

Onderzoek haalbaarheid gesloten bodewarmtesysteem

Windmolenweg e.o. te Merkelbeek

September 2024
Jos Timmermans

Inhoud

1. Inleiding.....	3
2. Werking van een warmtepomp.....	3
3. Soorten warmtepompen.....	4
4. Waarom bodemwarmte.....	4
5. Onderzoek.....	5
6. Voor en nadelen warmtepompen.....	7
7. Financieel rekenvoorbeeld.....	7
8. De aanbesteding.....	8
9. Ontwikkelingen.....	8
10. Conclusies.....	9

1. Inleiding

In de Windmolenweg te Merkelbeek staan een groot aantal woningen uit de vrije sector. In oktober 2022 is het plan opgevat de bewoners van deze weg te benaderen om ze te bewegen hun woning te verduurzamen waar nog nodig en hiermee de woning geschikt te maken voor verwarming met een bodemwarmtepomp om uiteindelijk geheel van het gas af te kunnen.

Daartoe is een eerste bijeenkomst georganiseerd waarin een en ander nader is uitgelegd. In deze bijeenkomst is door de deelnemers gevraagd het initiatief uit te breiden. Vervolgens zijn een drietal bijeenkomsten georganiseerd voor mensen uit aanliggende straten en voor bewoners uit Merkelbeek die geselecteerd zijn op geschiktheid van de woning¹. Ook zijn enkele bewoners van buiten de kern Merkelbeek aangesloten.

Door de uitbreiding is het plan groter geworden dan oorspronkelijk gedacht en is samenwerking gezocht met ImpulZ Energiecoöperatie Beekdaelen. Zo kan gebruik gemaakt worden van elkaars aanwezige kennis.

In het najaar van 2022 en vroege voorjaar van 2023 zijn drie bijeenkomsten voor woningeigenaren gehouden met ca. 40 deelnemers. Daaruit zijn uiteindelijk 14 geïnteresseerden overgebleven.

Het initiatief is besproken met de gemeente en ingebracht bij de Duurzaamheidstafel. Van de Duurzaamheidstafel is subsidie verkregen om te onderzoeken of de bodem in Merkelbeek en omstreken geschikt is om (voldoende) warmte te onttrekken voor het verwarmen van woningen.

2. Werking van een warmtepomp

De werking van een warmtepomp is te vergelijken met een koelkast. Een koelkast koelt doordat hij warmte verzamelt uit de lucht in de koelkast en die afgeeft aan de lucht buiten de koelkast. Een warmtepomp verzamelt warmte uit de buitenlucht, bodem of het water, verhoogt de temperatuur met behulp van elektriciteit en verdamping en comprimeren van gassen en geeft die warmte binnen in huis af. Een warmtepomp kan met 1 kilowattuur aan stroom 3 tot 5 kilowattuur aan warmte maken. Vergelijk dit eens met een elektrisch kacheltje, cv-ketel of elektrische vloerverwarming; die produceren van 1 kilowattuur stroom 1 kilowattuur warmte.

Hoe efficiënt een warmtepomp met energie omgaat, wordt meestal uitgedrukt als COP: Coëfficiënt of Performance. Het rendement is niet het hele jaar door gelijk: het hangt bijvoorbeeld af van de buitentemperatuur, hoe je de warmtepomp gebruikt en in wat voor woning hij staat. Daarom wordt vaak de 'Seasonal Coefficient of Performance' (SCOP) gebruikt, het jaargemiddelde. Met de SCOP kun je het gemiddelde rendement van warmtepompen met elkaar vergelijken. Een SCOP van 4,0 wil zeggen dat er 4 keer zoveel warmte door de pomp wordt geleverd als er aan elektrische energie in gaat. Eén kWh elektriciteit levert dus 4 kWh warmte op. Je kunt ook zeggen dat de warmtepomp dan een rendement van 400% heeft. Op deze manier kun je een warmtepomp ook vergelijken met bijvoorbeeld een cv-ketel. Een moderne hr-ketel heeft voor verwarming een rendement van ongeveer 93%. Gewone elektrische verwarming heeft een rendement van 100%.

