



Testrapport Jawotherm

Opdrachtgever (s): Jawotherm

Datum: 18-11-2020

Versie: Concept (18-11-2020)

Contactpersoon Bowinn: Coen Verboom en Martin van der Veen

Vrijgegeven door opdrachtgever: Jan van Rijs





Inhoud

Algemeen.....	3
Testfaciliteiten	3
Methode.....	3
Nauwkeurigheid	4
Resultaat COP.....	5
Gegevens	5
Conclusie	6
Resultaat Comfort	6
Gegevens	6
Conclusie	8
Samenvatting.....	11





Algemeen

De energietransitie is een belangrijk thema. De komende jaren zal hard gewerkt moeten worden om van het gas af te komen. Er zijn verschillende methodes waarop woningen gasloos verwarmd kunnen worden maar deze hebben allemaal hun eigen eigenschappen. Verwarmen via elektrische radiatoren is een van de opties. Verwarmen via elektrische radiatoren wordt vaak geassocieerd met een lage efficiëntie (COP) en een snelle reactie tijd. Bowinn is gevraagd om deze twee onderdelen te onderzoeken in opdracht van Jawotherm. Een leverancier van elektrische radiatoren met speeksteen elementen. Twee testen zijn uitgevoerd door Bowinn. Als eerste test is de COP van de elektrische radiator bepaald. De tweede test is uitgevoerd om te bepalen of het comfort met een Jawotherm ook anders is ten opzichte van standaard elektrische radiatoren.

Testfaciliteiten

De COP en het comfort zijn bepaald door de warmte-installatie te testen in de buitenklimaatkamer en de conditioneerkist waarbij de conditioneerkist in de klimaatkamer is geplaatst. De klimaatkamer wordt gebruikt om een binnen- of buitenomgeving met een constante temperatuur te simuleren. Om de efficiëntie en comfort te testen is gekozen om een buitenomgeving te simuleren. Een buitentemperatuur van -10 graden is gekozen. Hier is voor gekozen, i.p.v. bijvoorbeeld een hogere temperatuur, om een hogere meetbaar temperatuurverschil te realiseren en een beter meetbare waarde te verkrijgen.

In de klimaatkamer is een conditioneerkist geplaatst. De conditioneerkist is een kist met een inhoud van 1 m³. Van de kist zijn 5 van de 6 kanten voorzien van een dubbele laag PIR isolatie. De dikte van deze isolatielaag is 17,6 cm (0,176 m) en hebben een lambda-waarde van 0,02 W/mK. De Rc-waarde van deze isolatielaag is 8,8. Een zeer goede isolatiewaarde waardoor weinig warmte via deze kanten 'ontsnapt'. Een kant is niet voorzien van een dubbele laag PIR isolatie. Voor de comfort en COP testen wordt deze ook voorzien van een isolatielaag met een bekende waarde. In dit geval is dat een XPS isolatieplaat van 5 cm dik.

Nauwkeurigheid meetapparatuur

De nauwkeurigheid van de gebruikte kWh meter gaat tot 0,01 kWh. Dit kan betekenen dat een verbruik van 0,005 kWh afgerond kan worden naar 0,01 kWh of 0,00 kWh. De temperatuur wordt op meerdere plekken binnen en buiten de conditioneerkist gemeten om een zo goed mogelijk beeld van de temperatuur te krijgen. Binnen in de conditioneerkist zijn 5 sensoren geplaatst en buiten de conditioneerkist, in de klimaatkamer, zijn ook meerdere sensoren geplaatst. Hierdoor is de kist opgedeeld in meerdere temperatuurzones.

Methode

Om de COP te bepalen is het warmteverlies berekend aan de hand van de bekende isolatiewaarden, de gemeten buiten- en binnentemperaturen en de verbruikte elektriciteit om het warmteverlies te compenseren. De verbruikte elektriciteit wordt gemeten via een MID gecertificeerde kWh meter. Het warmteverlies wordt berekend zoals onderstaande.

Berekenen warmteverlies

Het verwachte warmteverlies wordt bekend aan de hand van de volgende variabelen:

1. de gemeten buiten en binnentemperaturen;
2. de duur van de test.

Omdat de isolatiewaarden bekend zijn kan het warmteverlies door deze kanten berekend worden.

