

## Adviesmemo tussenwoning Zeeheldenbuurt 1965 - 1974



Opdrachtgever : Gemeente Ede  
Opsteller : A.J. Grubben  
Organisatie : Energiebreed BV  
Status : Concept  
Versie : 1.0 d.d. 20 december 2022

“Wij maken uw energie ambities waar!”



## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave .....	2
Samenvatting .....	3
1. Inleiding .....	4
2. Beschrijving referentiewoning .....	5
3. Isolatiemaatregelen .....	7
4. Warmtepompen.....	8
5. Stappenplan aardgasvrije woning (tussenwoning 1965 – 1974) .....	11
6. Ontwerp / technische omschrijving warmtepomp systeem referentiewoning .....	13
7. Indicatie investeringen en eenvoudige terugverdientijd .....	16
8. Finaal concluderend Advies .....	18



## Samenvatting

- De referentiewoning betreft een tussenwoning uit 1966 met redelijke isolatie.
- Het gasverbruik is relatief laag met 743 m<sup>3</sup> in 2021.
- Vloerisolatie kan nog worden toegepast.
- Toepassing van een warmtepomp bespaart op energiekosten ten opzichte van een gasketel aangezien de warmtepomp gratis beschikbare omgevingswarmte benut.
- Uitvoer van de 50 graden test (instelling Cv-ketel) wordt aanbevolen deze winter om na te gaan of met een (hybride) warmtepomp de woning voldoende zou kunnen worden verwarmd.
- Kosten-effectiefste (isolatie)maatregelen worden als eerste aanbevolen indien 50 graden test niet wordt behaald. Na uitvoer van de kosteneffectieve maatregelen kan de 50 graden test opnieuw worden uitgevoerd.
- Indien na het opnieuw uitvoeren van de 50 graden test deze niet wordt behaald, is aanbevolen het verwarmingsoppervlak te vergroten en eventueel de vloer te isoleren.
- Eventueel kan ook nog op 55-60 graden worden getest hoewel het rendement van een warmtepomp met deze temperaturen lager is.
- Bij het behalen van de 50 graden test is een (hybride) lucht/water warmtepomp (LWP) of een PVT/warmtepomp (PVT/WP) toepasbaar.
- Indien een LWP wordt geplaatst dient eventuele geluidsoverlast voorkomen te worden.
- Met een PVT-paneel wordt naast warmte ook stroom opgewekt.
- Een warmtepomp vermogen van ongeveer 7,4 kW is toereikend.
- De investering in een LWP is ongeveer € 17.000. De investering in een LWP + PV-panelen (zon-PV) is ongeveer € 20.000.
- Met het plaatsen van PV-panelen kan het (extra) elektriciteitsverbruik worden gecompenseerd.
- De investering in PVT/WP met 9 PVT XL panelen is ongeveer € 32.000.
- Er kan bij deze referentiewoning over 15 jaar bezien niet kostenneutraal worden geïnvesteerd in een LWP + zon-PV of PVT/WP als dit wordt vergeleken met 15 jaar lang kosten voor het gasverbruik, rekening houdend met een gasprijs van 1,45 €/m<sup>3</sup> en een elektriciteitsprijs van 0,4 €/kWh.
- Met een duurzaamheidslening kan de investering worden gefinancierd tegen een gunstig rentepercentage van ongeveer 1,9%.

## 1. Inleiding

De gemeente Ede heeft de wijk de Zeeheldenbuurt uitgekozen als voorbeeldwijk voor aardgasvrije woningen. In het kader hiervan heeft Energiebreed de opdracht gekregen om voor bepaalde referentiewoningen in de wijk na te gaan wat benodigd is om deze referentiewoningen aardgasvrij te maken. Deze adviesmemo richt zich op een referentiewoning uit de categorie tussenwoningen bouwjaar vanaf 1965 tot en met 1974. Onderstaande vragen worden in deze memo beantwoord:

- Wat zijn de karakteristieken van de woning?
- Welke (isolatie)maatregelen kunnen worden toegepast?
- Welk type warmtepompen worden aanbevolen voor de referentiewoning?
- Hoe luidt een stappenplan voor een aardgasvrije woning?
- Wat is een specifiek ontwerp / technische omschrijving van een warmtepomp systeem voor de referentiewoning?
- Wat zijn de investeringen en de jaarlijkse kosten voor een warmtepomp systeem?
- Hoe luidt het finaal concluderende advies?

## 2. Beschrijving referentiewoning

Straatnaam	Banckertplein
Huisnummer	3
Postcode	6712 EN
Plaats	Ede
Type	Tussenwoning
Bouwjaar (BAG)	1966
Aantal bewoners	3
Aantal m <sup>2</sup> woonoppervlak (BAG)	86
Energielabel (energielabel.nl)	C
Indicatief gasverbruik studie DWA (m <sup>3</sup> per jaar)	1.666 <sup>1</sup>
Werkelijk gasverbruik bewoner 2021 (m <sup>3</sup> )	743
Gasverbruik koken inschatting (m <sup>3</sup> per jaar)	37 <sup>2</sup>
Energieverbruik gasketel voor verwarming 2021 (m <sup>3</sup> per jaar)	351
Energieverbruik gasketel voor tapwaterbereiding inschatting (m <sup>3</sup> per jaar)	356 <sup>3</sup>
<i>Benodigde energie omgerekend in kWh</i>	
Energieverbruik gasketel voor verwarming (kWh per jaar)	3.081
Energieverbruik gasketel voor tapwaterbereiding (kWh per jaar)	3.125
Elektriciteitsverbruik inductiekoken indicatie (kWh per jaar)	175 <sup>4</sup>

Tabel 1: Basisgegevens referentiewoning

### Algemene omschrijving van woningen met bouwjaar tot 1975

Tot het jaar 1975 werden geen bouwkundige eisen gesteld aan de energieprestaties van woningen. Rond het jaar 1920 werden woningen over het algemeen uitgevoerd met een spouwmuur. Vanaf het jaar 1966 werd de begane grondvloer uitgevoerd met een betonnen vloer; daarvoor werd er in de woonkamer vaak een houten balklaag gebruikt. In de kozijnen werd enkel glas toegepast. Vanaf eind jaren '60 is qua warmtevoorziening de overstap gemaakt op een centraal verwarmingssysteem met gasketels i.p.v. een warmtesysteem gebaseerd op gaskachels. Van oorsprong kwam ventilatie via muurroosters, klepraampjes en kieren. Bij de meeste woningen met een bouwjaar van vóór 1975 is inmiddels isolatie aangebracht, bijvoorbeeld een spouwmuurisolatie of dubbel glas. In het algemeen geldt dat hoe recenter de isolatie is toegepast, hoe beter de kwaliteit van de betreffende isolatie is.