¹ De selectiecriteria zijn: Woning goed geïsoleerd, bouwjaar vanaf 1995, vrijstaand danwel halfvrijstaand, bewoond door eigenaar.

3. Soorten warmtepompen

De meest voorkomende warmtepomp soorten die gebruikt worden in Nederland zijn: lucht-lucht, lucht-water, water-water, bodem-water en hybride warmtepompen. Elke warmtepomp systeem heeft zijn eigen warmtebron.

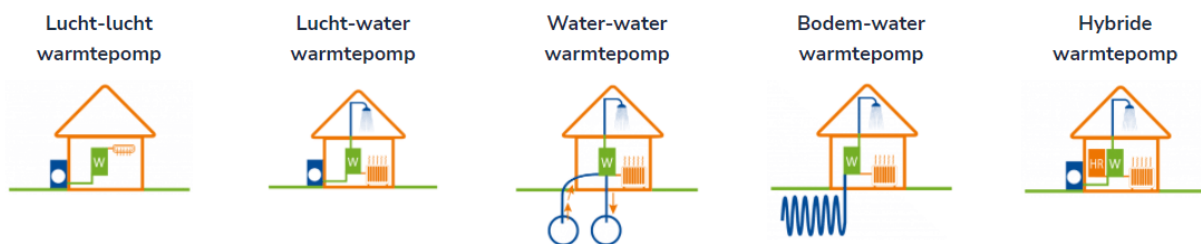
De lucht-lucht warmtepomp gebruikt de buitenlucht als bron, de warmte wordt uit de lucht gehaald en in de woning afgegeven. Een voordeel van dit soort warmtepomp is dat het ook ingezet kan worden als airco. Een luchtwarmtepomp werkt hetzelfde als een airco, een airco die kan verwarmen is in principe een luchtwarmtepomp. Je kan dus ook duurzaam verwarmen met een airco. Bij een grote warmtevraag echter minder geschikt.

De lucht-water warmtepomp gebruikt de buitenlucht of ventilatielucht als bron. Er wordt energie uit de lucht gehaald en omgezet naar warmte. Deze warmte wordt overgedragen aan het verwarmingssysteem en (eventueel) het tapwater in de woning.

De water-water warmtepomp haalt zijn energie uit een vloeibaar medium, b.v. grondwater, oppervlaktewater of rioolwater. Uit het water wordt door middel van een warmtewisselaar temperatuur ontnomen. De opgewekte warmte wordt door de warmtepomp op temperatuur gebracht en gebruikt om het huis en het tapwater te verwarmen.

De bodem-water warmtepomp gebruikt de bodem als warmtebron. Er wordt een buizensysteem verticaal of horizontaal in de bodem aangelegd, afhankelijk van het grondoppervlak. Dit wordt ook wel een gesloten bron genoemd. Door dit buizensysteem circuleert een vloeistof die de warmte uit de grond opneemt. De warmtepomp zet deze warmte om naar een hogere temperatuur om de woning en het tapwater te verwarmen.

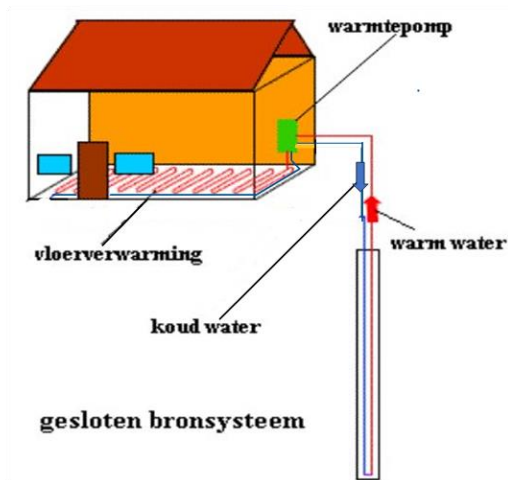
Een hybride warmtepomp is een warmtepomp die werkt in combinatie met een cv-ketel. De warmtepomp is zeer geschikt voor bestaande woningen waar momenteel een gasketel aanwezig is. Er zijn verschillende soorten warmtepompen die hybride zijn.



