

# Je huis verwarmen met een warmtepomp

verslag van een zoektocht





# Inhoudsopgave

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Van het aardgas af: maar hoe dan?</b>                         | <b>5</b>  |
| <b>2. Je huis verduurzamen? Hoezo?</b>                              | <b>7</b>  |
| <b>3. Ons nieuwe huis</b>   | <b>9</b>  |
| - Eerst de vloerverwarming en de tegels                             | 11        |
| - Waar vind je betrouwbare, onafhankelijke informatie?              | 12        |
| - Zonnepanelen op een licht hellend plat dak: kan dat wel?          | 15        |
| - De warmtepomp   | 18        |
| - U jaagt de maatschappij op kosten!                                | 19        |
| <b>4. Onze ervaringen:<br/>je huis verwarmen met een warmtepomp</b> | <b>22</b> |
| - Wordt het wel warm met een warmtepomp?                            | 22        |
| - Stoken op lage temperatuur en vloerverwarming: trage systemen     | 23        |
| - De invloed van zon, bewolking, wind en vochtigheidsgraad          | 25        |
| - Is de isolatie wel voldoende?                                     | 26        |
| - Levert de vloerverwarming wel genoeg?                             | 28        |
| - Eindelijk: een echte stresstest!                                  | 30        |
| - Is dat nou duurzaam? Gaat de energierekening omlaag?              | 32        |
| - Wat kost dat wel niet? En kun je dat terug verdienen?             | 32        |
| - Kan het goedkoper, beter, anders?                                 | 34        |



## Van het aardgas af, maar hoe dan?

In deze bijdrage vertel ik hoe wij ons huis de afgelopen drie jaar gasloos hebben gemaakt met een warmtepomp. Welke problemen we tegenkwamen, wat voor oplossingen we kozen en waarom.

**Een warmtepomp is een complex apparaat. Geen ding dat je zo maar even laat neerzetten en dan stoken maar. Het hangt van veel factoren af of dat goed gaat. De belangrijkste zijn, naast het juiste vermogen van de warmtepomp, eigenschappen van de omgeving waarin het apparaat functioneert: het soort woning (type, oppervlakte), het niveau en de staat van de isolatie en kenmerken en capaciteit van het afgiftesysteem (radiatoren, vloerverwarming).**

Voordat je als eigenaar-bewoner aan zo'n traject begint, moet je dus best al veel weten over je huis, veelal technische informatie. Maar je moet ook weten wat voor apparaten en bijbehorende zaken je in huis haalt. Wij zijn geen techneuten. Maar als je je niet blindelings wil uitleveren aan het installatiegilde, dan ontkom je er niet aan om je in de materie te verdiepen. Vloerverwarming, vloerbedekking, warmteweerstanden, isolatieniveaus, beglazing, meterkasten, warmtepompen en ga zo maar door, overal moet je je neus in steken. En op zoek gaan naar betrouwbare informatie.

Dagelijks hoor en lees je 'dat we van het gas af moeten'. Voor 2030 moet dat voor 1,5 miljoen woningen gerealiseerd zijn. Dat zijn niet alleen maar woningen van woningcorporaties. Die beschikken over de expertise om dit aan te pakken of hebben de middelen om die in te huren. En dan nog blijkt vaak hoe moeilijk het is. Maar bijna 60 procent van de woningvoorraad in Nederland bestaat uit koopwoningen. Als eigenaar-bewoner miste ik vooral een instantie waar je betrouwbaar, deskundig, niet-commercieel gedreven advies kunt inwinnen tegen een acceptabele prijs. Idealiter: experts die je woning aan een gedegen, samenhangend onderzoek onderwerpen om vast te stellen welke maatregelen je het beste kunt nemen om je woning te verduurzamen en, indien mogelijk, 'gasloos' te worden. En wat voor prijskaartje daar aan hangt.

Veel websites die - al dan niet commercieel - adviseren over verduurzaming, werken met kengetallen: bouwjaar, soort woning, aantal vierkante meters, gas- en elektraverbruik, etc. en geven op basis daarvan advies welke maatregelen je kunt nemen. Vaak ook nog met een kostenindicatie. Goedbedoeld of niet, je hebt er niks aan. De adviezen zijn te algemeen, de kostenindicaties bijna altijd te optimistisch. Je kunt natuurlijk ook een projectleider in de arm nemen, die het traject voor jou van A tot Z regelt, die expertise aantrekt om te onderzoeken wat je aan de woning het beste kunt doen om deze geschikt te maken voor een warmtepomp en stoken op lage temperatuur. Maar dan ben je waarschijnlijk al door een flink deel van je budget heen, voordat je één stap verder bent.

Onze aanpak voor het verduurzamen van ons huis is niet perse de manier om de energietransitie van de gebouwde omgeving nu eens een flinke zet in de goede richting te geven. Wij vonden het een spannende en leerzame onderneming. En we zijn best tevreden over het resultaat. Misschien kunnen we anderen met de opgedane ervaringen een handje helpen met wat do's en don'ts. Daarvoor hebben we ons aangesloten bij de Duurzame Huizenroute [<https://duurzamehuizenroute.nl/>]. Maar voor veel mensen zal de verwarming van het huis net zoiets zijn als de aanschaf van een auto of TV. Je laat het ding bezorgen en aansluiten. Misschien moet je zelf de gebruikershandleiding een keer lezen en nog wat instellen, maar dan moet het gewoon werken. En zo hoort het ook. Niet iedereen gaat een paar jaar met vallen en opstaan proberen om een goed werkend verwarmingssysteem te krijgen, ook niet omdat het duurzaam is. Bovendien: als ik om me heen kijk zie ik weliswaar genoeg mensen die de kosten prima kunnen opbrengen, kwestie van prioriteiten, maar voor veel bewoners zijn investeringen van tienduizenden euro financieel onhaalbaar. Voor die bewoners moet er geld bij, heel veel geld.

## Je huis verduurzamen? Hoezo?

De winter is altijd mijn favoriete seizoen geweest. Sneeuw, ijs, diepvriestemperaturen, het kan me niet bar genoeg zijn. In de 80-er jaren lees ik voor het eerst over het 'versterkte broeikas-effect'. Door de toename van broeikasgassen in de atmosfeer zal de temperatuur in de 21e eeuw langzaam gaan stijgen. Strengere winters, een Elfstedentocht; in de loop van de volgende eeuw zal het allemaal wat minder worden. Geen leuk nieuws voor iemand die stiekem hoopt op het begin van een nieuwe ijstijd! Maar zorgen over de gevolgen van de opwarming gaan verder dan spijt over de



*De winter van 1979*

teloorgang van winterplezier. De lange termijn-effecten kunnen rampzalig uitpakken: overstroming van lager gelegen gebieden door zeespiegelstijging, verdroging en verwoestijning van andere streken. In de loop van de jaren 90 en daarna blijkt dat de opwarming sneller gaat dan klimatologen eerder dachten. In een tijdsbestek van enkele decennia is de winter vrijwel uit onze streken verdwenen. Hittegolven en langdurige droogte zorgen elders voor onbeheersbare bosbranden. Waarschuwingen worden in de loop van de tijd dringender, afspraken in klimaatverdragen ambitieuzer. Ondertussen groeit de kloof tussen ambitie en werkelijkheid.

Regeringen, links of rechts, bewijzen lippendienst aan het klimaatprobleem, maar 'de economie moet groeien'. Ze zijn bang om bedrijven weg te jagen en de boze burger tegen de haren in te strijken. De markt moet het maar regelen, en we moeten er wel wat aan kunnen verdienen. Want daarvoor zijn we toch op deze wereld. Hoewel het lijkt dat veel van onze bestuurders inmiddels de ernst en urgentie van het probleem inzien, komen ze nog steeds nauwelijks in beweging. Sommige politici pleiten zelfs voor een 'klimaatpauze': 'We hebben al zoveel gedaan'. En dat terwijl de doelstellingen van het Klimaatakkoord van Parijs steeds verder uit beeld raken. Ik krijg de pest in. En word ongeduldig. Dit schiet allemaal niet op. Blijven we op onze handen zitten tot het spaak loopt?

In september 2017 tekenen wij het voorlopig koopcontract voor onze huidige woning in Almere. De verhuizing is voor ons aanleiding om zelf aan de slag te gaan. Niet dat we het idee hebben dat zulke kleinschalig initiatieven het klimaatprobleem kunnen oplossen. Maar niets doen en wachten op onze overheid is wat ons betreft geen optie meer.