### Referentiewoning kenmerken

Karakteristiek bij de betreffende bouwperiode is dat tijdens de bouw van de woning in 1966 geen isolatie is aangebracht bij dak, gevel en vloer. Uit opvraag via Milieucentraal<sup>5</sup> blijkt dat de woning Energielabel C bezit. Dit betekent dat al veel isolatiemaatregelen inmiddels zijn toegepast waardoor het energieverbruik uiteindelijk redelijk laag is (met primair fossiel energieverbruik tussen de 190 en

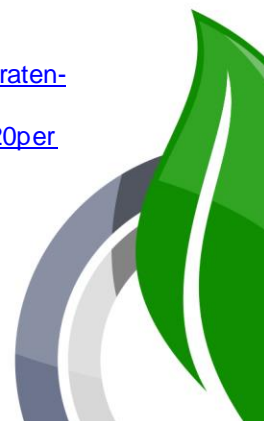
<sup>1</sup> DWA, (2021). Zeeheldenbuurt – Opties voor aardgasvrij Richting kiezen met de wijk.

<sup>2</sup> MilieuCentraal (2022). Gas of stroom? [https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/apparaten-in-huis/inductie-kookplaat/#:~:text=Gas%20of%20stroom%3F,steenkolen%20komt%20\(grijze%20stroom\).](https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/apparaten-in-huis/inductie-kookplaat/#:~:text=Gas%20of%20stroom%3F,steenkolen%20komt%20(grijze%20stroom).)

<sup>3</sup> MilieuCentraal, (2022). Bespaartips warm water. <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-warm-water/bespaartips-warm-water/>

<sup>4</sup> MilieuCentraal (2022). Inductie kookplaat. <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/apparaten-in-huis/inductie-kookplaat/#:~:text=Van%20de%20elektrische%20kookplaten%20is,verbruikt%20260%20kWh%20per%20jaar.>

<sup>5</sup> MilieuCentraal, (2022). Energielabels: makkelijker kiezen. <https://www.energielabel.nl/>



250 kWh/m<sup>2</sup> per jaar)<sup>6</sup>. Er is spouwmuurisolatie, dakisolatie en HR++ glas toegepast. Er is geen vloerisolatie toegepast. Er is sprake van natuurlijke ventilatie en er is een gasketel geïnstalleerd. Er zijn verder 6 zonnepanelen van 360 Wp op het dak geïnstalleerd.

Ventilatie	Natuurlijke ventilatie
Verwarming	HR107 ketel
Zonnepanelen	6
Vloerisolatie	Geen
Dakisolatie	Goede isolatie
Spouwmuurisolatie	Ja
Type Glas	HR++ glas
Type warmte-afgifte	HT radiatoren

*Tabel 2: Specifieke kenmerken referentiewoning*

<sup>6</sup> Atriensis, (2020). Update 9 juni 2020 Energieprestatie­stelsel 1 januari 2021. Zie: [https://www.atriensis.nl/file/download/default/729FB7454BA3F35F2B8D468817376E22/200609\(HM\)notitie%20energieprestatie­stelsel.pdf](https://www.atriensis.nl/file/download/default/729FB7454BA3F35F2B8D468817376E22/200609(HM)notitie%20energieprestatie­stelsel.pdf)

### 3. Isolatiemaatregelen

Isolatiemaatregelen hebben als resultaat dat de woning een beperkt warmteverlies heeft en voorkomen dat kou binnentreedt. Dit heeft als gevolg dat minder warmte hoeft worden opgewekt en zo energie wordt bespaard. Tussenwoningen hebben een groot voordeel t.o.v. andere woningtypen. Bij een tussenwoning hoeven namelijk de zijkanten niet geïsoleerd te worden, aangezien een andere woning direct grenst aan de tussenwoning. Het is bij de tussenwoning dan ook vooral belangrijk om de voor- en achterzijde van de woning goed te isoleren middels kierdichting, gevelisolatie en HR++ glas. Om de woning optimaal te isoleren wordt daarnaast vloerisolatie en dakisolatie aanbevolen.

Bij een tussenwoning is voor de warmtebehoefte de meeste energiebesparing te behalen door de voor- en achterkant te isoleren. Veel isolatiemaatregelen zijn al toegepast. Dit betekent dat de woning al geschikt is om een (hybride) warmtepomp toe te passen en verdere isolatie dan voorlopig niet vereist is. De volgende isolatiemaatregel kan nog worden getroffen bij de woning.

#### Vloerisolatie (begane grond)

Het wordt aanbevolen isolatiemateriaal aan te brengen tegen de onderkant van de vloer. Voorbeelden van mogelijke materialen zijn thermokussens, glas- of steenwol of platen van kurk of schuim. Dit kan ook dienen als additionele isolatie indien al een isolatielaag is aangebracht. Daarnaast dient het kruipruik geïsoleerd te worden en dienen openingen kierdicht gemaakt te worden.