Dus: Warmteverlies_{Stotaal} = temperatuurverschil (°C) * duur test (s) * isolatiewaarde materiaal



Berekenen COP radiator

Om de efficiëntie van de radiator te berekenen wordt het warmteverlies_{totaal} gedeeld door het gemeten elektrische verbruik.

$$\text{Dus: Warmteverlies}_{\text{totaal}} / \text{Verbruik}_{\text{totaal}} = \text{COP}$$

Comfort

Vanwege de massa van de radiator is aangenomen dat deze voor een constantere binnentemperatuur kan zorgen ten opzichte van reguliere elektrische radiatoren. Om dit te bepalen is dit getest in de klimaatkist. Net als bij de COP test is de kist voorzien van temperatuursensoren om de temperatuur te monitoren. Maar in tegenstelling tot de COP test wordt deze test langer doorgezet om een verschil goed inzichtelijk te maken. Hierbij is gekeken naar 3 onderdelen.

1. Snelheid van verwarmen
2. Vasthouden warmte
3. Afkoeling

De temperatuur wordt op dezelfde manier gemeten als bij de COP test.

Nauwkeurigheid

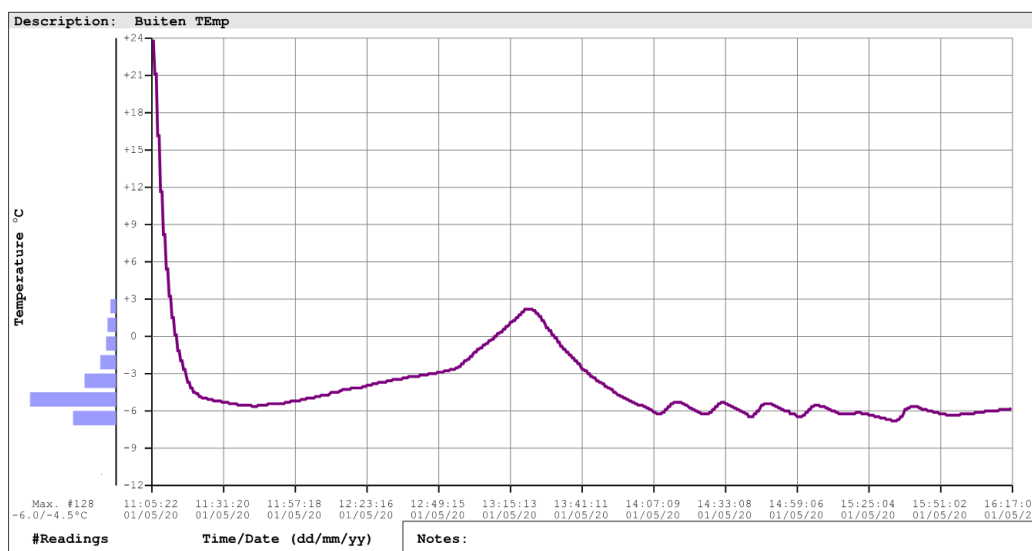
De omgeving waar de testen uitgevoerd zijn is een onderzoeks-omgeving waar op een praktische manier onderzoek gedaan wordt naar innovaties in de bouw. Het doel van deze testen is het begrijpen van de karakteristieken van het materiaal of installatie en voldoende ervaring te krijgen om een beslissing te kunnen nemen over eventuele nieuwe ontwikkeltraject met dit materiaal, of juist niet. De testresultaten zijn niet bruikbaar voor bijvoorbeeld een vergunningstraject omdat niet (altijd) volgens de geldende NEN normeringen gewerkt wordt.