4. Waarom bodemwarmte

Een overweging om te kiezen voor een bodem-water warmtepomp is dat de meeste woningen over een CV-installatie beschikken en verwarmd worden door warmwater dat door leidingen in de vloeren en door radiatoren stroomt. Een tweede overweging is dat in de koude periodes de lucht-water warmtepomp het moet doen met luchttemperaturen van dat moment. Er is ook veel energie nodig voor het ontdooien (de-frosten) van de warmtewisselaar. Het rendement van een lucht-waterwarmtepomp is dan in die periode vrij laag terwijl een bodemwarmtepomp warmte uit de bodem onttrekt met een hogere temperatuur.

De bodemtemperatuur ligt in veel gebieden tussen de 10 en 14 graden, zowel in de zomer als in de winter, dat is gunstig voor het rendement van deze warmtepomp. Niet alle gebieden zijn geschikt voor bodemwarmtepompen. Slecht waterdoorlatende gebieden zijn niet geschikt. Er dient ook stromend grondwater aanwezig te zijn waarmee de bodemtemperatuur behoudt.



Uiteindelijk is voor onderzoek gekozen t.b.v. een zogenoemd gesloten bronsysteem waarvan de principewerking in het plaatje hiernaast is weergegeven. Het warme CV-water stroomt door de leiding in de vloer en door radiatoren en koelt geleidelijk af. Het koude CV-water gaat naar de warmtepomp en wordt daar met een warmtewisselaar opgewarmd met de warmte onttrokken aan de relatief warme circulatievloeistof. De afgekoelde circulatievloeistof wordt via de circulatieleiding naar de bron om temperatuur op te halen.

Figuur 4.1 principewerking gesloten bronsysteem

5. Onderzoek

Wil een gesloten bronsysteem haalbaar toegepast worden in Merkelbeek dient te worden onderzocht:

1. of voldoende warmte uit de bodem verkregen kan worden en
2. of de betrokken woningen geschikt zijn om te verwarmen met warmtepompen.

Ad 1:

Om antwoord te krijgen op de eerste vraag is in juni 2023 opdracht verstrekt aan IF Technologie om onderzoek te verrichten en antwoord te geven op de volgende vragen:

- Is de bodem hier ter plekke geschikt om bodemwarmte te onttrekken.
- Welke temperatuur kan naar schatting gewonnen worden en gedurende welke periode.
- Tot welke diepte is een economische onttrekking mogelijk.
- Is het juridisch haalbaar warmte uit bodem te winnen en welke vergunningen zijn nodig?
- Welke subsidies zijn beschikbaar.

Op basis van het uitgevoerde haalbaarheidsonderzoek zijn de volgende conclusies getrokken ten aanzien van de toepassing van gesloten bodemenergiesystemen voor de locaties in Merkelbeek:

- Op basis van de beschikbare informatie en de huidige (boor)technieken wordt geconcludeerd dat de bodemopbouw op de locatie tot grote diepte (300 m onder maaiveld (mv)) geschikt is voor het toepassen van boorgaten met bodemlussen ten behoeve van gesloten bodemenergiesystemen. Bodemlussen kunnen gerealiseerd worden tot een diepte van circa 300 m-mv.
- Op een diepte van 15 tot 135 m en 225 tot 300 m bevinden zich watervoerend pakketten met een goede snelheid. Dat is gunstig voor de aanvoer van temperatuur.
- De bodemtemperatuur tot een diepte van 300 meter ligt tussen de 10 en 12 graden. Het circulatiewater in het bronsysteem (zie figuur 4.1) is dus maximaal 12 graden. Per strekkende meter boring is 0,0253 kW beschikbaar (boorbedrijven geven aan dat 0,035 kW en meer mogelijk is).
- Uit het onderzoek is geconcludeerd dat geen technische en juridische risico's aanwezig zijn die de realisatie en exploitatie van de beoogde gesloten bodemenergiesystemen op de locatie in de weg staan. Voor het gesloten bodemenergiesysteem moet bij het bevoegd gezag de Melding aanleg gesloten bodemenergiesysteem buiten inrichtingen de Melding gesloten bodemenergiesystemen binnen inrichtingen worden gedaan.²
- Op dit moment wordt nader geohydrologisch onderzoek niet nodig geacht.
- Volgens IF zijn de volgende subsidies mogelijkheden³:
 - Ca. 30% ISDE subsidie op de warmtepomp.
 - Ca. 30 % voor isolerende maatregelen, bij 2 of meer maatregelen wordt de subsidie verdubbeld.