# Ons nieuwe huis


Een tussenwoning van 120 m<sup>2</sup> verduurzamen is andere koek dan een vrijstaande woning van 200 m<sup>2</sup>, die aan alle kanten aan de elementen is blootgesteld. Ons huis valt in de laatste categorie: vrijstaand, circa 175 m<sup>2</sup> oppervlak, waarvan 130 m<sup>2</sup> op de begane grond. Daarboven een verdieping van 45 m<sup>2</sup> en een vliering. Behalve het type woning speelt ook het bouwjaar bij verduurzaming een grote rol. In de loop der jaren zijn de eisen in het [Bouwbesluit](#) ten aanzien van de energiezuinigheid van nieuwbouw en renovatie steeds verder aangescherpt, zoals onderstaande tabel laat zien:

| Ingangsdatum | Energieprestatiecoëfficiënt (EPC)    |
|--------------|--------------------------------------|
| 1-1-1996     | 1,4                                  |
| 1-1-1998     | 1,2                                  |
| 1-1-2000     | 1,0                                  |
| 1-1-2006     | 0,8                                  |
| 1-1-2011     | 0,6                                  |
| 1-1-2015     | 0,4                                  |
| 0-0-2021     | BENG - Bijna Energie Neutraal Gebouw |

De EPC is een maatstaf voor de energiezuinigheid van een gebouw: hoe lager hoe beter. Ons huis is opgeleverd in 1999 en zal waarschijnlijk volgens de norm van 1996 gebouwd zijn: EPC waarde 1,4. De tabel hieronder geeft een indicatie van het te verwachten warmteverlies (in Watt) per m<sup>2</sup> gebruiksoppervlak, gegeven het voor die bouwperiode geldende isolatieniveau. Omdat de isolatie van woningen in de loop der jaren sterk verbeterde, geldt in het algemeen: hoe 'jonger' de woning, des te minder warmteverlies. Het warmteverlies is tegelijk een indicatie hoeveel energie nodig is om je woning warm te krijgen en te houden.

Het bestek van ons huis meldt dat de Rc-waarde van de schil (vloeren, buitenmuren en dak) overal 2,5 bedraagt. De Rc-waarde is de warmteweerstand van een constructie (vloer, muur, dak,). Hier geldt: hoe hoger de Rc-waarde hoe beter. Sinds 2015 gelden als minimumwaarden 3,5 resp. 4,5 en 6.

Behalve de Rc-waarde zijn ook luchtdichtheid en ventilatieverliezen van invloed op het energiegebruik. Onze woning heeft een mechanisch ventilatiesysteem met natuurlijke toevoer via gevelroosters. Daardoor vallen we in het hoogste 'tarief' voor een huis uit bouwperiode 1990-99: 80 Watt per m<sup>2</sup>. En daar komt dan nog een 'straf toeslag' van +4 bij voor een vrijstaand huis.

|  |              | 1995-1974           | 1975-1980           | 1981-1989           | 1990-1999           | 2000-2010                      | 2011-2015                            | 2016-2017                            | 2018-2019                            | 2020 -                      |
|---|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
|   |              | W/m <sup>2</sup> GO | W/m <sup>2</sup> GO | W/m <sup>2</sup> GO | W/m <sup>2</sup> GO | EPC 0,8<br>W/m <sup>2</sup> GO | EPC 0,6 - Rc5<br>W/m <sup>2</sup> GO | EPC 0,4 - Rc6<br>W/m <sup>2</sup> GO | EPC 0,2 - Rc7<br>W/m <sup>2</sup> GO | BENG<br>W/m <sup>2</sup> GO |
| Ventilatie  | mechanisch   | 100                 | 90                  | 85                  | 80                  | 70                             | 50                                   | 45                                   | 40                                   | 35                          |
|   | CO2 gestuurd | x                   | 85                  | 80                  | 75                  | 65                             | 45                                   | 40                                   | 35                                   | 30                          |
|   | wtw          | x                   | 80                  | 75                  | 70                  | 60                             | 40                                   | 35                                   | 30                                   | 25                          |
| aanpassing  | tussenwoning | -10                 | -8                  | -7                  | -6                  | -6                             | -5                                   | -4                                   | -4                                   | -2                          |
| kengetal  | vrijstaand   | +10                 | +6                  | +5                  | +4                  | +4                             | +4                                   | +3                                   | +2                                   | +1                          |

bron: [www.warmtepomp-weetjes.nl](http://www.warmtepomp-weetjes.nl)

De woonkamer met open keuken meet 83 m<sup>2</sup> en heeft een hoog plafond, grotendeels meer dan drie meter tot maximaal 3,60 mtr. (gangbaar is 2,45-2,60 mtr.). Dat zijn heel wat kubieke meters om te verwarmen! Verder is bijna de hele zuidwestgevel in de woonkamer uitgevoerd in glas, ongeveer 35 m<sup>2</sup>. Vier grote ramen lopen door tot op de vloer. Al dat glas is prettig voor het uitzicht en als in de winter de zon schijnt. Want dan hoef je niet heel hard te stoken. Maar zodra de zon onder gaat of als het bewolkt en winderig is, merk je dat houten kozijnen en HR-glas niet kunnen tippen aan een geïsoleerde spouwmuur. En dan hebben we in de serre ook nog een 4-delige harmonicadeur die van vloer tot plafond loopt. Die kan heel ver open. Heerlijk in de zomer, de tuin wordt een deel van je woonkamer. Maar met veel wind en kou vormen al die scharnierende delen en een belabberde aansluiting op vloer en plafond een niet te dichten warmtelek van bijna 9 m<sup>2</sup>. Allemaal eigenschappen die het niet makkelijker maken. Maar daar komen we pas in de loop van de tijd achter.



*Dit is niet een woning met een puntdak, maar de plattegrond van de benedenverdieping!*

## Erst de vloerverwarming en de tegels.

Het plan om ons nieuwe huis helemaal zonder gas te verwarmen komt pas op in de loop van de maanden tot aan de verhuizing eind maart 2018. Als je van het gas af wil en bijvoorbeeld op een warmtepomp wil overstappen, zo lees je overal, begin dan met de isolatie van je huis op orde te brengen. De isolatie van vloer, muur en dak verbeteren en hoogrendementsglas laten plaatsen. Een duidelijk verhaal voor een huis uit de 70-er jaren of ouder. Want isolatie, daar deden ze in die tijd niet aan.

Maar hoe zit het met een huis van eind jaren negentig waar al flink wat aan isolatie is gedaan? Zou dat genoeg zijn? We wonen er nog niet eens, dus hoe kunnen we überhaupt weten of het huis makkelijk te verwarmen is?

Voordat we ons hier in kunnen verdiepen moeten we in de loop van oktober 2017 al snel een aantal beslissingen nemen. Een deel van de parketvloer in de woonkamer is versleten. Die moet vervangen worden voordat de verhuizer onze spullen komt brengen. In de woonkamer willen we vloerverwarming, en zo min mogelijk of liever helemaal geen radiatoren. Wat we al wel hebben opgepikt is dat vloerverwarming goed samengaat met een warmtepomp en die mogelijkheid willen we open houden. Wat voor vloerbedekking past daar het beste bij? Liefst hebben wij een houten vloer. Maar op vloerverwarming lijkt dat niet zo verstandig. Het kan wel, maar het is niet optimaal. Steen geleidt de warmte nu eenmaal beter dan hout. Met hout moet je op een nog lagere temperatuur stoken dan sowieso bij vloerverwarming al het geval is. De vochtigheidsgraad luistert bij een houten vloer bovendien erg nauw.

Dat lijkt ons bij elkaar teveel van het goede. Om toch in de buurt van onze voorkeur te komen gaan we voor keramische houtlook tegels.

De vloerverwarming zal in de dekvloer worden ingefreesd. Later, als we er eenmaal wonen besluiten we om ook in de (open) keuken en hal de houten vloer te vervangen en vloerverwarming en tegels te laten leggen. Maar dat gebeurt pas in oktober 2018.



*De ingefreesde vloerverwarming*

### **Waar vind je betrouwbare, onafhankelijke informatie?**

Is een huis met bouwjaar 1999 voldoende geïsoleerd om all-electric te gaan? Geen gas meer, maar de hele verwarming met een elektrische warmtepomp? Met een gasgestookte CV-ketel pomp je water van 70 of meer graden door de radiatoren. Vloerverwarming werkt op lagere temperatuur, maximaal 50 graden aanvoer. Met een warmtepomp stoken betekent nog lagere temperaturen, 35 tot maximaal 45 graden. Wordt het huis dan nog wel warm genoeg? Of moeten we voor een hybride oplossing gaan waar de CV-ketel bijspringt als het buiten echt koud wordt? Maar dan blijven we nog steeds gas gebruiken, vastrecht betalen. Liever willen we toch helemaal van het gas af.

Via de gemeente Almere komen we in contact met Martin Wiegertjes. Hij heeft net zijn huis gasloos gemaakt. Op zijn dak liggen thermische zonnepanelen. Die leveren niet alleen stroom, maar verwarmen ook een koudemiddel dat door buizen onder de panelen stroomt en dat vervolgens als bron dient voor

een water-water warmtepomp. Ik heb er nog nooit van gehoord. Het voordeel lijkt evident: er is geen lawaaige buitenunit nodig, zoals bij een lucht-water warmtepomp. We gaan op bezoek bij zijn installateur. Hij geeft ons twee uur enthousiast 'gratis college' over zijn systeem. En of en hoe dat dan in ons huis zou kunnen worden gerealiseerd. Uit zijn verhaal begrijp ik dat het systeem nog wel volop in ontwikkeling is. Hij zal ons een mogelijke opstelling voor onze woning sturen. Maar dat doet hij vervolgens niet. En inmiddels twijfelen we zelf ook wel. Is het verstandig om een systeem dat nog niet is uitontwikkeld in te zetten? Kunnen we niet beter voor 'bewezen technologie' gaan?