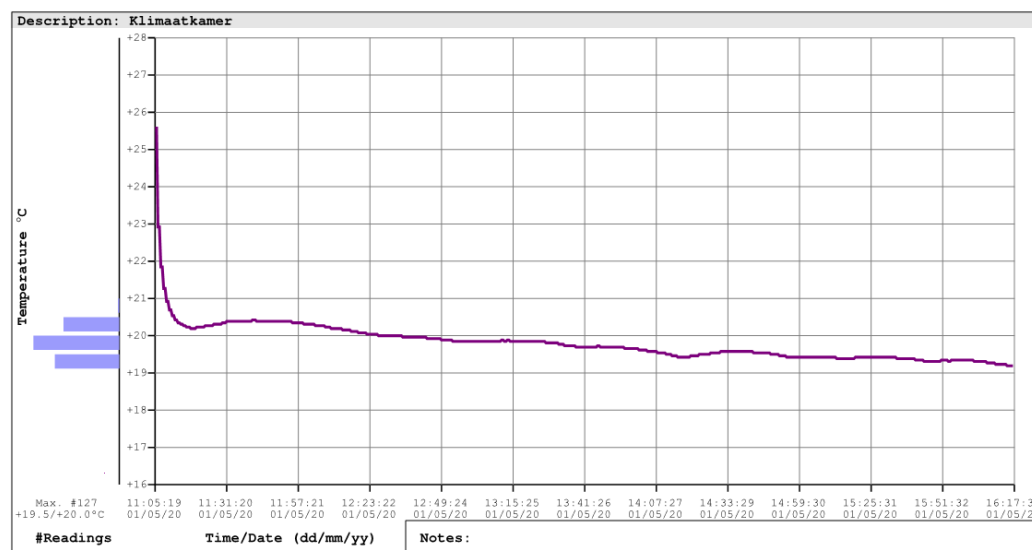
Resultaat COP

Gegevens

De meetgegevens zijn verzameld door middel van temperatuurloggers. Deze registreerde elke minuut een temperatuur. Hieronder staan de grafieken van de buitentemperatuur en binnentemperatuur.



Figuur 1: Buitentemperatuur



Figuur 2: Binnen temperatuur

Op basis van de figuur 1 en 2 is bepaald dat de gemiddelde buitentemperatuur -4,49 graden Celsius is. De gemiddelde binnentemperatuur 19,83 graden Celsius is. De duur van de test is 5 uur en 11 minuten. Oftewel 18.660 seconden. De kWh meter heeft een verbruik van 0,24 kWh geregistreerd.

www.bowinn.nl



Conclusie

Op basis van de duur van de test, het temperatuurverschil en de isolatiewaarde heeft de kist 0,236 kWh aan thermische energie verloren hebben. De kWh meter heeft een verbruik van 0,24 kWh elektrisch geregisterd. Dit betekent dat de COP van de Jawotherm $0,24 / 0,236 = 0,984$ is.

Resultaat Comfort

Op basis van de aanname vooraf aan het onderzoek is het comfort verder onderzocht.

Gegevens

De meetgegevens zijn verzameld door middel van temperatuurloggers. Deze registreerde elke minuut een temperatuur. Dit zijn dezelfde loggers gebruikt voor de COP test. De onderstaande grafiek laat de binnentemperatuur zien gedurende de test van beide radiatoren. De instelwaarde van beide radiatoren is 30 graden en de test is afgebroken zodra de testruimte tot 26 graden afgekoeld is.