Ad 2:

Gelijktijdig met het onderzoek van IF Technologie zijn de woningen van de deelnemers onderzocht op geschiktheid voor warmtepompen door Woningkeur uit Kerkrade. Het onderzoek gaat uit van conservatieve waarden. Het energieverbruik van sommige woningen kon niet altijd teruggevonden worden in de beoordelingen. De oorzaak daarvan is terug te leiden naar methode Beng⁴ uit NTA 8800:2023.

² Tot 200 meter diepte volstaat voor de aanleg een melding bij bevoegd gezag. (Provincie)

³ Volgens de Woonwijzerwinkel is het Project uniek en zijn subsidie kansen bij provincie goed.

Er zijn gunstige leningen bij de provincie beschikbaar.

Het Warmtefonds verstrekt ook gunstige leningen. Bij een verzamelinkomen < € 60.000,- is geen rente verschuldigd. Indien de terugbetaling door omstandigheden niet mogelijk blijkt kan vrijstelling verleend worden. De lening wordt tot hoge leeftijd verstrekt.

⁴ BENG (Bijna Energieneutrale Gebouwen) is een verplichte rekenmethode om de energiezuinigheid van een nieuw of bestaand gebouw te berekenen. Deze verplichting komt voort uit de [Europese richtlijn Energieprestatie gebouwen](#) (richtlijn 2010/31/EU). De uitkomst van een BENG-berekening wordt uitgedrukt in drie getallen, de BENG-indicatoren. BENG draait om de energieprestaties die bij het basisgebruik van het gebouw horen, zoals verwarming, koeling, ventilatie en in de utiliteitsbouw ook verlichting. Toegevoegde apparaten als koelkasten en computers worden niet meegenomen in de berekening.

Deze houdt geen rekening met kleine maatregelen die bewoners genomen hebben, het gedrag dat verbruik beïnvloed en ook niet met de enorme ontwikkeling die fabrikanten van warmtepompen in korte tijd hebben gerealiseerd. Zo is het rendement van warmtepompen verbeterd en zijn hogere temperaturen mogelijk.

6. Voor en nadelen warmtepompen

Warmtepompen hebben voor- en nadelen. Om niet uitpuftend te zijn, zijn de bodemwarmtepomp en de lucht-water warmtepomp op enkele punten met elkaar vergeleken:

Bodemwarmtepomp	Lucht / water
Hoge investering	Minder investeren
Minder lawaai 43/48 DB	Meer lawaai 57 DB
Makkelijker plaatsen (in schuurtje)	In de vrije lucht (lawaai)
Levensduur 20/25 jaar	Levensduur 15/20 jaar
Lager verbruik COP 5	Hoger verbruik bij lage temperaturen COP 4 of lager
Koelen met rendement	Eenvoudige montage
Meer gedoe bij aanleg	Rendement afhankelijk van lucht temperatuur.
Niet temperatuur gebonden	

7. Financieel rekenvoorbeeld

Warmtepompen zijn in vele kwaliteiten en prijsklassen op de markt. ISDE subsidie is beschikbaar. Hoe hoger de kwaliteit hoe meer subsidie. Voor een gemiddelde woning zijn warmtepompen met een vermogen van 8 KW beschikbaar. Inclusief boiler en installatie en rekening houdend met subsidie zijn de kosten ca € 8500,-.