Er is geen instantie of bureau die ons een samenhangend en deskundig inzicht kan verschaffen over onze mogelijkheden, hoe we de verduurzaming van ons huis het best kunnen aanpakken, welke do's en dont's we in de gaten moeten houden. Ik lees me suf op internet: MilieuCentraal, Warmtepompweetjes (een heel informatieve site). Welke soorten warmtepompen zijn er op de markt, wat zijn de verschillen? Wat betekent stoken op lage temperatuur voor het afgiftesysteem, voor het isolatieniveau? Tot welke temperatuur kan een warmtepomp z'n werk doen zonder elektrische bijverwarming? En niet te vergeten: hoe zit het met de geluidsproductie van een eventuele buitenunit van een lucht-water warmtepomp? Dat laatste is wel essentieel, want al snel komen we tot het inzicht dat een bodemwarmtepomp geen optie is (vanwege de hoge kosten van een boring, maar ook de vergunning is een probleem).



*De serre met harmonicadeur*

In januari 2018 bezoek ik de [VSK-beurs](#), het Walhalla voor techneuten en installateurs (wat ik allebei niet ben). Ik bezoek de stands van een aantal leveranciers van warmtepompen. Ik heb inmiddels al, door wat ik gelezen heb, een positieve grondhouding over de NIBE lucht-water warmtepomp. In Zweden weten ze wat een strenge winter is (daar nog wel), ze maken al heel lang warmtepompen en die gelden als heel stil. Maar hoe zit het met het prijskaartje? Een potentiële leverancier zal later opmerken dat NIBE 'de Mercedes onder de warmtepompen' is. Dat blijkt ook wel uit de offerte! Veel meer dan waar we aanvankelijk van uit gingen. En ook veel meer dan wat je op verschillende sites aan bedragen tegen komt. Niettemin zijn geluid en degelijkheid wat ons betreft doorslaggevend. Op de beurs kijk ik ook nog naar apparatuur met thermische zonnepanelen. Het ziet er gelikt uit, maar het overtuigt me toch niet. Het is nog duurder dan de lucht-water warmtepomp en er is ook heel veel oppervlakte aan zonnepanelen voor nodig.

Half maart maken we een afspraak met een vertegenwoordiger van NIBE en een lokale installateur om een paar warmtepompinstallaties te bekijken en vooral om te horen hoe het met eventuele geluidsoverlast zit. De zon schijnt, het is zacht, niet direct weer om de verwarming eens flink op te stoken. De warmtepomp doet dan ook niks. Maar als hij aan gaat op half vermogen horen we ook op een paar meter afstand nog steeds heel weinig. Geen lawaai waarbij je moet vrezen dat schuimbekkende burens de warmtepomp tot schroot komen verwerken.

Eind februari 2018 krijgen we eindelijk de sleutel van ons nieuwe huis. Het werk kan beginnen! Eerst moeten de aanvoerleidingen naar de vloerverwarmingsverdelers opnieuw worden aangelegd. Die komen nu op de verkeerde plek bij de bestaande radiatoren uit: voor de ramen en daar wil je geen verdelers. En als ze toch vervangen moeten worden dan ook maar leidingen met een grotere diameter. Want als je op lage temperatuur stookt is meer doorstroming gewenst. Dat heb ik opgepikt op Warmtepompweetjes. Daar heb ik ook gelezen dat je bij vloerverwarming in combinatie met een warmtepomp beter kan kiezen voor verdelers zonder circulatiepomp, zogenaamde lagetemperatuurverdelers.

Niemand die je daar op attendeert of die in het offertetraject vraagt hoe je je woning gaat verwarmen. De installatiebranche in Nederland is nog niet ingespeeld op warmtepompen en lagetemperatuurverwarming. Maar ik ben nog net op tijd om de installateur van de vloerverwarming te tippen. De radiatoren in de woonkamer gaan er uit. De vloerverwarming wordt gefreesd en dan wordt de vloer van de woonkamer betegeld. Dat gaat allemaal zonder problemen.

## **Zonnepanelen op een licht hellend plat dak, kan dat wel?**

Een warmtepomp gebruikt geen gas, maar daar staat tegenover dat het elektriciteitsverbruik flink toeneemt. De stroomopbrengst van zonnepanelen moet dat zoveel mogelijk, liefst helemaal, afdekken. En uiteindelijk ook zorgen voor een zeer lage energierekening. Dus de twijfels over de haalbaarheid van ons plan slaan toe als de eerste aanbieder van zonnepanelen meteen afhaakt: 'Wij mogen niet leggen op een hellend plat dak'. De helling is weliswaar gering (tussen vijf en zes graden), maar dat is blijkbaar al teveel. Ook een andere aanbieder geeft om dezelfde reden niet thuis. Wat mankeert er aan ons dak? Het was me al opgevallen dat geen van mijn burens aan onze kant van de straat zonnepanelen heeft. Aan de overkant, allemaal woningen met een zadeldak, zijn er genoeg. Een deel van ons dak helt maar drie graden, daar zou het eventueel wel kunnen. Maar daar passen hoogstens acht panelen op, bij lange na niet genoeg om straks ons hogere elektriciteitsverbruik te compenseren. Een volgende leverancier stelt voor om de panelen plat te leggen en met voetjes aan de dakbedekking te plakken. Daar zijn we niet enthousiast over: het dak helt licht af naar het noordwesten, met plat liggende panelen is de opbrengst matig en plakken is heel definitief.

De dakdekker, die naar een lekkage komt kijken, tipt ons dat aan het begin van de straat een bewoner van eenzelfde huis recentelijk panelen heeft laten leggen. Ik ga er langs en we sluiten ons aan bij het 'straatinitiatief'. Er komen 23 zonnepanelen van 335 wattpiek. Geschatte jaaropbrengst circa 6800 Kilowatt. Genoeg om een flink deel van het elektriciteitsverbruik af te dekken. Ik ben ook nog eigenwijs, want ik wil de vijftien panelen op het bovenste dak in oost-west (om precies te zijn ONO-WZW) opstelling hebben. Er passen dan enkele panelen meer op en je hebt de hele dag wat gelijkmatiger opbrengst. Goed voor het eigen verbruik, denk ik. Wel ligt het piekvermogen van het hele systeem daardoor iets lager. Nu, na twee zonzjaren, denk ik dat we ze toch beter allemaal

ZZO hadden kunnen leggen. Ik kan van elk paneel de totaalopbrengst zien. Het blijkt dat de oost-west opstelling, en dan voornamelijk de zeven ONO-panels, in vergelijking met de ZZO-georiënteerde panelen op het benedendak duidelijk minder presteren. Ik schat dat het op jaarbasis al gauw 200-300 kilowatt minder opbrengst geeft over het hele systeem. We liggen er niet wakker van. In 2020, een uitzonderlijk zonnig jaar, dat wel, oogsten we ruim zeven Megawatt, met in mei een absolute recordopbrengst van 1240 Kilowatt.



Totale productie okt.  
2018-12 april 2021

|                         |                        |                         |   |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|---|
| 741.62<br>kWh<br>1.1.19 | Schoorsteen<br>●       | 802.06<br>kWh<br>1.1.4  | 8 panelen op voordak<br>orientatie ZZO<br>helling aflopend 2-3 graden |
| 775.52<br>kWh<br>1.1.17 | 693.15<br>kWh<br>1.1.1 | 759.42<br>kWh<br>1.1.13 |   |
| 677.09<br>kWh<br>1.1.22 | 677.89<br>kWh<br>1.1.3 | 682.98<br>kWh<br>1.1.2  |   |

|                         |                         |                         |                         |  |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| 618<br>kWh<br>1.1.6     | 718.42<br>kWh<br>1.1.8  | 628.19<br>kWh<br>1.1.20 | 716.02<br>kWh<br>1.1.16 | 15 panelen op achterdak<br>orientatie ONO (7x)-<br>WZW (8x)<br>helling aflopend 5-6 graden |
| 620.23<br>kWh<br>1.1.21 | 737.93<br>kWh<br>1.1.23 | 624.38<br>kWh<br>1.1.10 | 712.5<br>kWh<br>1.1.14  |  |
| 602.74<br>kWh<br>1.1.5  | 725.7<br>kWh<br>1.1.7   | 613.23<br>kWh<br>1.1.15 | 724.85<br>kWh<br>1.1.9  |  |
| 678.39<br>kWh<br>1.1.11 | 584.06<br>kWh<br>1.1.12 | 686.42<br>kWh<br>1.1.18 |                         |  |

### *Totaalopbrengst PV-installatie*

De zomer is lang en zeer heet, wekenlang is het op het dak te heet om zonnepanelen te plaatsen. Blijkbaar loopt het bedrijf grote achterstand op, want de definitieve offerte heb ik in mei ondertekend, maar pas eind oktober 2018 worden de panelen geplaatst. Het gaat ook dan niet van een leien dakje. De



werkers komen anderhalf uur te laat. Dan blijken ze niet te weten dat er geen kraan de tuin in kan rijden, dus moeten alle spullen, ook de ballast, via een ladder naar boven worden gesjouwd. Dat geeft gemopper en vertraging. En er wacht nog een andere klant die ook vandaag aan de beurt is. Als ze vroeg in de middag hals over kop vertrekken naar het volgende adres, constateer ik dat de extra ballast waar ik om heb gevraagd en die ik uitdrukkelijk in de offerte heb laten opnemen niet is gelegd. Ik vind het sowieso griezelig weinig. Onder één oost-west paar ligt zelfs helemaal niks. Het lijkt een lege fabriekshal daaronder. Eén stormvlaag, vliegt het 'dak' er dan niet af....?