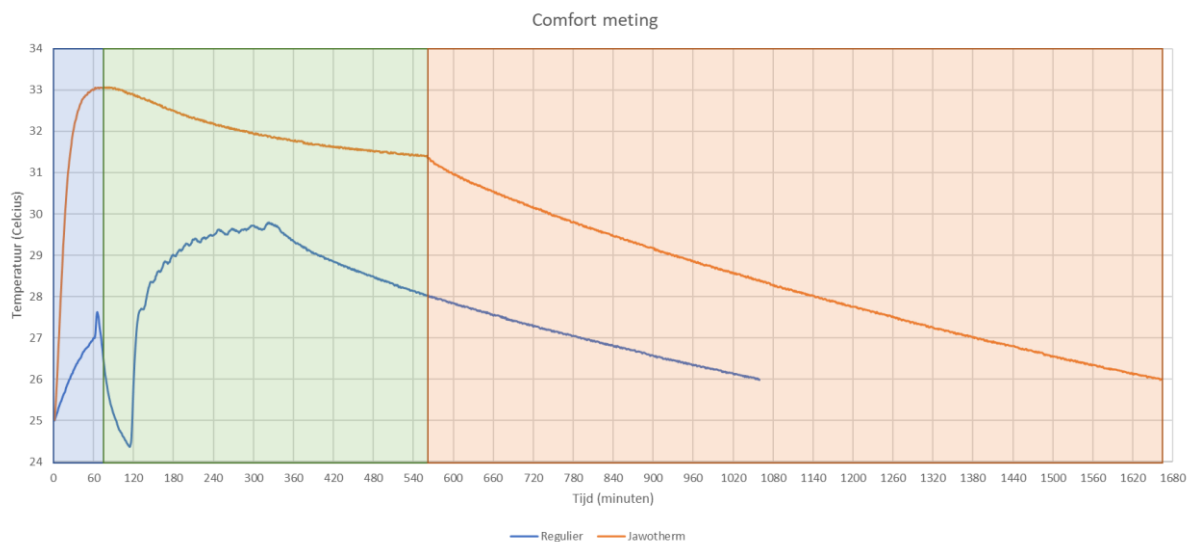


Figuur 3: Temperatuurverloop comfort meting

De oranje lijn in de bovenstaande figuur laat het temperatuurverloop van de Jawotherm zijn en de blauwe lijn het temperatuurverloop van de elektrische radiator. Bij het aanzetten van de radiator is direct gestart met de meting. Naar een verloop van tijd is de radiator uitgezet. Deze tijd is niet van de voren bepaald maar voorwaarde was dat de minimale temperatuur behaald is. Er is al meteen een verschil waarneembaar tussen de twee curves. De Jawotherm lijkt een hogere temperatuur te bereiken en houdt deze ook langer vast. De volgende afbeelding gaat hier verder op in.



Afkoeling en opwarming

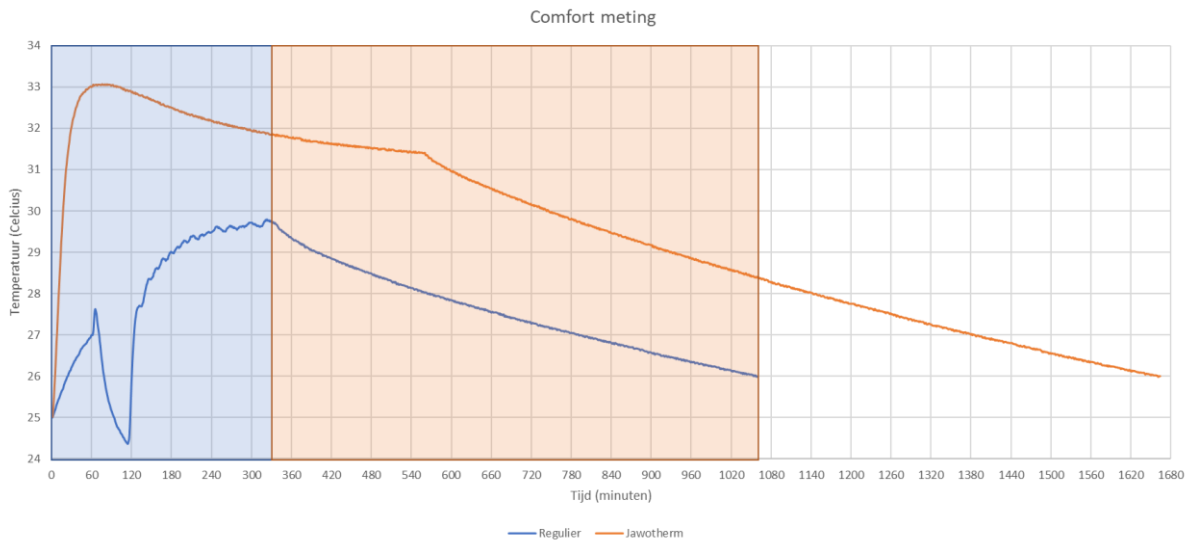


Figuur 4: Verdeling temperatuur Jawotherm

De bovenstaande afbeelding verdeelt de temperatuurcurve van de Jawotherm radiator in de onderdelen benoemd in de methode. Het blauwe gedeelte laat de opwarmtijd zijn, het groene gedeelte het vasthouden van de warmte en het oranje gedeelte het afkoelen. Er is gestopt met meten op het moment dat de temperatuur in de ruimte 26 graden was. De onderstaande tijden zijn door de Jawotherm behaald.

