement	1998	64	2	263	289	€ 458,00	7,1	Nee	Nee	Neutraal
13 A115	Woonboot	1999?	160	2	1402	7051	(€ 77,00)	1,8	Ja	Nee	Beter
14 A066	appartement	1958	46	2	1296	7507	(€ 207,00)	1,2	Ja	Nee	Neutraal
15 A144	Tussenwoning	1897	112,3	2	1806	4291	€ 842,00	2,9	Ja	Nee	Neutraal
16 A082	appartement	1933	59	2	993	2375	€ 761,00	3,3	Nee	Nee	Slechter
17 A135	appartement	1900	60	2	504	1945	€ 355,00	2,3	Nee	Nee	Neutraal
						2535	€ 300,00	2,7	gemiddelde over alle 14 woningen		
						3076	€ 268,00	2,0	Gemiddelde over 11 woningen met laagste COI		

In bovenstaande gegevenstabel staan de monitoring gegevens van 14 woningen waar de gasverwarming is vervangen door IR-verwarming.

De gasrekening in m3 aardgas is het gecorrigeerde gasverbruik exclusief koken en warm tapwater voor keuken en douche. Vervolgens is gecorrigeerd met de graaddagen over de meetperiode zodat het gasverbruik voor verwarming per gemiddeld jaar kon worden gerekend. In Bijlage 2. Staat het totale gasverbruik, gasverbruik voor douche en warm tapwater voor keuken en het gasverbruik voor koken

Het elektraverbruik is afgelezen van het monitoringsysteem van BeNext dat van alle IR-panelen het verbruik bij houdt. Ook hier is voor de berekening weer gecorrigeerd met het aantal graaddagen zodat

uiteindelijk het energieverbruik voor verwarming, voor en na het plaatsen van de IR-panels zo objectief mogelijk is.

Er zijn vervolgens nog een aantal vragen aan de bewoners gesteld over het comfort voor en na plaatsing van de IR-panels. Voor alle vragen en antwoorden van bewoners zie de bijlages. Wat opvalt is dat de meeste bewoners bewuster zijn gaan verwarmen en even moeten wennen aan deze manier van verwarmen.

## Conclusie

Van de ca 50 onderzochte woningen hebben er op dit moment een twintigtal voldoende maanden gefunctioneerd om mee te nemen in het onderzoek. Bij 14 van de 20 konden we de gas- en elektriciteitsrekening plus monitoringgegevens van de IR-panels achterhalen. Van de 6 die niet meegenomen zijn, konden 4 geen oude gasrekening aanleveren omdat ze van energieleverancier waren gewisseld of geen historisch gasverbruik hadden (na verhuizing direct IR geplaatst). Eén klant heeft haar woning tussentijds verhuurd omdat ze in het buitenland werkt. Een ander was in het buitenland en kon niet bij haar gegevens. Van deze 14 woningen zijn er 3 die duidelijk hoger zijn de rest. Als we die niet meenemen in de conclusie dan is de **gemiddelde SPF-IR over 11 woningen 2,0**.

Met andere woorden het energieverbruik is 2 maal hoger met een gas CV-ketel ten opzichte van de IR-panels. Het energieverbruik is dus gedaald met ca **50%**. (1-1/2)

Alle bewoners op 2 na hebben bespaard op hun energierekening met gemiddeld **€300**.

Bewoner nr. 13 heeft een woonark en nr. 14 heeft een ondermaatse isolatie en wordt bewoond door 2 studenten die niet altijd bewust omgaan met het aan en uitzetten (ook in zomermaanden zijn de panels aan geweest). Beide kunnen een hogere energierekening verwachten en onderscheiden zich door een duidelijk hoger gasverbruik ten opzichte van de andere projecten. Zie bijlage 3.

Opmerkelijk is verder dat het gemiddelde energieverbruik per m<sup>2</sup> woonoppervlak overeenkomt met het gemiddelde energieverbruik per m<sup>2</sup> buitengevel/vloer/dak.