## 4. Warmtepompen

### Warmtepomp info algemeen

Om de warmtevoorziening te verduurzamen is toepassing van een warmtepomp aanbevolen. Een warmtepomp is duurzaam omdat deze kosteloze, voorradige én duurzame omgevingswarmte onttrekken (bijvoorbeeld van de (buiten)lucht, de bodem of een (PVT) zonnecollector). Door gebruik te maken van deze beschikbare omgevingswarmte kunnen warmtepompen met één eenheid elektriciteit tot wel zes eenheden warmte genereren. Dit is zeer voordelig in vergelijking met een gasketel of een elektrische boiler waar met één eenheid input ook maar circa één eenheid warmte output volgt. Bij het onttrekken van duurzame omgevingswarmte geldt het volgende principe: Hoe hoger de brontemperatuur is, hoe efficiënter de warmtepomp werkt. Daarnaast geldt hoe lager de temperatuur is waarop de warmteafgifte plaatsvindt, hoe efficiënter de warmtepomp werkt. Vandaar dat toepassing van laagtemperatuur warmteafgifte in de vorm van bijvoorbeeld vloerverwarming of LT-convectoren gewenst is.

Naast het verwarmen heeft de warmtepomp ook de mogelijkheid om te koelen. Dit doet de warmtepomp door warmte te onttrekken uit een gebouw en deze af te staan aan de omgevingsbron.

Een indicatie van de jaarlijkse prestatie van een warmtepompsysteem wordt weergegeven met de Seasonal Performance Factor (SPF) of de Seasonal Coefficient of Performance (SCOP). De SPF/SCOP geeft netto aan hoeveel eenheden energie voor verwarming, tapwater of koeling gegenereerd worden met één eenheid elektriciteit input gemiddeld genomen over één volledig jaar. Verschillende type warmtepomp systemen hebben verschillende SPF's voor verwarming, warm tapwater en koeling. Onderstaand staat in tabel 3 een indicatie weergegeven.

	SPF verwarming	SPF tapwater	SPF koeling
Lucht-water warmtepomp (LWP)	4	3	5
PVT met warmtepomp (PVT WP)	4,2	3	5,4
Waterwater warmtepomp bodembron (Bodem-WP)	4,5	2,8	10

*Tabel 3: Vergelijking WP-systemen SPF-indicatie*

Om warm tapwater te maken kan gebruik worden gemaakt van de nieuwe generatie warmtepompen met propaan als koudemiddel. Deze machines kunnen een hogere watertemperatuur produceren met een relatief goed rendement.

### Onderhoud warmtepompen

Warmtepompen vergen weinig onderhoud. Het onderhoud bij een warmtepomp is meestal preventief. Afgezien van de compressor beschikt een warmtepomp namelijk niet over slijtende en bewegende onderdelen. Er wordt bij het preventieve onderhoud jaarlijks op zaken gecontroleerd zoals eventuele lekkages, roest, filterverstopping en losse bedrading.

### Lucht-water warmtepomp (LWP)

Een luchtwaterwarmtepomp onttrekt warmte uit de buitenlucht en draagt deze over aan het koudemiddel. Na compressie van het koudemiddel wordt de warmte overgedragen aan het warmte-afgiftesysteem op een hogere temperatuur. De koelwerking van een LWP is te vergelijken met die van een airco, alleen wordt de koude in dit geval niet aan de lucht afgegeven maar aan water dat bijvoorbeeld door de leidingen in de vloer gaat. De SPF van de LWP voor verwarming is het laagste van alle warmtepompsystemen. Bij de ventilator van de LWP kan geluidsoverlast voorkomen, hoewel de nieuwste modellen steeds stiller worden. Eventuele geluidsoverlast is een belangrijke overweging bij tussenwoningen aangezien de woningen dicht op elkaar zijn gebouwd.

Voordelen:

- Relatief lage investeringskosten
- Relatief snel en eenvoudig te installeren





Nadelen:

- Minder energiezuinig voor verwarming (lagere SPF)
- Kans op geluidsoverlast

### **PVT met warmtepomp (PVT-WP)**

Een PVT-paneel wekt elektriciteit en warmte op, het bestaat uit twee onderdelen: het PV- (zonne-energie) én het thermische (warmte) deel. Het PV-deel bestaat uit zonnepanelen die elektriciteit opwekken. Het thermische (T) deel haalt warmte uit een plaat onder het paneel en de buitenlucht via een buizenstelsel. De warmte uit het buizenstelsel wordt overgedragen aan het koudemiddel van de warmtepomp om het daarna in warmte voor verwarming en warm tapwater om te kunnen zetten. De warmte wordt overdag én 's nachts opgewekt. Het PVT-paneel kan warmte uit de buitenlucht halen bij -7°C of hoger. Daarnaast bieden de PVT-panelen ook mogelijkheid voor verkoeling. In feite wordt dan de functie van de panelen omgedraaid: De warmte wordt uit de woning onttrokken en via de panelen afgegeven aan de buitenlucht, waarna verkoeling voor de woning volgt. De SPF van koeling is bij de PVT-WP vergelijkbaar met die van een LWP. Wel is de SPF van een PVT-WP beter dan die van een LWP voor verwarming en warm tapwater.

Het is bij een PVT-toepassing van belang dat voldoende dakoppervlak beschikbaar is. Hierbij moet rekening worden gehouden met de schaduwval op het dakoppervlak. De stroomopwekking van de PV-panelen is optimaal wanneer geen of weinig schaduwval is op de panelen.

De PVT-WP staat doorgaans opgesteld in een technische binnenruimte waardoor van geluidsoverlast voor de omgeving minimaal sprake is. Daarnaast heeft de PVT-WP (water-water warmtepomp) geen ventilator waardoor deze stiller is dan een LWP. De PVT-toepassing vereist tegenwoordig een hoge investering. De verwachting is dat in de toekomst deze investering lager wordt. De PVT-WP is een recent concept waar nog veel verbeteringen en kostenwinsten door standaardisaties in fabricage mogelijk zijn. Verder is een leereffect van installatie mogelijk waardoor de installatiekosten verlaagd kunnen worden.

Bij de huidige stand van zaken is de Total Cost of Ownership (TCO) (totale kosten over levensduur van de installatie) van de PVT-WP al lager of vergelijkbaar met een LWP wegens de additionele opbrengsten van stroomopwekking en de goede SPF (voor verwarming & warm tapwater).