- Opwarmen: 62 minuten
- Vasthouden: 563 minuten
- Afkoelen: 1.665 minuten





Figuur 5: Verdeling temperatuur reguliere radiator

De bovenstaande afbeelding verdeelt de temperatuurcurve van de Jawotherm radiator in de onderdelen benoemd in de methode. Het blauwe gedeelte laat de opwarmtijd zijn, het groene gedeelte het vasthouden van de warmte en het oranje gedeelte het afkoelen. Er is gestopt met meten op het moment dat de temperatuur in de ruimte 26 graden was. De onderstaande tijden zijn door de reguliere radiator behaald,.

- Opwarmen: 335 minuten
- Vasthouden: 0 minuten
- Afkoelen: 1.060 minuten

Conclusie

De onderstaande tabel laat een samenvatting van de comforttest zien.

Tabel 1: Samenvatting comforttest

	Jawotherm	Regulier	Vershil
Opwarmen	62 minuten	335 minuten	273 minuten sneller
Vasthouden	501 minuten	0 minuten	501 minuten langer
Afkoelen	1.102 minuten	725 minuten	377 minuten langer

Op basis van de bovenstaande tabel kan geconcludeerd worden dat de Jawotherm sneller op temperatuur komt en deze temperatuur lange vasthoudt. Ook als de radiator uitgezet wordt.

Opvallend is dat de regulieren radiator op het moment van uitschakelen nog steeds bezig is met het verwarmen van de ruimte terwijl de Jawotherm tegen die tijd bezig is de ruimte op temperatuur te houden. Daarnaast is het opvallend dat de Jawotherm een veel langere afkoeltijd heeft en opzichte van de reguliere radiator. De Jawotherm heeft een afkoeltijd van $1.665 - 563 = 1.102$ minuten gehad en de reguliere radiator een afkoeltijd van $1.060 - 335 = 725$ minuten. De Jawotherm heeft de warmte dus 377 minuten langer vastgehouden, of te wel bijna 52% langer.





Max temperatuur

De maximale temperatuur van de Jawotherm was tijdens de testen hoger ten opzichte van de reguliere radiator (33 graden t.o.v. 30 graden). Zie ook figuur 3. Dit kan een verklaring zijn waardoor deze de temperatuur langer vasthoudt en langzamer afkoelt. Of dit het geval is kan bepaald worden door de tijd die nodig is om 1 graad of te koelen te vergelijken. De onderstaande tabel geeft de gemiddelde tijd weer in minuten die nodig is geweest om 1 graad of te koelen.

Tabel 2: Afkoeltijden

	Jawotherm	Regulier
Delta t (°C)	-5,35	-3,7
Afkoeltijd (min)	1.101	725
Tijd/graad (min)	206	196

De reguliere radiator koelt 1 graad per 196 minuten af, de Jawotherm 1 graad per 205 minuten. Dit is 5% langzamer. Echter, hoe hoger de temperatuur hoe hoger de transmissie (warmteverlies) hoe sneller de afkoeltijd. Om dit inzichtelijk te maken wordt de afkoeling vanaf een gelijke temperatuur vergeleken. De onderstaande tabel laat het resultaat van deze vergelijking zien.

Tabel 3: Gecorrigeerde afkoeltijden

	Jawotherm	Regulier
Delta t (°C)	-3,7	-3,7
Afkoeltijd (min)	867	725
Tijd/graad (min)	236	196