In eerste idee lijkt het vreemd dat elektrisch verwarmen duurzaam of zuinig kan zijn. De meest voor de hand liggende verklaring kan zijn dat het met infraroodpanels makkelijk is om alleen dáár en dán te verwarmen, waar het gewenst is.

## Enkele constatering van bewoners

1. Bewoners nr. 1, 7 en 13 vinden het comfort verbeterd na de aanleg van de IR-panels
2. Bewoner van nr. 4 ervaart de IR-verwarming als onprettig en krijgt er hoofdpijn van. Ze is maar weinig thuis, heeft geen basistemperatuur ingesteld en heeft daardoor een kouder huis. De IR-panels worden alleen aangezet bij aanwezigheid en door de grote delta T duurt het lang voordat het warm is. De panels staan dan op 100%, wat haar hoofdpijn kan verklaren. We kunnen hieruit concluderen dat een juist gebruik van de infraroodpanels, met modulerende functie, essentieel is voor het comfort.
3. Bewoner nr. 4, 10 en 11 ervaren een warmer hoofd en koudere voeten. Bewoner 11 had eerst vloerverwarming en ervaarde dat als prettiger doordat het overall warm was (en warme voeten)

4. Bewoner nr. 6, 8, 13 vinden het even wennen aan deze manier van verwarmen, maar waren daarna erg tevreden.
5. Bewoner nr. 1, 6, 7, 11 en 13 zijn bewuster gaan verwarmen per ruimte

## Vervolgonderzoek

Wat opvalt is dat er geen enkele standaard bewoner/appartement is bij de onderzochte projecten. De diversiteit in appartementen, woningen en bewonersgedrag is groot. Om de conclusies beter te onderbouwen is daarom een veel groter aantal projecten nodig. Verder onderzoek aan veel meer woningen/appartementen is nodig om de conclusies statistisch beter te onderbouwen.

Verder onderzoek naar energieverbruik per ruimte lijkt zinvol. Ook compartimentering van ruimtes zal van invloed zijn (denk aan open keukens, open trapgat, gang tussen voordeur naar buiten en woonkamer, e.d.). Mogelijk levert dit extra resultaten en inzichten voor toekomstige adviezen.

## Bronvermelding

1. Alle woningen in dit onderzoek zijn voorzien van infrarood panelen van ThermlQ
2. Alle IR-panelen zijn geplaatst tegen het plafond
3. Alle bewoners maken gebruik van het modulerende HomeIQ systeem. Met dit regelsysteem kunnen ze lokaal en naar eigen inzicht de IR-panelen aansturen
4. Type woning, aantal m2 en bouwjaar woning. [www.huispedia.nl](http://www.huispedia.nl)
5. Woonoppervlak en oppervlak gecontroleerd/overgenomen van bouwtekeningen
6. Gasrekeningen bij bewoner opgevraagd
7. Elektriciteitsrekeningen bij bewoner opgevraagd
8. Elektriciteitsverbruik na plaatsing IR-panelen komt van het BeNext monitoringsysteem
9. Graaddagen zijn bepaald met rekenmodel op website van: [www.mindergas.nl](http://www.mindergas.nl)  
Er is rekening gehouden met de graaddagen in vakantieperiodes waarin de bewoners niet thuis zijn geweest en de verwarming uit of lager hebben gezet.
10. De meeste overige gegevens zijn afkomstig van antwoorden die de bewoners/gebruikers hebben gegeven op vragen van ons.