Ik stuur een mailtje met foto's en gegevens aan Esdec, leverancier van het montagesysteem, met de vraag of constructie en ballast naar hun idee voldoende zijn. Zowel op constructie als op ballast hebben zij de nodige aanmerkingen. Dat communiceer ik aan de dame van de zonnepanelen. Na lang drammen van mijn kant staan de heren eindelijk half januari onaangekondigd voor de deur. Ze vegen de net gevallen sneeuw netjes van de panelen, leggen onder verschillende panelen extra ballast en vertrekken met de mededeling dat ze de ontbrekende constructie-onderdelen niet bij zich hebben, maar dat ze daarvoor dezelfde week nog langs komen. Die week duurt erg lang, tot op de dag van vandaag. Er gebeurt niks meer. Op mijn aandringen krijg ik steevast de mededeling dat hun rekenmodule aangeeft dat het in orde is. Als ik een paar maanden later nog eens op de kwestie wil terug komen blijkt dat het bedrijf failliet is. Sneu voor de mensen, maar ook voor mij. Ik parkeer het maar op mijn lijstje voor later.



***15 oost-west georiënteerde zonnepanelen op het 'grote dak' en een 'lege fabriekshal' onder twee panelen***

## De warmtepomp

Wat de verwarming betreft zijn we er wel uit: we gaan voor een all-electric oplossing met een lucht-water warmtepomp. Mocht in het gebruik blijken dat de isolatie niet voldoende is, kunnen we daarna altijd nog bijspijkeren is het idee. Ik vraag een paar installateurs om een offerte en natuurlijk ook of ze met mijn voorkeur, een all-electric warmtepomp NIBE F2120 en sturingsunit VVM320 met 180 liter boiler, instemmen of dat ze een andere oplossing aanraden. Het valt me op dat twee van de drie uitgebreid gegevens van de woning opnemen (oppervlakte, inhoud, staat van de isolatie, e.d.) en dat een derde dat nauwelijks doet. Toch belangrijk voor de bepaling van het vereiste vermogen, lijkt me.



*Buitenunit van de warmtepomp, daarnaast de omvormer van de zonnepanelen*

Die 'derde' installateur komt uit op een lager vermogen warmtepomp dan de andere twee (twaalf in plaats van zestien kilowatt). Ik heb van die twee een goede indruk, qua prijs ontlopen ze elkaar niet veel. Er zijn wat verschillen, o.a. in de afvoer van het condenswater van de buitenunit. Achter beide offertes prijkt een fors prijskaartje, daar schrikken we wel van. De derde installateur, van de 12 kilowatt, komt wat goedkoper uit (ook een gevolg van een iets kleinere buitenunit). Van één aanbieder krijg ik nog een offerte voor een ander merk, dat scheelt circa 2000 euro. Maar de lawaaiproductie is volgens opgave van de fabrikant ook tien tot 15 decibel hoger. Dat is veel. Dat gaan we dan toch maar niet doen.

Eind mei tekenen we de offerte. Eerst moet nu de meterkast verbouwd. Dat gebeurt pas eind augustus. Medio september volgt de aanleg van de nieuwe verwarmingsinstallatie. Twee monteurs zijn twee dagen bezig met boren, leidingen aanleggen, de oude cv-installatie eruit slopen en apparatuur plaatsen. Halverwege de tweede dag melden ze dat de warmtepomp is ingeschakeld en bezig is warm tapwater te maken. De volgende ochtend douchen wij met warm water uit de boiler. De vloerverwarming gaat voorzichtig aan, stapje voor stapje hoger, vanwege de gewenningsperiode.

**Het werkt! De belangrijkste stap is gezet!**

## **U jaagt de maatschappij op kosten!**

Half oktober 2018 wordt het laatste stuk vloerverwarming, in keuken en hal gelegd en de vloer betegeld. Het betekent wel dat we de komende weken daar niet kunnen stoken. Een elektrisch kacheltje moet uitkomst bieden. Maar er moeten nog wel een paar dingen gebeuren om helemaal van het gas af te geraken. Eind oktober worden de gaspitten, die in het composiet keukenblad zijn verwerkt, uitgezaagd. Pijnlijk, want er mankeert niks aan. Maar die stap is nodig om van het gas en daarmee ook van het vastrecht af te komen. Het koken op gas zou anders een dure aangelegenheid worden: meer dan 250 euro, voornamelijk vastrecht, voor enige tientallen kubieke meters gas! Er uit dus! En met elektrisch koken heb je ook geen ongezonde verbrandingsgassen meer. Het uitzagen is een gewelddadig gebeuren, dat gepaard gaat met veel stof en lawaai. In het gat past nog net de grootste maat inductieplaat.



***De keuken met oude en nieuwe kooktoestel***

Met de vervanging van de gaspitten door een inductie kookplaat is het laatste gas verbruikende apparaat de deur uit. Tijd om onze energieleverancier te bellen!

We zijn gewaarschuwd. Uit betrouwbare bron heb ik al gehoord: als je helemaal van het gas af bent, vraag de netbeheerder dan niet de meter weg te halen. Want dan ga je betalen. Bijna 800 euro.

Wacht rustig af, dan komen ze vanzelf en doen ze het gratis. Maar dat valt tegen. Eind november 2018 meld ik netbeheerder Liander schriftelijk dat we geen gas meer gebruiken en dat ik de 'aansluit- en transportovereenkomst voor de levering van gas' (ATO) opzeg. Ze kunnen hun spullen komen ophalen, maar ik geef daar geen opdracht voor en ga er (dus) ook niet voor betalen.

Ik heb mij inmiddels aangemeld bij het forum voor '[gasverlaters](#)'. Een paar honderd mensen, die met hetzelfde bijtje hakken, hebben zich aaneengesloten om de netbeheerders weerwoord te bieden. Volgens de experts op dit forum is er geen juridische grond voor het in rekening brengen van verwijderingskosten, in elk geval niet zolang je geen opdracht geeft. Er zijn voorbeeldbrieven voor de netbeheerders, waar ik dankbaar gebruik van maak. In de loop van de twee jaar daarna volgt, soms met maanden tussenpozen, een stroom brieven, mails en in het begin ook telefoontjes. Soms met het misplaatste verzoek om direct een contract voor gaslevering af te sluiten, anders komen ze me afsluiten. Vaker met de boodschap: u moet naar mijnaansluiting.nl gaan en daar opdracht geven voor verwijdering van de aansluiting. Maar ik moet helemaal niks. Uiteindelijk met dreigementen. Ze sturen binnenkort de aannemer om het werk uit te voeren en ik ben wettelijk verplicht om te betalen, ook al heb ik geen opdracht gegeven. Op het laatst beschuldigen ze mij van diefstal: ik heb een actieve gasaansluiting zonder leveringscontract. Dus ik gebruik gas zonder ervoor te betalen! Ik stuur ze de meterstanden die al twee jaar hetzelfde zijn. Ik schrik daar niet van en er gebeurt nog steeds niks. Waar ik wel van schrik: ze willen niet alleen de meter weghalen, maar ook de gasleiding uitgraven. Die loopt 12 meter door mijn tuin, onder de warmtepomp, sierbestrating, struiken en de schuur door naar de straat. Er zijn, volgens KIWA en de Geschillencommissie Energie, veilige en simpeler alternatieven, maar daar wil de netbeheerder niet aan. En dan nog: De Gasunie heeft uitgezocht dat het aardgasnet geschikt is voor toekomstig transport van waterstofgas, ook naar woningen. Als ik de Gasunie vraag waarom die aardgasleidingen dan uit de grond worden getrokken, dan

gaan ze daar niet over. Moet ik bij Liander zijn. Maar die reageren niet op dit soort vragen.

Intussen antwoordt minister Wiebes op Kamervragen dat wie geen gas meer gebruikt kosten veroorzaakt. En wie kosten veroorzaakt moet betalen. En ik maar denken dat doorgaan met fossiele energie de maatschappij op kosten jaagt. Uiteindelijk stappen een paar netbeheerders dan toch naar de rechter. Maar ze krijgen ongelijk: zonder opdracht van de afnemer is er geen grond voor het in rekening brengen van kosten. Het is ontluisterend en treurig stemmend dat bedrijven - de netbeheerders - die eigendom zijn van de overheid en een wettelijke taak uitvoeren zich inlaten met misleidende informatie en intimidatie naar hun klanten. Het lijkt of ze geen idee hebben wat ze aan moeten met mensen die zelf aan de slag gaan met maatregelen die de overheid eigenlijk al heel lang geleden had moeten nemen.