Voordelen:

- Naast warmteopwekking ook stroomopwekking
- Goede SPF voor verwarming en bereiding warm tapwater
- Geen/weinig geluidsoverlast

Nadelen:

- Hoge investering, wat in de toekomst (hoogstwaarschijnlijk) zal afnemen
- Voldoende (dak)oppervlak moet beschikbaar zijn om de PVT-panelen te kunnen plaatsen
- Hoge schaduwval op de panelen heeft impact op de stroomopwekking

### **Bodem/warmtepomp (Bodem/WP)**

De warmtebron bij dit systeem is een open bron of een gesloten bron in de bodem. Bij een open bron wordt grondwater opgepompt om warmte aan te onttrekken; daarna wordt het weer teruggesompt in de grond. Open bronnen worden vaak collectief gebruikt en zijn minder geschikt voor individuele woningen.

Bij een gesloten bron wordt een warmtewisselaar in vorm van een buizensysteem in de grond gebracht. De buizen worden meestal verticaal diep in de grond gebracht om het gebruiksoppervlak van de bron te reduceren. Door het buizensysteem loopt een vloeistof met antivries (glycol/brine) of kraanwater (gedemineraliseerd), die warmte uit de grond wint. Deze bodemwarmte wordt overgedragen aan het koudemiddel van de warmtepomp. Voordeel van dit type warmtepomp is dat de verwarming en koeling zeer efficiënt is. De warmtepomp staat doorgaans opgesteld in een technische binnenruimte waardoor van geluidsoverlast voor de omgeving geen sprake is. Daarnaast heeft de warmtepomp (water-water) geen ventilator waardoor deze stiller is dan een LWP.

Nadelen van een bodem warmtepomp is het vergunning traject dat doorlopen dient te worden voor bronboring, de hoge kosten voor de bronboring en de risico's dat de bodembron niet goed functioneert. Om deze redenen wordt een bodem/WP niet aanbevolen voor de referentiewoning.

Voordelen:

- Hoge SPF
- Passieve, energiezuinige koeling mogelijk
- Geen/weinig geluidsoverlast

Nadelen:

- Vaak vergunning traject benodigd voor bronboring
- Hoge investeringskosten voor bronboring
- Risico dat bodembron minder functioneert dan verwacht in verband met bodemkwaliteit

### Samenvatting vergelijking warmtepompsystemen

De vergelijking van de warmtepompsystemen ten opzichte van elkaar staat samengevat in tabel 2 (+(+)) is in het voordeel van het desbetreffende warmtepompsysteem, +/- is neutraal en -(-) is in het nadeel van het warmtepompsysteem:

	LWP	PVT WP	Bodem/WP
Investeringskosten	++	--	--
Gecompliceerdheid ontwerp installatie	++	+/-	-
SPF (efficiëntie) verwarming	+/-	+	++
SPF (efficiëntie) koeling	-	-	++
SPF (efficiëntie) warm tapwater	+/-	+	+/-
Kans op geluidsoverlast	-	+	+
Extra baten stroomopwekking		++	
Risico	++	+	--

*Tabel 4: Voor- en nadelen warmtepompsystemen  
 +(+)) voordeel; +/- neutraal; -(-) nadeel*



## 5. Stappenplan aardgasvrije woning (tussenwoning 1965 – 1974)

Om de referentiewoning aardgasvrij te krijgen worden de volgende stappen aanbevolen:

### 1. Isoleer woning tot minimaal energielabel C (is al gedaan)

De meest kosten efficiënte maatregelen (bijv. kierdichting, spouwmuurisolatie en glasisolatie) kunnen hiervoor worden uitgekozen. De meeste experts raden toepassing van een full-electric warmtepomp aan bij woningen met minimaal energielabel B. Echter bij tussenwoningen is er additionele isolatie door de naastgelegen bebouwing. Vandaar dat een energielabel C al toereikend kan zijn bij tussenwoningen.

### 2. Test geschiktheid woning voor warmtepomp in praktijk in de winter

Indien de woning is geïsoleerd tot minimaal energielabel C wordt aangeraden een test in de praktijk uit te voeren of de woning geschikt is voor toepassing van een full-electric-warmtepomp. Dit wordt gedaan middels de 50 graden test. Vaak is het water in de Cv-ketel rond de 80 graden. Met een warmtepomp wordt de woning echter doorgaans verwarmd met water van maximaal circa 50 graden. De referentiewoning kan deze winter de 50 graden test uitvoeren.

### **Beschrijving 50 graden test:**

1. Het is van belang om de test uit te voeren in een week waarin het buiten koud is. De gemiddelde buitentemperatuur moet tussen de -10 en 4 graden Celsius zijn voor minimaal een week. Dan kan worden ervaren of de woning met een lagere temperatuur comfortabel verwarmd kan worden.

2. De Cv-ketel instellen op 50 graden

In de handleiding van de Cv-ketel staat beschreven hoe dit kan worden uitgevoerd.

3. Test één week

De bewoner moet deze week bijhouden hoe de binnentemperatuur wordt ervaren gedurende de dag. Blijft het comfortabel warm in alle ruimtes of wordt gedurende de dag tocht gevoeld? De bewoner dient wel rekening te houden met het feit dat bij lage temperatuur verwarming het langer duurt voordat de woning is opgewarmd.

4. Uitslag: Geschikt of niet?

Ja, want de woning blijft warm

Is het in huis gedurende de testweek comfortabel warm gebleven? Dan is de woning geschikt om te verwarmen op lage temperatuur door middel van een warmtepomp.

Nee, want de woning is niet comfortabel warm

Indien de woning niet comfortabel warm blijft, dan zijn er in eerste instantie twee betaalbare aanpassingen mogelijk aan het verwarmingssysteem die getest kunnen worden.

Betaalbare aanpassingen indien woning niet geschikt blijkt:

#### 1. Plaats boosters

Boosters zijn kleine ventilatoren die onder of op de radiatoren/convectoren worden geplaatst. De boosters dienen geplaatst te worden in de ruimtes die onvoldoende of te langzaam warm worden. De boosters zorgen voor extra luchtstroming langs het verwarmingselement. Hierdoor wordt de ruimte sneller verwarmd.