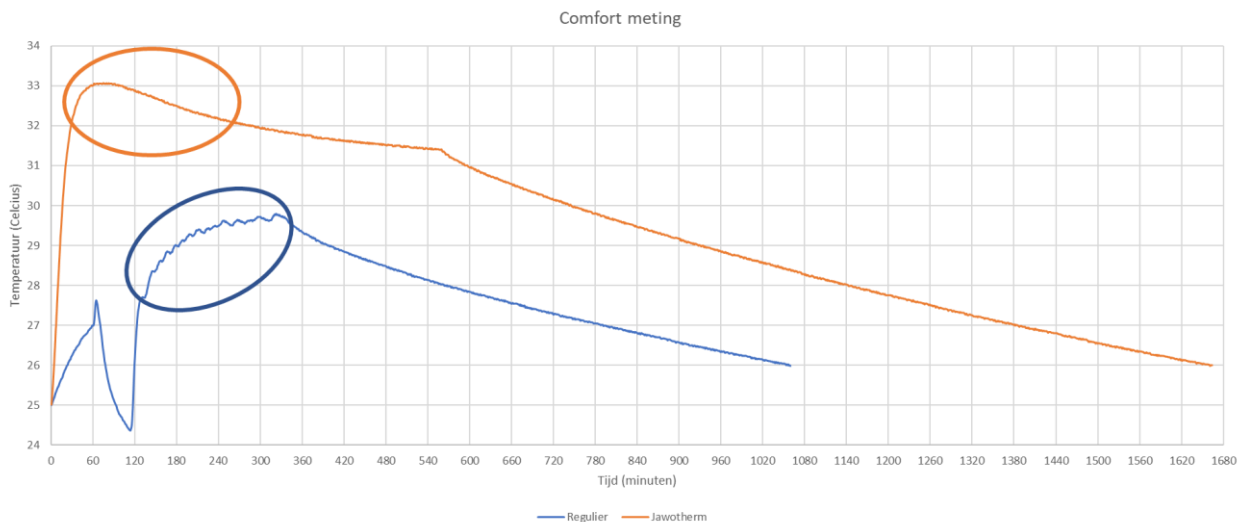
De reguliere radiator koelt nog 1 graad per 196 minuten af maar de Jawotherm koelt 1 graad per 236 minuten af (in plaats van 206). Dat is 20% langzamer.





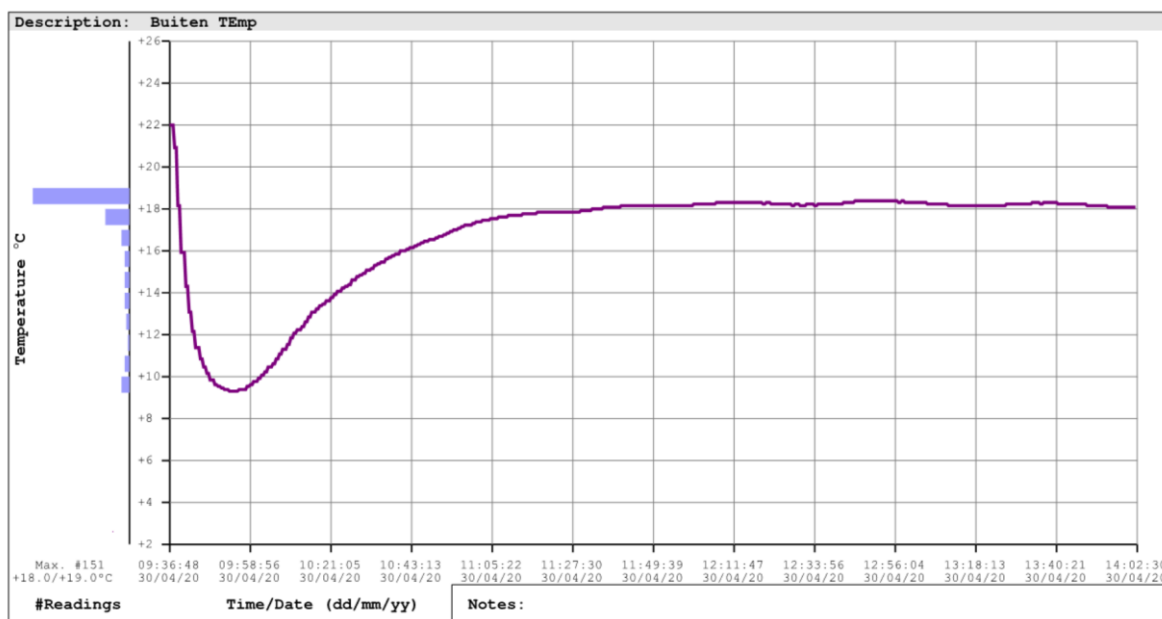
Temperatuur houden

Het gedrag gedurende verwarming is ook verschillend van elkaar. De curve van de Jawotherm is steil en regelmatig. De curve van de reguliere radiator is veel grilliger. De onderstaande afbeelding laat het verschil in gedrag zien.