Na de rechterlijke uitspraak besluit minister Wiebes alsnog dat het afsluiten voor de gasverlaters voorlopig gratis is, in afwachting van nieuwe wetgeving. De netbeheerders mogen de kosten in het vaste tarief verwerken. Goed nieuws dus. Maar gratis of niet: we laten onze tuin niet vernielen, ook niet als ze het voor niks doen.

## De ervaringen: je huis verwarmen met een warmtepomp

Inmiddels zijn we al meer dan twee jaar van het gas af en bezig aan onze derde winter. Nou ja, het is maar wat je winter noemt. De capaciteit van de warmtepomp is berekend op een buitentemperatuur van -10 graden. De warmtepomp kan blijven functioneren tot -25. Wordt er niet genoeg vermogen geleverd, dan kan eventueel het elektrische element bijspringen. Maar alleen in januari 2019 was het een paar dagen vrij koud, overdag vorst en 's nachts een graad of zeven onder nul. Een echte test hebben we tot begin februari van dit jaar (2021) niet gehad.

Voordat het zover is lopen we nog wel tegen een paar startproblemen aan. In de eerste twee maanden na ingebruikname valt de warmtepomp tot twee keer toe uit. Voornaamste oorzaak blijkt lucht in de leidingen van het systeem. Een warmtepomp is daar gevoeliger voor dan een traditionele cv-ketel. Automatische ontluichters en goed ontluichten na bijvullen van de installatie kunnen dit voorkomen. Als eind november 2018 alle elf groepen van de vloerverwarming in bedrijf zijn, constateer ik dat twee groepen niet warm worden. De vloer ter plekke blijft koud. De installateur van de warmtepomp zet de groepen onder extra druk, maar er is geen stroming. Ik baal. Als echte hypochonder denk ik ook bij dit soort problemen meteen aan het zwartste scenario. De leidingen liggen onder de tegelvloer. Moet die straks opengebroken worden om te zien wat er mis is? Ik rappelleer bij de installateur, [Vloerverwarming Nederland](#). Ze sturen hun 'whizzkid' die alles grondig onderzoekt. Hij ontkoppelt de twee groepen, spoelt ze onder druk door. Er zitten propfen vuil of bezinsel in. Alles wordt weer aangesloten en als de warmtepomp weer draait stroomt er warm water door de leidingen. Petje af voor deze meneer! Sindsdien geen storingen meer, tot eind van zomer 2020, als op een hete dag de net geactiveerde vloerkoeling de warmtepomp op tilt zet. Of dit inmiddels, met een software-update, verholpen is, moet komende zomer nog blijken.

### Wordt het wel warm met een warmtepomp?

Een tijd geleden meldde een installateur in een consumentenprogramma dat je maar beter geen warmtepomp kon aanschaffen. 'Begin er niet aan, want zodra het buiten richting het vriespunt gaat zit je in de kou' (of woorden van

gelijke strekking). Meneer installeerde zelf warmtepompen, dus hij kon het weten. Dit soort beweringen in het luchtledige, zonder enige context, raken echter kant noch wal. Net zomin als het advies om, als je van het gas af wil, een warmtepomp aan te schaffen, 'want dan zit je er meteen een stuk comfortabeler bij'. Of het werkt hangt van een heleboel zaken af die hiervoor al voor een deel aan de orde zijn geweest. Onze ervaringen zijn niet perse maatgevend. En niet alleen fysieke kenmerken van de woning spelen een rol, maar ook persoonlijke comfortbeleving. En die is voor elk mens nu eenmaal anders.

Ik heb vrienden die 18-19 graden in huis comfortabel vinden. Misschien krijgen ze het warm bij de gedachte aan de lage energierekening of omdat ze zo extra CO<sub>2</sub> besparen om de klimaatverandering tegen te gaan. Petje af hoor, maar ik ga daar in de winter niet op visite, tenzij de verwarming dan een paar graden hoger gaat. Het lijkt tegenstrijdig, gezien de inleiding bij dit verhaal, maar ik ben niet alleen een winterliefhebber, maar tegenwoordig ook nog koukleum. Ik vind dat het overdag in huis 20 en 's avonds toch in elk geval 21 graden moet zijn. Dus zuinig omgaan met energie? Prima, maar we gaan niet in de kou zitten. Van het gas af? Nog beter, maar het moet in huis in de winter wel comfortabel warm zijn. En als het nodig is dan stoken we maar een paar honderd (of meer) kilowatt per jaar extra.

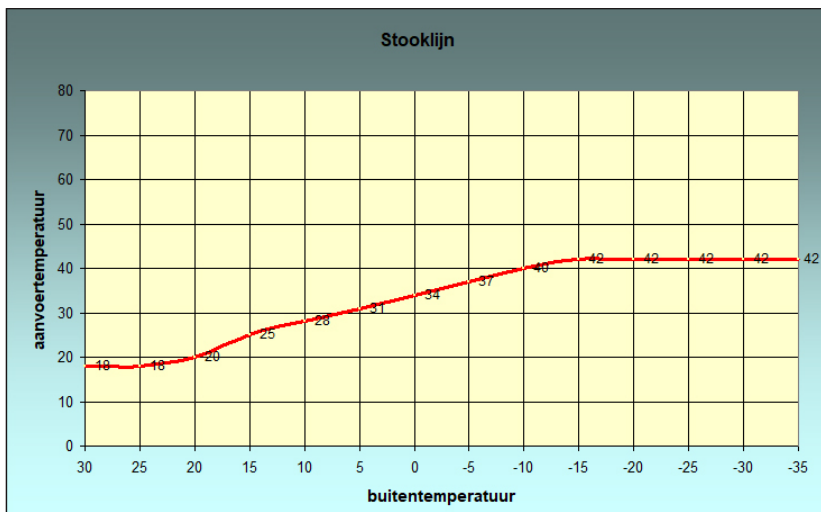
En lukt dat dan, met de nieuwe installatie? Het antwoord is na de winter van 2018/2019, de eerste winter op onze nieuwe stek, niet een volmondig 'Ja'. Eerder: 'Meestal wel, maar niet altijd'. Voor een deel is het een leerproces, leren omgaan met een warmtepomp, 'stoken' op lage temperatuur en met vloerverwarming.

## **Stoken op lage temperatuur en vloerverwarming: trage systemen**

Om te beginnen is daar de trage werking van het verwarmingssysteem. Denk je 's avonds om acht uur: 'Het is toch een beetje kil hier, ik zet de verwarming een graadje hoger', verwacht dan niet dat het om half negen één of twee graden warmer is. Je mag al blij zijn als aan het eind van de avond de kamertemperatuur een halve graad hoger is. Dat werkt zo dus niet. Althans niet met vloerverwarming. Een gasgestookte cv jaagt water van al gauw 70 graden door de radiatoren. Die geven dat heel snel af en koelen daarna weer af. Bij een warmtepomp met vloerverwarming is de watertemperatuur sowieso veel

lager (meestal tussen 30 en 45 graden) en die warmte wordt ook maar heel langzaam opgenomen door de massa van de vloer. En vervolgens ook heel langzaam afgegeven aan de omgeving. Daar staat tegenover: de massa van de vloer werkt als een buffer. Als de warmtepomp een tijdje niet draait blijft de vloer lange tijd op temperatuur, tot de volgende warmwatercyclus. Het is een heel traag maar ook een heel stabiel systeem.

De gebruikershandleiding van de warmtepomp meldt: *'Een langzaam verwarmingssysteem, zoals bijvoorbeeld een vloerverwarming, is mogelijk niet geschikt voor een regeling met behulp van de ruimtesensoren van de binnenmodule.'* Lees: op basis van de kamertemperatuur. De meeste warmtepompen werken met een weersafhankelijke regeling: de buitentemperatuur bepaalt hoe warm het cv-water moet worden. Deze relatie heet de stooklijn. De stooklijn *'is bedoeld om ongeacht de buitentemperatuur voor een gelijkmatige binnentemperatuur te zorgen'*. Hoe kouder buiten, hoe warmer het water dat door de buizen wordt gepompt.



**Voorbeeld van een stooklijn. Maximale aanvoertemperatuur 42 graden.**

Klinkt logisch en in principe werkt dit ook prima. Als bijvoorbeeld de buitentemperatuur in de loop van een wintermiddag gaat dalen, reageert de warmtepomp door de temperatuur van het cv-water naar de vloer te



verhogen. In een goed geïsoleerde woning zal het, in combinatie met de bufferwerking van de vloer, een hele tijd duren voordat het effect van de dalende buitentemperatuur zich vertaalt in een dalende kamertemperatuur. In de tussentijd heeft het warmere cv-water de vloer dan voldoende opgewarmd om die temperatuurdaling tegen te gaan. Zou de warmtepomp pas in actie komen als de kamertemperatuur is gedaald, dan is hij te laat en zit je een groot deel van de avond misschien in de kou. Natuurlijk moet de stooklijn zo zijn ingesteld dat de uiteindelijk resulterende kamertemperatuur is afgestemd op de behoefte van de bewoner(s). Dat vereist na ingebruikneming misschien nog wel enige aanpassing.