## Bijlage 1: Antwoorden over comfort, leefsituatie en stookgedrag

Project					
Nummer	Opmerkingen comfort	Hoeveel bewoners zijn doordeeweeks overdag thuis	Leefsituatie veranderd na installatie IR	Anders verwarmd	Context
1 A002	Ja, ik vind het prettiger geworden, de warme straling is aangenaam. Kookte al op inductie (sinds 2015)	1	Nee	vroeger stond de verwarming in de badkamer altijd aan, nu niet meer, nu werkt dat via een thermostaat per kamer die voor badkamer, slaapkamer en gang zo laag staat (16 graden) dat hij in de afgelopen winter slechts een keer of drie is aangegaan.	nee, de temperatuur is ongeveer gelijk. Wel verwarm ik met infrarood de plek waar ik zit meer dan de rest van het huis. Overdag is dat mijn bureau, 's avonds de fauteuil bij de tv
4 A008	Ik ben mij warmer gaan kleden doordat ik de infra rood verwarming niet fijn vind, ik merk dat ik er hoofdpijn door krijg.	0	Ja	Ik gebruik de infrarood panelen veel minder doordat ik merk dat ik de straling niet fijn vindt. Het huis is kouder, ook wanneer de panelen aan staan merk ik dat de ruimtes niet geheel fijn warm worden zoals ik gewend ben met een gewone verwarming.	
6 A020	Het is anders. Opwarmen duurt iets langer, maar het blijft ook langer aangenaam.	1	Nee	iets gerichter gaan stoken: eerder hadden we de verwarming aan of uit, nu zijn we per paneel per kamer aan het kijken welke aan of uit kan.	
7 A061	Antwoord klant: "Het IR verwarmen is wel prettig"	0	Nee	Ik stook misschien iets meer in de studeerkamer. Ik houd meer de temperatuur in de verschillende kamers in de gaten.	ik houd bewust meer de ramen dicht tijdens het stookseizoen en houd ook kamerdeuren meer gesloten. Ventilatie via de ramen gedurende het stookseizoen alleen in de slaapkamer.
8 A078	Het was even wennen, maar na korte tijd ervaren wij het comfort op hetzelfde niveau	1	Nee	Hetzelfde gebleven	
9 A092	Geen verbetering of verslechtering, ervaren de warmte van IR wel als zeer prettige warmte	0	Nee		1e etage tussenwoning (appartement), alleen voor en achtergevel aan buitenlucht blootgesteld
10 A113	comfort is iets veranderd, hoofd is wat warmer, en in hoek vd kamer wat frisser. Kunst is om goede combinatie tussen percentage en temperatuur te vinden. Bij mij is dat meestal 70%	0,2	Nee	In 2016 meer thuis geweest toen de verwarming nog op gas was. Voor de omschakeling ging de verwarming in de studeerkamer ook aan, heeft nu minder zin vanwege de stralingswarmte	1e (of 2e?) etage tussenwoning (appartement), alleen voor en achtergevel aan buitenlucht blootgesteld
11 A114	Ja, door de warmte van bovenaf is het bij de vloer kouder dus koudere benen. Vloerverwarming was evenwichtiger, er was overal warmte. Nu is het eigenlijk zoals vroeger, je moet de ruimte verwarmen als je daar langere tijd wilt zijn. Gevoelsmatig minder comfortabel.	2	Nee	had eerst vloerverwarming. Hierdoor was er overal warmte. Dus ook in de gang en badkamer. In de nieuwe situatie met infrarood is dat niet meer zo.	
12 A151	Klant zegt: Het is onvoldoende koud geweest om verschil te merken. NB installatie op 21-11-2018, dus wel stookseizoen gehad	0	Nee	Nee	
13 A115	In het begin wennen aan infrarood. Na een maand zeer tevreden	2	Nee	Nee, zijn wel meer bewust	
14 A066	Enerzijds is het comfort verbeterd omdat de vorige verwarming een nare lucht met zich mee bracht. Anderzijds is het soms vervelend dat het nu erg lang duurt voor de kamer verwarmd is. Daarnaast zijn er ook veel problemen geweest dat de app het niet doet.	0	Nee	Nieuwe keuken geplaatst met een vaatwasser. De keuken wordt nu wel verwarmd en eerst niet	voor IR ->2 Gaskachels + gasgeiser / verhuurt het aan haar studerende zoon plus huisgenoot. Woning boven oververwarmde bergingen, 1 gevel aan de buitenlucht en 2 gevels aan onverwarmde hal.
15 A144	Kan nog niet beantwoorden of er anders gestookt wordt of comfort anders is. IR neemt wel minder plaats in	1	Nee	Voor IR ->6 Gaskachels + cv-ketel voor alleen water. Afgelopen 3 jaar veel verbouwd: trapgat is vergroot en MK verplaatst (vlak voor omschakeling), slaapkamer en studeerkamer van plaats gewisseld (na omschakeling), op 1e etage zijn een nieuwe (extra) badkamer en wc geïnstalleerd (na omschakeling). De balkonkamer wordt nu niet meer verwarmd (is nu nieuwe badkamer geworden)	gedeeltelijke tussenwoning/hoekwoning (4 etages). BG heeft keuken aangebouwd, is hoekgedeelte. Rest vd woning is tussenwoning.
16 A082	Komt doordat enkel glas nog niet is vervangen, de IR is berekend op HR++.	1,5	Ja	Hebben ook een open haard waarmee ze bijstoken (ook toen ze nog op gas waren). Hebben nu nog enkel glas en glas-in-lood bovenramen, plan is om binnenkort HR++ te plaatsen (daar is IR op berekend). Gebruiken na omschakeling droger haast niet meer, zijn bewuster van energiegebruik.	1e etage tussenwoning (appartement), alleen voor en achtergevel aan buitenlucht blootgesteld
17 A135		2	Nee	De onverwarmde, (stond cv-ketel) berging is een logeerkamer voor zijn kleinkinderen geworden	BG tussenwoning (appartement). Deel vd winter in Spanje