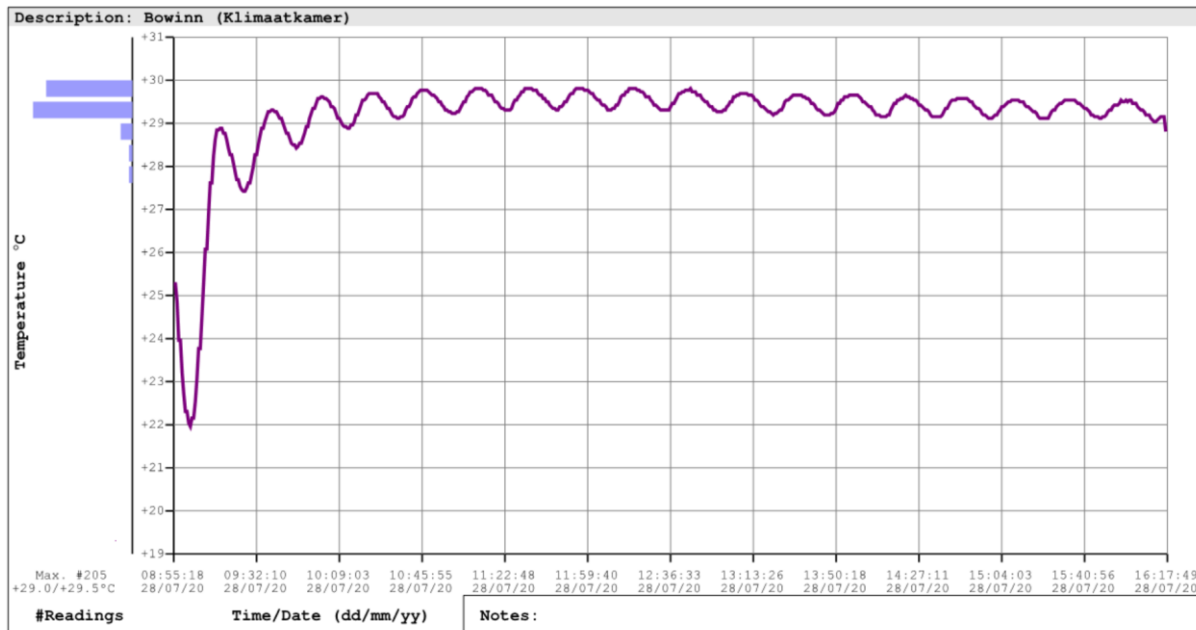
Figuur 6: Verschil in temperatuurgedrag

In figuur 6 is het gedrag van de Jawotherm te zien in de oranje cirkel. Het gedrag van de reguliere radiator staat in de blauwe cirkel. De curve van de Jawotherm is vlak en de curve van de reguliere radiator is grillig. Het verschil zoals hierboven weergegeven is ook in andere tests zichtbaar. Afbeelding 7 laat een temperatuurcurve van een Jawotherm zien en afbeelding 8 een temperatuurcurve van de reguliere radiator.



Figuur 7: Temperatuurcurve Jawotherm





This K1Ma with an accuracy of $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ from -40°C to $+80^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0.6^{\circ}\text{F}$ from -40°F to $+176^{\circ}\text{F}$) and an resolution of 0.01°C ($^{\circ}\text{F}$) has been calibrated in the calibration chamber of Askey Dataloggers. The reference equipment used is traceable to National Institute of Standards and Technology. Device: #1M940473

Figuur 8: Temperatuurcurve reguliere radiator

Ook hier laat de Jawotherm een vlakke curve zien. Dit duid op weinig aan/uit momenten. In Figuur 8 is de temperatuurcurve van een reguliere radiator te zien. Deze is grillig en gaat vaak 'op en neer'. Dit kan betekenen dat een gebruiker regelmatig temperatuurschommelingen en dit kan als niet comfortabel ervaren worden.

Samenvatting

De COP van de radiator is 98%. Zo goed als alle elektriciteit verbruikt wordt benut door warmte. De Jawotherm reageert sneller dan een reguliere radiator is houdt de temperatuur ook langer en constanter vast. Snelle en constante warmte worden vaak door gebruikers vaak als comfortabel beschouwd.