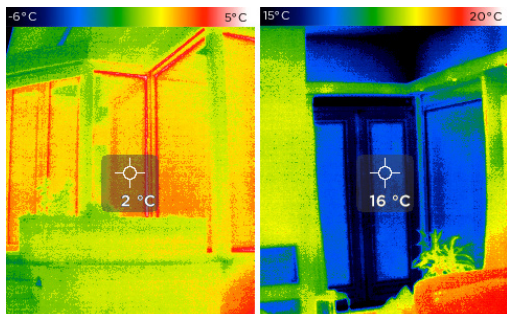
## **De invloed van zon, bewolking, wind en vochtigheidsgraad**

Zoals gezegd, tijdens de eerste winter werkt dit meestal goed... maar niet altijd. Dat komt ook omdat het weer van de warmtepomp maar één variabele kent: de buitentemperatuur. Er zijn echter wel meer weervariabelen die het binnenklimaat bepalen. En ook al is je woning volgens de laatste normen geïsoleerd, je kunt deze invloeden nooit helemaal buiten sluiten. Als overdag de zon uitbundig schijnt, loopt bij ons de kamertemperatuur snel op naar 22-23 graden of nog hoger. Of het buiten nou min vijf of plus vijf graden is, maakt niet zo veel uit. 's Avonds daalt de temperatuur maar heel langzaam en komt pas in de loop van de nacht onder de 21 graden (tenminste, als je een beetje 'nachtverlaging' toepast). Wordt die gratis zonnewarmte niet geleverd omdat het de hele dag bewolkt is, dan blijft de kamertemperatuur stabiel op 20-21 graden. Ook dat is OK. Maar als het dan ook nog regent, vochtig weer is en vooral: als het daarbij flink waait, dan houdt de kamertemperatuur maar met moeite die 20 graden vast. En ook dan ongeacht of het buiten min vijf of plus vijf graden is. Dat geldt des te meer naarmate die sombere en kille weersomstandigheden dagenlang aanhouden. Ik vermoed dat dat laatste komt doordat de constructie van het gebouw steeds verder afkoelt naarmate er langer geen zoninstraling plaatsvindt. Dus, kort gezegd, het klopt wel dat de warmtepomp 'ongeacht de buitentemperatuur voor een gelijkmatige binnentemperatuur zorgt'. Maar daar moeten we dan wel aan toe voegen: 'bij min of meer dezelfde vochtigheidsgraad, bewolking en wind'. Dat bevalt ons natuurlijk niet. Want die omstandigheden zijn niet altijd hetzelfde. Wat kunnen we er aan doen?

Het menu van onze warmtepomp biedt de mogelijkheid om voor drie dagdelen van elke weekdag een verhoging of verlaging van de aanvoertemperatuur van het cv-water in te stellen. Als het ware een tijdelijke aanpassing van de stooklijn. Het is vergelijkbaar met de bekende kamerthermostaat wat hoger of lager zetten. Je kunt dat met een app doen of op de binnen-unit van de warmtepomp wat knopjes indrukken. Verder is zo'n verhoging of verlaging, eenmaal 'geprogrammeerd', simpel met een vinkje aan en uit te zetten. Maar wat belangrijker is: vanwege de trage werking van de vloerverwarming en de lage watertemperatuur moet je wel anticiperen, veel meer dan bij een gewone cv-installatie. Het is dus zaak tijdig te schakelen. Het gebruik van deze voorziening helpt wel, maar is niet altijd afdoende.

## **Is de isolatie wel voldoende?**

Begin maart 2019 maakt een energiecoach van Almeer minder een warmtescan: warmtebeelden van vooral de buitengevel en -beglazing van de woning. We hopen dat die beelden eventuele warmtelekken zullen tonen. We kunnen dan zo mogelijk daar de isolatie verbeteren. Want hoe beter de isolatie, hoe meer je het effect van de weersomstandigheden kunt dempen, denken we. Op de buitenopname van de glazen pui zien we veel gele en rode vlakken. Bij buitenopnames een indicatie dat daar warmte naar buiten lekt. De muren doen het een stuk beter. Het glas is 20 jaar oud HR+. De binnenopname van de 'waterkamer' laat zien dat het daar bepaald niet optimaal is. Niet alleen het glas, maar ook het blauw en donkerblauw van het houtwerk en de aansluiting van plafond en gevel verraden warmteverlies. Het strookt met onze waarneming dat het in dat deel van de woonkamer vaak meer dan een graad kouder is. Daar zitten ook twee deuren, pal naast elkaar. In de woonkamer zitten bij elkaar drie deuren naar buiten plus de harmonicadeur. Dat is er minstens één teveel. We laten ook een bouwkundig adviseur naar de woning kijken. Dat levert niet echt verrassende nieuwe gezichtspunten op: 'Diverse constructies zijn nog matig geïsoleerd ten gevolge van het bouwjaar 1999. De Rc-waarde is 2,5m<sup>2</sup>K/W hierdoor loopt het rendement van de warmte pomp terug. Aanbevolen wordt tenminste Rc van 3,5m<sup>2</sup>K/W'. Hij adviseert 'om constructies (begane grondvloer, daken, spouwmuren) beter te isoleren, kozijnen te voorzien van HR++glas en kieren en naden af te dichten.' Hij constateert ook dat het ventilatiesysteem aan het eind van zijn levensduur is.



*Links: buitenopname van glazen pui; rechts: binnenopname van de 'waterkamer'*

Maar wat pakken we aan? Het kan niet allemaal, we moeten prioriteiten stellen. De dakbedekking is recentelijk vernieuwd, er liggen inmiddels ook zonnepanelen op. Hier alsnog isoleren is simpelweg geen optie. De muren dan? De spouwmuur heeft een Rc-waarde van 2,5 maar wat er in de spouw zit en wat de staat daarvan is weten wij niet. De buitenmuur voelt ook niet koud aan: de temperatuur is maar een graad lager dan de temperatuur van binnenmuren terwijl meer dan twee graden verschil een indicatie is om extra te isoleren. De vloer dan? Tenslotte loopt door de vloer zo'n 700 meter leiding van de vloerverwarming, als er minder warmte naar de kruipruimte weglekt is dat meegenomen. En er staat geen water in de kruipruimte, maar het zand op de bodem is nat. Bij inspectie blijkt dat de kruipruimte onder de 'waterkamer' onbereikbaar is, want amper 20 centimeter hoog. En juist daar is de temperatuur meestal wat lager. Maar we laten de rest van de vloer (113 m<sup>2</sup>) wel doen. Folie op de bodem van de kruipruimte, tegen het vocht en thermoskussens aan de onderkant van de vloer, onder de 10 centimeter EPS die daar al zit. Hiermee wordt de Rc-waarde van 2,5 verhoogd naar in elk geval 3,8m<sup>2</sup>K/W. Als we de bestaande isolatie mogen meetellen komen we al gauw op meer dan 5. Waar na-isolatie van de vloer niet mogelijk is willen we HR++ of triple glas laten plaatsen.



*De geïsoleerde kruipruimte*

Kort nadat het werk in augustus 2019 voltooid is horen we dat het ministerie van Economische Zaken een subsidieregeling voor isolatiemaatregelen heeft geopend die ook voor particuliere huizenbezitters geldt. Vissen we achter het net? Het zit mee: de regeling is precies één dag voordat het werk bij ons begon ingegaan. Echter: minimaal twee maatregelen zijn nodig om in aanmerking te komen. Dus besluiten we om ook de beglazing van de woonkamer op te waarderen naar HR++, totaal bijna 30 m<sup>2</sup> glas. Triple glas hebben we wel overwogen, maar daarvoor moesten ook de kozijnen vervangen worden. Een mega-operatie met een mega-prijs, te veel voor ons budget. Half oktober 2019 wordt het glas geplaatst.

De winter van 2019/2020 is de op één na zachtste winter sinds 1900. Meer dan een paar graden nachtvorst krijgt deze winter niet voor elkaar en ijsdagen komen al helemaal niet voor. Geen winter om het nieuwe verwarmingssysteem en de verbeteringen die we hebben aangebracht eens aan een stevige test te onderwerpen. Niettemin, ook al gaat het nu merkbaar beter om de warmte binnen te houden, er zijn nog steeds dagen waarop een gewenste temperatuurverhoging maar moeizaam tot stand komt. Dagen met veel wind, regen en geen zon. We zijn nog niet helemaal tevreden.