## Bijlage 2: Basisgegevens woningen, oppervlak, koken, douche, gas

Project																				
Nummer	Type woning	Bouwjaar	Woon oppervlak (m <sup>2</sup> )	Oppervlak wanden naar buitenlucht (incl glas) (m <sup>2</sup> )	Wanden naar buitenlucht geïsoleerd?	Oppervlak daken/vloeren naar buitenlucht (incl glas) (m <sup>2</sup> )	Daken/vloeren naar buitenlucht geïsoleerd?	Oppervlak glas (m <sup>2</sup> )	type glas	Energie label (in donkergroen bron: Huispedia)	Aantal pers.	Gasrekening periode (m <sup>3</sup> )	Koken Gasverbruik (m <sup>3</sup> /jaar)	douchewater gebruik 10-60°C (kWh/dag)	douchewater gasgebruik (m <sup>3</sup> /dag)	Verwarming Gas verbruik per jaar (m <sup>3</sup> /jr)	Verwarming kWh verbruik per jaar (kWh/jr)	Gas verwarming Warmteverlies via wanden naar buitenlucht (kWh/jr.m <sup>2</sup> )		
1 A002	appartement	1995	66	24	Ja	0	n.v.t.	8,67	HR++	C	1	473	0	1,46	0,23	456	4967	207		
4 A008	appartement	1915	33	51,31	Nee	0	n.v.t.	11,09	Dubbel glas		1	597	20	1,17	0,18	521	5675	111		
6 A020	appartement	1952	60	35,802	Ja	0	n.v.t.	16,83	HR++	B	2	483	57	3,50	0,55	301	3274	91		
7 A061	appartement	1879	76	51,35	Nee	0	n.v.t.	11,66	Dubbel glas	geen idee	1	731	30	1,75	0,27	650	7079	138		
8 A078	appartement	2008	71	53,82	Ja	0	n.v.t.	21,19	HR++	A	2	304	42	1,75	0,27	165	1792	33		
9 A092	appartement	1927	49	30,212	Nee	0	n.v.t.	15,14	Dubbel glas	G	2	717	42	4,67	0,73	423	4609	153		
10 A113	appartement	1985	70	34,32	Nee	0	n.v.t.	8,5	HR++	C	1	300	30	1,75	0,27	174	1900	55		
11 A114	appartement	2012	69	39,91	Ja	0	n.v.t.	16,2	Triple	A	2	230	42	1,17	0,18	126	1374	34		
12 A151	appartement	1998	64	70,88	Ja	0	n.v.t.	16,58	Dubbel glas	B?	2	467	42	2,92	0,46	263	3218	45		
13 A115	Woonboot	1999?	160	178	Ja	198	Ja	39,35	HR++	Woonark, geen label	2	1579	42	3,50	0,55	1402	15268	41		
14 A066	appartement	1958	46	70,06	Ja	49,83	Nee	15,88	Dubbel glas	E	2	1522	28	4,67	0,73	1296	18145	151		
15 A144	Tussenwoning	1897	112,3	77,41	Ja	98,79	Ja	24,96	Dubbel glas	geen idee	2	1759	57	3,50	0,55	1806	25289	144		
16 A082	appartement	1933	59	33,02	Nee	0	n.v.t.	16,81	Enkel glas	G	2	1416	57	5,83	0,99	993	12165	368		
17 A135	appartement	1900	60	21,96	Ja	60	Ja	14,14	HR++	onbekend	2	553	42	3,50	0,55	504	5487	67		