#### 2. Laat het verwarmingssysteem waterzijdig inregelen

Bij slechte inregeling van het verwarmingssysteem worden de radiatoren die nabij de Cv-ketel staan als eerste warm. De verwarmingselementen verderop in het Cv-systeem worden dan op een later moment warm om de betreffende ruimte op temperatuur te brengen. Soms worden deze radiatoren zelfs onvoldoende warm. Nadat het verwarmingssysteem waterzijdig goed is ingeregeld worden alle verwarmingselementen even snel warm en staat de Cv-ketel goed afgesteld.

Indien de woning na deze aanpassingen niet comfortabel warm te krijgen is, wordt aangeraden nog te testen op 55-60 graden als alternatief. Wel moet dan opgemerkt worden dat de (propan) warmtepomp minder efficiënt zal werken op hogere temperaturen. Een maximale watertemperatuur van 50 graden heeft daarom in eerste instantie de voorkeur.

Indien de woning ook niet de 55-60 graden test doorstaat, wordt aanbevolen het verwarmingsoppervlak te vergroten. Hierna kan de 50-55-60 graden test opnieuw worden uitgevoerd. Indien een full-electric WP in eerste instantie niet mogelijk is, is een hybride warmtepomp ook een mogelijkheid voor de woning.

*Disclaimer:*

*Voor een hybride warmtepomp is het niet vereist om bij een lage buitentemperatuur van onder de 4 graden Celsius te testen, omdat de hybride warmtepomp bij deze lage temperaturen meestal al is uitgeschakeld en de warmtevoorziening via de Cv-ketel plaatsvindt. Om te bepalen of de woning geschikt is voor de hybride warmtepomp wordt geadviseerd de 50 graden test te doen met een gemiddelde buitentemperatuur van tussen de 4 en de 10 graden Celsius. De hybride warmtepomp kan beschouwd worden als een tussenoplossing in het proces naar een aardgasvrije woning. De gasketel blijft in dit geval echter voorlopig behouden voor de pieklast.*

3. Ga na of de elektrische aansluiting toereikend is voor toepassing van een warmtepomp en elektrisch koken. Verzwaar zo nodig.

Uitgangspunt is dat minimaal een elektrische aansluiting van 3x25 Ampère benodigd is. De warmtepompinstallateur kan aangeven welke elektrische aanpassingen (eventueel) vereist zijn in de groepenkast.

4. Kies een geschikt warmtepomptype (LWP, PVT/WP of bodem/WP)

Van belang is om met meerdere factoren rekening te houden: investering, geluidsoverlast, rendement, maximale benutting (dak)oppervlak, totale kosten op de lange termijn, risico.

5. Vraag offertes op bij installateurs, maak een keuze en laat de warmtepomp installeren.

De installateur verzorgt het definitieve ontwerp van het systeem en geeft ook advies betreffende selectie van warmtepomp modellen en de mogelijke subsidies.

6. Stap over op elektrisch koken indien dit nog niet is gebeurd

7. Ontkoppel de gasketel en ontmantel de gasaansluiting via de netbeheerder

## 6. Ontwerp / technische omschrijving warmtepomp systeem referentiewoning

### Vermogen warmtepomp algemeen

Om het vereiste vermogen te bepalen van een warmtepomp kan als vuistregel worden uitgegaan van het volgende: 80 Watt per m<sup>2</sup> voor tussenwoningen met bouwjaar 1965-1974<sup>7</sup>, energielabel C en een standaard comfortniveau. Het betreft een woning van 92 m<sup>2</sup>. Dit betekent dat een warmtepomp vermogen van 7,4 kW toereikend is (onder assumptie van een bèta factor van 1). Indien wordt gekozen voor een hybride warmtepomp als tussenoplossing kan 50% van het berekende vermogen (bèta factor van 0,5) toereikend zijn. De investeringskosten zijn dan lager terwijl het gasverbruik met circa 80% daalt.<sup>8</sup>

*Disclaimer: bovenstaande is een indicatie. Op basis van (bouw)tekeningen kan een warmteverliesberekening worden opgesteld waarna de specifieke vermogensvraag nader kan worden uitgewerkt. Daadwerkelijke ontwerpen van de warmtevoorziening zijn pas mogelijk wanneer meer details worden verstrekt. In deze fase zijn alleen vermogensindicaties en algemene technische omschrijvingen mogelijk.*

Aangezien een individuele bodem/WP niet goed toepasbaar is voor een tussenwoning wegens de hoge investeringskosten en complexiteit worden twee warmtepomp types voorgesteld: LWP of PVT/WP.

### LWP

Een voorbeeld van een LWP die toegepast kan worden is de Nibe S2125-12. Een dergelijke warmtepomp met propaan als koudemiddel is een serieuze optie voor de referentiewoning. De fabrikant claimt dat voor de installatie van deze warmtepomp geen grote verbouwingen nodig zijn en dat de bestaande afgiftesystemen zoals radiatoren kunnen blijven staan.

Het gemiddelde jaarlijkse elektriciteitsverbruik van de LWP wordt na het delen van de energiebehoefte in kWh door de SPF van de warmtepomp:

770	kWh voor verwarming
1042	kWh voor bereiden van warm tapwater
1.812	kWh voor verwarming en warm tapwater samen

Het extra elektriciteitsverbruik kan gecompenseerd worden door zonnepanelen te plaatsen. Een zon-PV vermogen van circa 2,05 kWp is benodigd om genoeg elektriciteit op te wekken. Dit zijn effectief circa 5 zonnepanelen van 410 Wp per stuk. Het financiële voordeel van zonnepanelen is wel afhankelijk van de salderingsregeling. Deze regeling wordt in de periode 2025 t/m 2033 stapsgewijs afgebouwd.

De LWP wordt aangesloten op een vrije driefase E-groep in de meterkast van de woning.