### **Levert de vloerverwarming wel genoeg?**

In de corona-zomer pak ik nog naden en kieren aan met kitspuit en tochtband. Maar dan zijn we, afgezien van de harmonicadeur misschien, wel een beetje klaar met extra isoleren. Inmiddels ben ik ook in een andere richting gaan denken. Uiteindelijk komt het er op neer dat er bij bepaalde weersomstandigheden meer warmte weglekt dan er wordt geleverd. Omdat dat niet duidelijk samenhangt met hele lage buitentemperaturen, vermoed ik dat het niet aan de capaciteit van de warmtepomp ligt. Dus ik zou de temperatuur van het cv-water nog verder kunnen opdraaien door de stooklijn aan te passen. Maar dan wordt het bij 'normale' weersomstandigheden weer veel te warm. Bovendien zijn die hoge watertemperaturen bedoeld voor als het echt koud wordt. Meer dan 50 graden mag er sowieso niet door de vloer. En naarmate de warmtepomp met een hogere aanvoertemperatuur werkt wordt hij ook steeds minder efficiënt en gaat hij meer elektriciteit verbruiken.

Als de warmtepomp niet de beperkende factor is en ik hem ook niet op een hogere aanvoertemperatuur wil instellen, kan ik dan meer warmte geleverd krijgen door het afgiftesysteem te vergroten? Geeft de vloerverwarming, de enige warmtebron in de woonkamer, wel voldoende warmte af? De vloerverwarming is aangelegd als hoofdverwarming: de buizen liggen in het algemeen op tien centimeter van elkaar. Er is een NEN-genormeerde tabel die aangeeft hoeveel Watt verwarmingsvermogen de vloerverwarming per m<sup>2</sup> moet leveren bij een bepaalde watertemperatuur en hart-op-hart afstand. Bij 40 graden aanvoer, hart-op-hart 10 cm en inwendige buisdiameter 12 mm zou de warmteopbrengst volgens deze tabel rond de 110 watt per m<sup>2</sup> moeten bedragen. Maar in de offerte die ik van een vloerverwarmingsbedrijf ontvang wordt gemeld dat 'uw vloer maximaal ca. 53 W/m<sup>2</sup> aan warmte zal afgeven',



*Lage temperatuurradiator in de 'waterkamer' voor extra warmteafgifte*

uitgaande van een aanvoertemperatuur van 40 graden. Dat is dus maar de helft! Nu is de diameter van hun buis geen 12 mm maar slechts 10, maar dat verklaart toch niet een factor twee in warmteopbrengst, lijkt me. Desgevraagd meldt het bedrijf dat ze hun systemen hebben laten testen bij een Duits bureau en dat dit het resultaat was. Het zal allemaal wel. Ik kan het niet beoordelen. De vraag is: hoeveel warmteopbrengst heb ik nodig en levert het afgiftesysteem dat? Met behulp van een tool op de [website van bouw-energie.be](https://www.bouw-energie.be) maak ik een berekening van de warmtebehoefte van ons huis. Deze komt uit op ongeveer 10,5 Kilowatt vermogen bij een buitentemperatuur van -10°C en een gewenste

kamertemperatuur van 21 graden. Dit is misschien geen professionele berekening, maar lijkt toch bruikbaar als indicatie. De warmtepomp levert bij -10°C tussen 11 en 11,5 kilowatt verwarmingsvermogen.

Dat moet dus voldoende zijn. Ik maak een simpel rekensommetje. Wat is de totale afgiftecapaciteit van de vloerverwarming en de radiatoren in de verwarmde vertrekken? In het gunstigste geval kom ik uit op een totale capaciteit van 10 à 10,5 kilowatt. Maar dan alleen als de vloerverwarming inderdaad die 110 Watt per m<sup>2</sup> oplevert. En dat is dus maar de vraag. Drie van de 11 groepen hebben sowieso een kleinere buisdiameter van 10 mm, de rest heeft 12. Dus mail ik de installateur van de warmtepomp en vraag hem: 'Zou een extra radiator kunnen helpen om wat meer en ook wat sneller warmte op te wekken? Kan de warmtepomp (16 kW) dat aan en is het mogelijk om zo'n radiator te combineren met de vloerverwarming?'

Ik krijg geen antwoord. Te moeilijke vraag zeker. Uiteindelijk ga ik er maar vanuit dat ik het bij het rechte eind heb. Ik bestel een lagetemperatuur-radiator met een capaciteit van 1,5 kilowatt voor in de waterkamer. Die wordt overigens pas in november 2020 geplaatst.

## **Eindelijk: een echte stresstest!**

De winter van 20/21 lijkt aanvankelijk dezelfde kant op te gaan als de voorgaande. December is heel zacht, januari levert niet meer dan een paar graden vorst. Geen probleem om het warm te krijgen. Maar dan komt de tweede week van februari. Zeven ijsdagen op rij. 's Nachts matige tot strenge vorst. Even lijkt februari een echte ouderwetse wintermaand te worden. De rayonhoofden worden al wakker gepord. Extreem koud wordt het niet, maar dit is toch wel het moment van de waarheid voor het nieuwe verwarmingssysteem: wordt het binnen ook warm als het buiten stevig vriest? We zijn benieuwd!

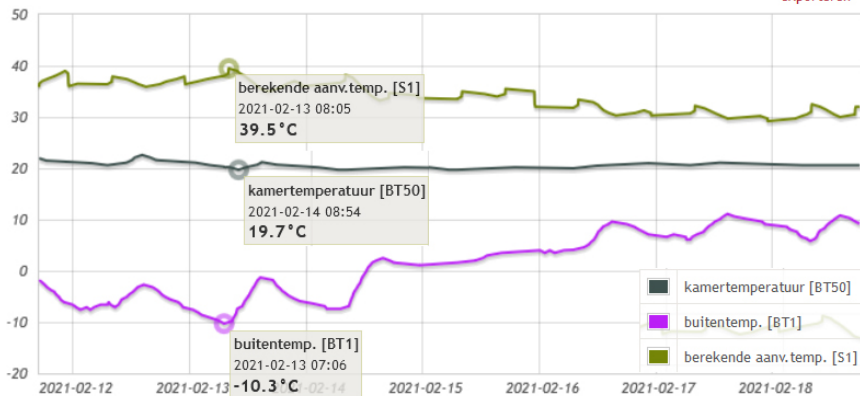
's Nachts staat de warmtepomp altijd iets lager afgesteld ten opzichte van overdag, 's avonds juist iets hoger. De eerste paar dagen, met veel wind, geen zon en een sneeuwjacht bij -5 graden, duurt het wat langer voordat de temperatuur overdag weer oploopt. Maar 's avonds is het binnen 21 graden en de rest van de week is het steeds aangenaam warm. Als de zon in de loop van de week gaat schijnen wordt het overdag te warm, in de serre soms wel



## Geschiedenis VVM320 R 12-02-2021 18-02-2021

Zoomen: 1d 1w 1m 3m 1j Max.

Wissen | Grafiek inpassen | Legenda in-/uitschakelen | Gegevens exporteren



***Kamertemperatuur, berekende aanvoertemperatuur en buitentemperatuur gemeten door de warmtepomp van 12 t.e.m. 18 februari 2021. In deze periode stijgt de buitentemperatuur 20 graden, van -10 naar +10, de aanvoertemperatuur daalt 10 graden. De kamertemperatuur is heel stabiel meestal 20-21 graden, uitschieters naar boven door zoninstraling. De sensor van de kamertemperatuur zit op de buitenmuur van de woonkamer. Die ligt op het noordoosten. Daardoor komt de kamertemperatuur altijd 0,5 tot 1 graad lager uit dan de temperatuur zoals midden in de woonkamer gemeten.***

27 graden. De serre is het meest gevoelig voor zoninstraling, maar verliest ook de meeste warmte als het bewolkt is en er veel wind staat. Dat is te merken op die eerste koude en winderige dagen. De temperatuur ligt daar 's ochtends op 18-19 graden, maar kruipt dan in de loop van de dag naar ruim 20 graden. De rest van de woonkamer is een stuk gelijkmatiger.

Het is ondoenlijk om exact te bepalen wat de bijdrage is van de verschillende maatregelen die we de afgelopen tijd hebben genomen. Feit is dat het nu bij alle weersomstandigheden comfortabel is en dat het ook wat makkelijker warm wordt. Ik denk wel dat de nieuwe radiator daar een flinke bijdrage aan levert. We kunnen tevreden zijn.

## Is dat nou duurzaam? Gaat de energierekening omlaag?

Ondanks alle investeringen is ons huis geen 'nul-op-de-meter'-woning. Dat was ook niet ons streven. De eerste twee jaar (2018/19 en 2019/20) gebruikten we ruim 8600 resp. 8200 kilowatt (voor verwarmen, koken, verlichting, etc.). Maar dat waren boterzachte winters. Ik schat dat we bij een 'normale' winter sowieso dik over de 9.000 heen gaan en in een strenge winter richting 10.000. De productie van de zonnepanelen ligt rond de 6800 kilowatt per jaar. We komen dus twee tot drie megawatt tekort. Dat laten we zo. We vinden het een mooi resultaat. Met een warmtepomp verbruik je veel meer elektriciteit. Maar dit meerverbruik, circa 6000 kW (inclusief tapwaterproductie), wordt ruimschoots gecompenseerd door de opbrengst van gemiddeld 6800 kW schone energie van de zonnepanelen. Het vertaalt zich ook in onze energierekening. Toen we nog gas gebruikten was ons maandbedrag 230 euro. Na opzegging van het gascontract werd dat verlaagd naar 130 euro. Bij de afrekening daarvan kregen we toch bijna 1200 euro terug en werd ons nieuwe maandbedrag vastgesteld op 12 euro. Dat komt mede omdat je bij een heel laag energiegebruik korting krijgt op de energiebelasting.