## Bijlage 3: Monitoring gegevens IR-panelen, resultaten extra gegevens

Project					Na installeren IR panelen										
Nummer	Type woning	Bouwjaar	Woon oppervlak (m2)	Aantal pers.	Geïnstalleerd IR vermogen (=A+B+C+...) (W)	Monitoring BeNext IR verwarming Elektro periode (kWh)	Geïnstalleerd IR vermogen per m2 woonopp (W/m2)	IR verwarming kWh verbruik per jaar (kWh/jr)	Bespaarde kosten verwarming incl. Vastrecht Euro/jr	IR verwarming kWh verbruik per jaar per m2 woonopp (kWh/jr.m2)	IR verwarming Warmteverlies via wanden naar buitenlucht (kWh/jr.m2)	SPF-IR Seasonal Performance Efficiency improvement	Isolatie verbeterd na installatie IR	Thermoshield na installatie IR	Comfort beter of slechter na installatie IR
1 A002	appartement	1995	66	1	6300	1489	95	1579	€ 309,00	24	66	2,5	Nee	Ja	Beter
4 A008	appartement	1915	33	1	3850	869	117	985	€ 477,00	30	19	4,7	Nee	Nee	Slechter
6 A020	appartement	1952	60	2	6050	1977	101	1851	€ 219,00	31	52	1,4	Nee	Nee	Neutraal
7 A061	appartement	1879	76	1	6600	2616	87	2952	€ 169,00	39	57	1,9	Ja	Nee	Beter
8 A078	appartement	2008	71	2	4950	354	70	383	€ 310,00	5	7	3,8	Nee	Nee	Neutraal
9 A092	appartement	1927	49	2	4400	1760	90	2023	€ 327,00	41	67	1,8	Ja	Nee	Neutraal
10 A113	appartement	1985	70	1	4950	1163	71	1379	€ 99,00	20	40	1,1	Nee	Nee	Neutraal
11 A114	appartement	2012	69	2	4950	822	72	882	€ 145,00	13	22	1,3	Nee	Nee	Slechter
12 A151	appartement	1998	64	2	6050	218	95	289	€ 458,00	5	4	7,1	Nee	Nee	Neutraal
13 A115	Woonboot	1999?	160	2	13050	5842	82	7051	(€ 77,00)	44	19	1,8	Ja	Nee	Beter
14 A066	appartement	1958	46	2	4950	5408	108	7507	(€ 207,00)	163	63	1,2	Ja	Nee	Neutraal
15 A144	Tussenwoning	1897	112,3	2	9900	2193	88	4291	€ 842,00	38	24	2,9	Ja	Nee	Neutraal
16 A082	appartement	1933	59	2	7150	1583	121	2375	€ 761,00	40	72	3,3	Nee	Nee	Slechter
17 A135	appartement	1900	60	2	4950	1438	83	1945	€ 355,00	32	24	2,3	Nee	Nee	Neutraal
							91	2535	€ 300,00	38	38	2,7	gemiddelde over alle 14 woningen		
							91	3076	€ 268,00	44	46	2,0	Gemiddelde over 11 woningen met laagste COI		