Zoals eerder gesteld is het belangrijk om geluidsoverlast te voorkomen. Naast dat de selectie van een stille LWP conform fabrieksopgave belangrijk is, kunnen de volgende richtlijnen/aanbevelingen worden aangehouden ter beperking van de geluidsoverlast:

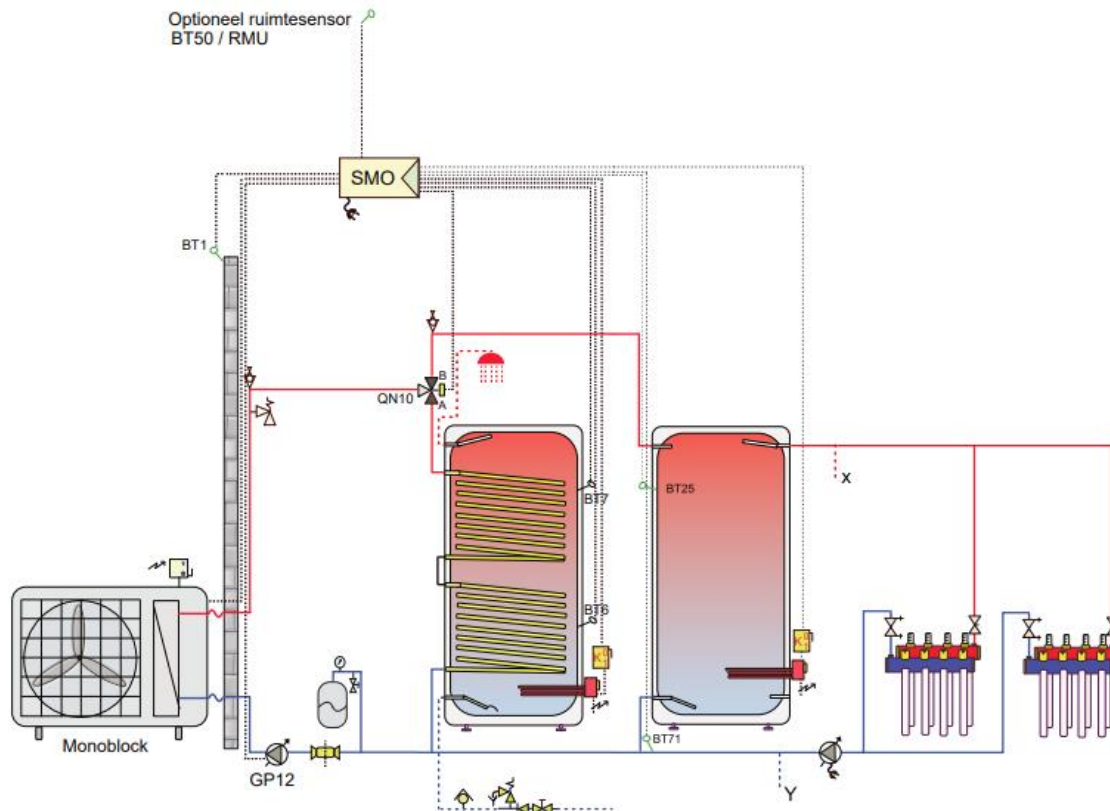
- Plaats de buitenunit niet aan muren van verblijfsruimten.
- Voorkom weerkaatsing van geluid. Plaats de buitenunit niet in nissen met aan drie zijden een muur.
- Plaats de buitenunit niet te dicht bij de burens.
- Richt de buitenunit niet op terrassen of balkons.

<sup>7</sup> Warmtepomp indicatietabel (2019). De indicatie tabel warmtepomp vollast draaiuren per jaar. Zie: <https://warmtepomp-weetjes.nl/uitleg/warmtepomp-indicatietabel/>

<sup>8</sup> Installati&Bouw (2020). Vuistregels voor het kiezen van de juiste warmtepomp. Zie: <https://www.installatieenbouw.nl/artikel/vuistregels-voor-het-kiezen-van-de-juiste-warmtepomp/>

- Plaats de buitenunit niet te dicht bij openslaande ramen en ventilatieroosters van verblijfsruimten.
- Plaats de buitenunit richting de openbare weg en blinde muren.
- Gebruik voor de installatie van de buitenunit flexibele leidingen en (rubberen) trillingsdempers.
- Bij plaatsing van buitenunit op het dak/muur: Let op dat een dak of een muur van steen voldoende massa heeft om trillingen te voorkomen.
- Bij plaatsing van de buitenunit op de grond: Let op dat de ondergrond stabiel is.

Een voorbeeld hydraulisch schema van een LWP staat weergegeven in figuur 1.



Figuur 1: Voorbeeld hydraulisch schema LWP monoblock

### PVT-WP

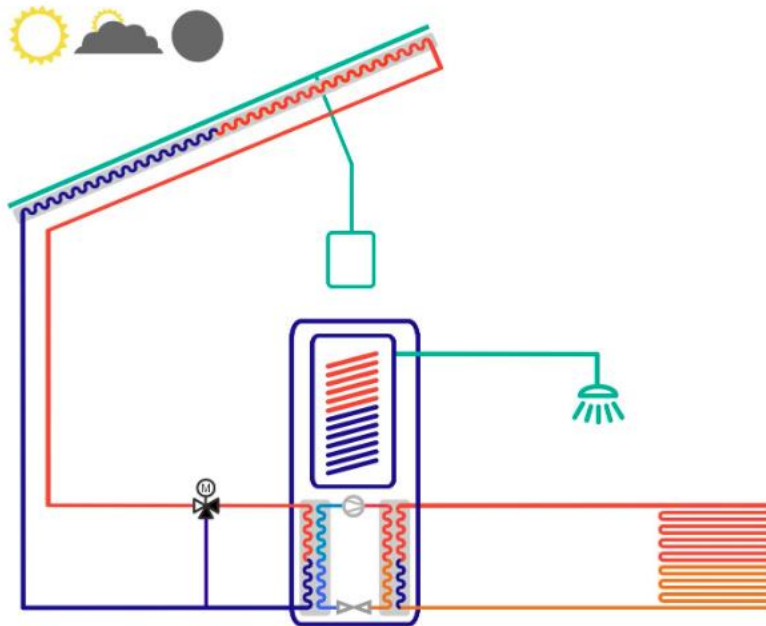
Het bepaalde warmtepompvermogen was gemiddeld per woning ongeveer 7,4 kW. Volgens opgave van PVT-fabrikant Triple Solar is ongeveer 2,7 m<sup>2</sup> PVT benodigd per kW warmtepompvermogen. Dit betekent dat 20 m<sup>2</sup> PVT per woning benodigd is. Elk PVT-paneel heeft een formaat van 2,131 meter x 1,055 meter en een elektrisch vermogen van 450 Wp, Voor de referentiewoning zijn daarom ongeveer 9 PVT-panelen benodigd. Er is ruimte hiervoor, het enige nadeel is dat de panelen op het noorden gericht zijn. Plaatsing is mogelijk, alleen zal er lagere stroomopwekking zijn.