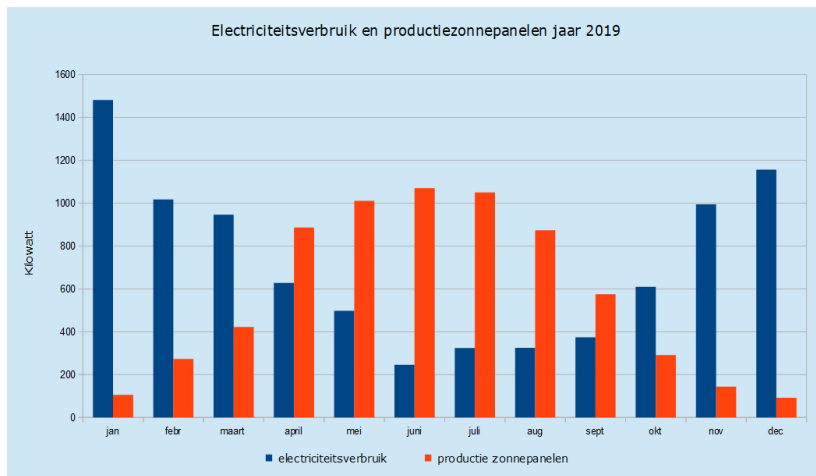
## Wat kost dat allemaal? En kun je dat terug verdienen?

Twee vragen waarop ik kort zou kunnen antwoorden: 'Veel' en 'Nee'. Maar gaat u toch vooral even rustig zitten. Want ik ga u nu voorrekenen wat het allemaal gekost heeft. Alles waarvan ik vind dat het behoort tot of een uitvloeisel is van de keuze voor ons nieuwe verwarmingssysteem heb ik op een rijtje gezet, met de bedragen er bij:

|   |   |               |
|---|---|---------------|
| Vloerverwarming aanleggen (ca. 90 m <sup>2</sup> ), inclusief leidingwerk naar verdelers            | € | 5.600         |
| Lucht-water warmtepomp 16 kW inclusief installatie en leidingwerk                                   | € | 18.800        |
| Lage temperatuurradiator badkamer + installatie   | € | 800           |
| Lage temperatuurradiator in studeerkamer + installatie  | € | 768           |
| 23 Zonnepanelen 335 Wp inclusief omvormer + installatie   | € | 12.279        |
| Verbouwing meterkast (inclusief aansluiten door netbeheerder)                                       | € | 1.512         |
| 5-pits 7,4 kW inductiekookplaat (inclusief uitzagen oude gaspitten en installatie nieuwe kookplaat) | € | 1.890         |
| Na-isoleren vloer (Tonzon, 113 m <sup>2</sup> )   | € | 4.121         |
| Upgraden 31 m <sup>2</sup> glas in woonkamer naar HR++ U-waarde 1,1                                 | € | 4.694         |
| Lage temperatuurradiator in woonkamer + installatie   | € | 1.570         |
| Totaal investeringen  | € | 52.034        |
| Subsidie totaal (BTW-teruggave zonnepanelen, subsidie warmtepomp, HR++-glas en vloerisolatie)       | € | 6.401         |
| <b>Netto investering</b>  | € | <b>45.633</b> |



De opbrengst van deze investering is, afgezien van de kleinere 'voetafdruk', een lagere energierekening. Op jaarbasis levert dat ruim 2000 euro op ten opzichte van het oorspronkelijke maandbedrag van 230 euro. In ruim tien jaar tijd hebben we dan bijna de helft van die investering terugverdiend. De misgelopen opbrengsten van die 45000 euro laat ik maar buiten beschouwing. We hadden ook een deel van onze hypotheek ermee kunnen aflossen. Maar



***Deze grafiek laat zien waarom de salderingsregeling zo belangrijk is: de productie van zonne-energie gebeurt vooral in de zomermaanden, terwijl het hoogste elektraverbruik juist in de wintermaanden valt***

bij dit plaatje hoort nog wel een chagrijnige kanttekening. Want 'het groenste kabinet ooit' is van plan om de salderingsregeling af te bouwen naar 0 in 2030. Daarmee draait het de mogelijkheid om althans een substantieel deel van deze investering binnen redelijke tijd terug te verdienen effectief de nek om. Voor elke aan het net geleverde kilowatt krijg ik dan, in plaats van zoals nu 22 á 23 cent, nog maar een lousy 6 of 7 cent terug. Betaal ik nu zo'n 200-300 euro per jaar aan het energiebedrijf, wanneer ik straks ruim 5000 kilowatt niet meer kan salderen, zal dat ongeveer 750 euro meer zijn. Een redelijke vergoeding voor in de zomer geproduceerde elektriciteit die pas in de winter nodig is voor de warmtepomp, is een onlosmakelijk onderdeel van het gasloze all-electric concept.

De salderingsregeling is hier niet een leuk extra zakcentje voor de eigenaar van de zonnepanelen, maar de enige manier om het hele project nog enigszins financieel acceptabel te maken. Het maakt me boos, maar ik lig er toch niet wakker van, als u begrijpt wat ik bedoel. Als ik wakker zou liggen van alle, laat ik het maar netjes 'ongerijmdheden' noemen, in het klimaatbeleid (subsidies voor de fossiele industrie, voor datacentra, voor pelletkachels en biomassa, het subsidiëren van goedkope vliegvluchten, en ga zo maar door) dan zou ik nooit meer slapen. Maar ik slaap altijd goed. En als mensen mij tegenwerpen dat ik al dat geld nooit kan terugverdienen, is mijn wedervraag: vraag jij je wel eens af hoe je je nieuwe luxe keuken of badkamer van tienduizenden euro's of je auto kunt terugverdienen? Maar misschien is dat de verkeerde vraag.

## **Kan het goedkoper, beter, anders?**

'Het is de bedoeling dat de investering in verduurzaming betaald kan worden uit de [opbrengst van een lagere energierekening](#)'

Vorig jaar schreef het Planbureau voor de Leefomgeving over de bijdrage van huiseigenaren aan de verduurzaming van de woningvoorraad dat 'Met de huidige investeringslasten en regelingen [...] [verduurzamen voor vrijwel niemand rendabel \[is\]](#)'. Recentelijk deed het Economisch Instituut voor de Bouwnijverheid daar nog een schepje bovenop: het verduurzamen gaat zo'n 40.000 euro per woning kosten, maar daarvan kan pakweg de helft niet worden terugverdiend met een lagere energierekening. Van opschalen naar wijkniveau verwacht het EIB geen grote kostenreductie, vanwege de grote diversiteit in woningsituaties. Ik zit er dus niet ver naast met mijn inschatting hierboven, al hebben wij het anders aangepakt.

Het triomfalisme in bepaalde kringen ('zie je wel: het wordt veel te duur!') vind ik evengoed verbazingwekkend. Alsof een probleem verdwijnt doordat de oplossing veel meer geld gaat kosten. Onlangs kwam TNO nog met een plan om op een heel andere manier op te schalen: niet door een wijkgerichte aanpak, maar door grote clusters te selecteren van woningen met vergelijkbare bouwkundige kenmerken. [Misschien geeft dat een richting aan?](#)

## Hoe dan ook, er moet geld bij, heel veel geld.

Ik zie de warmtepomp niet als de ideale oplossing, eerder als een tussenstap in de verduurzaming van een deel van de woningvoorraad. Het is een grote investering, de productie van zulke grote apparaten legt sowieso een flink beslag op grondstoffen en energie. Een beslag dat eerst moet worden terugverdiend voordat de duurzaamheidswinst kan worden ingeboekt. Ik zie het als een tussenstap op weg naar wat mij een ideale oplossing lijkt: groen gas, waterstof. Bij de verbranding van waterstof komt geen CO<sub>2</sub> of andere schadelijke stof vrij. Technieken voor opslag, ook in vaste vorm, zijn volop in ontwikkeling. Dan kan er gebufferd worden voor zon- en windloze perioden of vraagpieken bij een koudegolf. Er is heel veel groene energie nodig om dit te maken, maar die energie is in beginsel aanwezig. De hoeveelheid zonne-energie die de aarde bereikt is circa 9000 keer zo groot als onze totale energiebehoefte. En dan zijn er nog andere energiebronnen zoals wind, waterkracht. Maar we hebben geen tijd om te wachten tot nieuwe mogelijkheden zijn uitontwikkeld. Er is teveel tijd verprutst. Dus moeten we nu roeien met de riemen die we hebben.