Het gemiddelde jaarlijkse elektriciteitsverbruik per woning wordt na het delen van de energiebehoefte in kWh door de SPF van de warmtepomp:

734 kWh voor verwarming  
1.042 kWh voor bereiden van warm tapwater  
 1.775 kWh per woning voor verwarming, warm tapwater



Indien 9 XL PVT-panelen worden geplaatst wekken deze naast warmte ook circa 3.200 kWh per jaar aan stroom op. Hiermee wordt het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp ruimschoots gecompenseerd en wordt deels ook de elektriciteitsafname voor regulier huishoudelijk verbruik nog gecompenseerd.



*Figuur 2: Schema PVT-WP*



*Figuur 3: Voorbeeld legplan 9 PVT-panelen*



## 7. Indicatie investeringen en eenvoudige terugverdientijd

### Investeringsramingen

In tabel 5 staan de investeringsramingen weergegeven voor diverse maatregelen. Bij het niet doorstaan van de 50-60 graden test wordt aangeraden boosters te plaatsen en/of het verwarmingssysteem waterzijdig in te regelen. Indien verder aanpassingen vereist zijn voor isolatie en/of warmteafgifte wordt aanbevolen de kosten effectiefste maatregelen eerst toe te passen. Vloerisolatie is nog niet toegepast bij de referentiewoning. Verder staat in tabel 5 een investeringsraming voor elektrisch koken en een kostenindicatie voor demontage van de gasketel weergegeven.

Maatregel	Netto- Investering indicatie (€) incl BTW en subsidie
Boosters (5x)	€ 750 <sup>9</sup>
Waterzijdig inregelen verwarming	€ 500 <sup>10</sup>
Het dichten van naden en kieren	€ 100 <sup>11</sup>
Isolatie van de gevel (Spouwmuurisolatie)	€ 690 <sup>11</sup>
HR++ glas	€ 2.400 <sup>11</sup>
Vloerisolatie	€ 1.720 <sup>11</sup>
Dakisolatie	€ 2.900 <sup>11</sup>
LT radiatoren	€ 3.000 <sup>12</sup>
Elektrisch koken	€ 1.500 <sup>11</sup>
Demontage bestaande gasketel	€ 750

Tabel 5: Investeringskosten raming maatregelen indien nodig

Met betrekking tot het overgaan op warmtepompplaatsing staan in tabel 6 de investeringsramingen weergegeven.

	LWP	PVT-WP (9x 450 Wp PVT)	zon-PV 2,05 kWp
Investering incl BTW	€ 19.084	€ 34.625	€ 3.042
BTW teruggave	€ 0	€ 614	€ 172
(ISDE) subsidie	€ 2.100	€ 2.100	€ 0
Netto investering	€ 16.684	€ 31.912	€ 2.870

Tabel 6: Investeringsraming duurzame energie

<sup>9</sup> Prijsopgave product SpeedComfort Trio set

<sup>10</sup> Vereniging EigenHuis, (2021). Waterzijdig inregelen: 5 vragen. Zie <https://www.eigenhuis.nl/energie/maatregelen/duurzaam-verwarmen/waterzijdig-inregelen-veelgestelde-vragen/>

<sup>11</sup> Milieucentraal (2022). Website.

<sup>12</sup> Milieuadviesbureau JMA (2019). Van het gas af: zo doe je dat (en dit kost het). Zie: <https://www.rtlnieuws.nl/economie/life/artikel/4806176/verduurzamen-woning-van-gas-af-warmtepomp-aanleggen-kosten>



### Jaarlijkse kosten investeringen duurzame energie systemen

De aanname is dat het huidige gasverbruik voor CV en tapwater circa 706 m<sup>3</sup> per jaar is. Bij aanname van de gegevens uit tabel 7 zijn de jaarlijkse kosten voor het verbruik van gas voor CV en tapwater ongeveer € 1.024 per jaar in de referentie situatie.

Gasprijs (€/m <sup>3</sup> )	€ 1,45
Elektriciteitsprijs levering energiebedrijf (€/kWh)	€ 0,40
Elektriciteitsprijs opwek zon-PV door afbouw salderen (€/kWh)	€ 0,30
Gasverbruik (CV en tapwater) (m <sup>3</sup> per jaar)	706
Kosten gasverbruik (CV en tapwater) (€ per jaar)	€ 1.024

Tabel 7: Aannames referentiesituatie

De drie investeringsopties zijn doorberekend en vergeleken met de referentiesituatie. Bij de berekening wordt rekening gehouden met de afbouw van de huidige salderingsregeling per 1 januari 2025. In tabel 8 volgt het resultaat:

	0. Gasketel Referentie	1. LWP	2. LWP + zon-PV	3. PVT/WP
<b>Netto investering (€ inclusief BTW)</b>	<b>€ 2.000</b>	<b>€ 16.984</b>	<b>€ 19.854</b>	<b>€ 31.912</b>
Gasverbruik referentiesituatie (m <sup>3</sup> per jaar)	706			
Extra elektriciteitsverbruik (kWh per jaar)	0	1.812	1.812	1.775
Elektriciteitsopwek zon-PV (kWh per jaar)	0	0	1.845	3.645
Kosten gas referentiesituatie (€ per jaar)	€ 1.024			
Kosten ketelonderhoud referentie (€ per jaar)	€ 70			
Kosten netbeheer gas (€ per jaar)	€ 191			
Baten elektriciteit zon-PV (€ per jaar)	€ 0	€ 0	€ 554	€ 1.094
Kosten elektriciteitsverbruik (€ per jaar)	€ 0	€ 725	€ 725	€ 710
Onderhoudskosten nieuw systeem (€ per jaar)	€ 0	€ 108	€ 137	€ 137
Netto besparing tov referentie (€ per jaar)	€ 0	€ 452	€ 977	€ 1.531
Total Cost of Ownership 15 jaar (€)	€ 21.271	€ 29.477	€ 24.475	€ 28.213

Tabel 8: Indicatie terugverdientijden investeringsopties

De gasketel referentie variant heeft de laagste kosten van eigendom over 15 jaar bezien. Dit komt omdat het gasverbruik al laag is. De variant LWP + zonnepanelen heeft daarna de laagste kosten van eigendom over 15 jaar bezien. Deze kosten zijn vooral afhankelijk van de investering en de elektriciteitsprijs. De investeringen zijn aanzienlijk om de woning aardgasvrij te krijgen. Eventueel kan de bewoner hiervoor een duurzaamheidslening met een gunstig rentepercentage van ongeveer 1,9% aanvragen bij de gemeente Ede.



## 8. Finaal concluderend Advies

Energiebreed heeft inzichtelijk gemaakt voor de referentiewoning wat ervoor nodig is om de woning van het aardgas af te krijgen. Omdat het een tussenwoning betreft is het warmteverlies beperkt aan de zijkanten van de woning. De tussenwoning heeft verder energielabel C waardoor er een grote kans is dat de woning al direct geschikt is voor een hybride of full-electric warmtepomp. Om de geschiktheid van de woning te bepalen voor toepassing van een full-electric warmtepomp wordt de uitvoer van de 50 graden test aanbevolen bij een gemiddelde buitentemperatuur van onder de 4 graden Celsius. Om de geschiktheid van de woning te bepalen voor toepassing van een hybride warmtepomp wordt de uitvoer van de 50 graden test aanbevolen bij een gemiddelde buitentemperatuur van tussen de 10 en 4 graden Celsius. Een hybride warmtepomp kan beschouwd worden als een tussenoplossing naar een aardgasvrije woning toe.

Indien de bewoner direct naar aardgasvrij toe wil gaan wordt aangeraden de 50 graden test voor een full-electric warmtepomp te doen. Indien deze test in eerste instantie niet wordt gehaald, wordt aanbevolen kosteneffectieve (aanvullende) maatregelen uit te voeren zoals het plaatsen van boosters op de radiatoren en het waterzijdig inregelen van het verwarmingssysteem. Indien daarna nog steeds niet de 50 graden test wordt behaald wordt aangeraden nog te testen op 55-60 graden, hoewel bij deze temperaturen een (propan) warmtepomp minder efficiënt zal werken. Een maximale watertemperatuur van 50 graden heeft daarom in eerste instantie de voorkeur. Als de 55-60 graden test ook niet behaald wordt dient er verder te worden geïsoleerd en/of zijn er aanpassingen vereist aan het warmte-afgifte systeem. Indien (eventueel na het uitvoeren van aanpassingen) de woning geschikt blijkt om een warmtepomp te plaatsen wordt toepassing van een warmtepomp met propaan als koudemiddel aanbevolen. De reden hiervoor is dat deze type warmtepompen milieuvriendelijker zijn en dat deze warmtepompen relatief efficiënt hogere temperaturen kunnen genereren waarmee warm tapwater gemaakt kan worden.

Betreffende toepasbare warmtepomp types zijn er 2 opties: een lucht/water warmtepomp (LWP) of zon-thermische (PVT) panelen met warmtepomp (PVT/WP). Een warmtepomp met bodemenergie (bodem/WP) wordt niet aanbevolen gezien de hoge investeringskosten en complexiteit. De LWP heeft een relatief lage investering, echter is er bij dit type warmtepomp een kans op geluidsoverlast. In een dichtbebouwde omgeving is dit een factor van belang. Er wordt daarom bij keuze voor een LWP aanbevolen een goede selectie van een stille LWP te maken en maatregelen te treffen om eventuele geluidshinder te voorkomen. Een warmtepomp zorgt voor een stijging van het elektriciteitsverbruik. Het wordt aanbevolen dit extra elektriciteitsverbruik te compenseren door het plaatsen van zonnepanelen zodat er ook elektriciteitsopwekking plaatsvindt. Het financiële voordeel hiervan is wel afhankelijk van de salderingsregeling. Deze regeling wordt in de periode 2025 t/m 2033 stapsgewijs afgebouwd. Bij de PVT/WP wordt al automatisch extra elektriciteit gegenereerd aangezien de PVT panelen ook stroom opwekken. De referentiewoning heeft eventueel dakruimte beschikbaar om extra zonnepanelen te plaatsen om eventueel ook nog het reguliere huishoudelijke elektriciteitsverbruik te compenseren. Qua kosten van eigendom scoort de gasketel als 0 referentie nog het beste. Dit komt door het lage gasverbruik en de lage investering voor een gasketel. Daarna scoort de LWP in combinatie met zonnepanelen het beste. Als derde volgt de PVT/WP. Qua kosten van eigendom scoort de LWP zonder zonnepanelen als laagste aangezien de extra kosten voor elektriciteitsafname dan niet gecompenseerd worden. De investeringen zijn aanzienlijk om de woning aardgasvrij te krijgen. Eventueel kan de bewoner hiervoor een duurzaamheidslening met een gunstig rentepercentage van ongeveer 1,9% aanvragen bij de gemeente Ede.