Zonnepanelen zijn bij het schrijven van dit verslag tegen lage prijzen ca. € 1,- per wattpiek (WP) te koop. Dat leidt tot een kostprijs per kW, over 15 jaar gerekend, van € 0,08 tot € 0,12 per kW opgewekt. De salderingsregeling blijft hierbij buiten beschouwing.

Bij een gasverbruik van 1500 m³ hoort een stroomverbruik door een warmtepomp van ongeveer 3500 kW. Als de stroom opgewekt wordt door zonnepanelen zijn de stroomkosten over 15 jaar gerekend: $3500 \times 15 \times € 0,10 = € 5250,-$

Indien deze stroom ingekocht moet worden tegen het huidig tarief van € 0,25 dan zijn de kosten $3500 \times 15 \times € 0,25 = € 13.125,-$

In dit voorbeeld zijn de kosten van het gasverbruik tegen de huidige prijs van € 1,35 over 15 jaar: $1500 \times 15 \times € 1,35 = € 30.375.$

Opgemerkt mag worden dat de verwachting is dat de gasprijs de komende 15 jaar substantieel zal stijgen terwijl de overheid de prijs van stroom zo laag mogelijk zal houden.

8. De aanbesteding

Nadat alle actoren bekend waren is in de periode november/december 2023 een deelnemers bijeenkomst georganiseerd. In deze bijeenkomst zijn de uitslagen van de onderzoeken bekend gemaakt en waar nodig toelichting verstrekt.

Daarnaast is geïnventariseerd wie verder wil met een aanbesteding. Daar zijn na een bedenkerperiode uiteindelijk 14 deelnemers van overgebleven.

Op 14 februari zijn de prijsaanvragen verstuurd naar aanvankelijk 5 bedrijven. Bij 2 bedrijven zijn bodemwarmtepompen aangevraagd en bij drie bedrijven lucht-waterwarmtepompen. Omdat niet adequaat gereageerd is zijn daar later 2 bedrijven aan toegevoegd.

Einde maart 2023 zijn 7 offertes met daarin een indicatie van de prijzen beschikbaar:

- Voor bodemwarmtepompen van 8 tot 12 kW en in prijs variërend van € 23.000,- tot € 50.000,- inclusief installatie en boiler.
- Voor lucht-waterwarmtepompen van 8 tot 12 kW in prijs variërend € 8200,- tot € 15.000,- inclusief installatie en boiler.

De aanbieders hebben aangegeven dat alle prijzen als indicatief te beschouwen zijn omdat zij de locaties niet bezocht hebben.

9. Ontwikkelingen

Er zijn een aantal ontwikkelingen te noemen die het gebruik van warmtepompen, ook zonder hybride, binnen bereik brengen:

- Verwarmingen zijn in het verleden ontworpen op -15 graden buitentemperatuur en een windsnelheid van 10 meter/sec; **nu -10 graden, windsnelheid afhankelijk van woning.**
- Dubbele beglazing is meestal **al significant verbeterd.**
- Ontwerp binnentemperatuur was 21 graden, badkamer 23 graden, slaapkamer 18 graden; **nu 20 graden, slaapkamer 18 graden (de praktijk is geen verwarming in de slaapkamer), voor de badkamer is men al tevreden met 18 graden, voor de douche neemt men kortstondig bijverwarming.**
- De keteltemperatuur bij ontwerp is 80 graden; **nu is heel vaak 50 graden voldoende.**
- De kwaliteit van ramen en deuren is substantieel verbeterd.

Al deze facetten komen te weinig terug in de berekeningen waarbij gedrag ook een grote rol speelt. Lopende de bovengenoemde onderzoeken, hebben veel deelnemende woningeigenaren op eigen initiatief hun woningen verduurzaamd op allerlei manieren. In de groep waarmee contact was in de bijeenkomsten blijkt dat hun energieverbruik voor verwarming vaak gehalveerd is.

Lucht-waterwarmtepompen zijn in de laatste 2 jaar sterk verbeterd waardoor hun rendement hoger is. Dat maakt ze aantrekkelijk. Door toepassing van het koudemiddel propaan in warmtepompen zijn deze in staat water tot wel 75 graden te verwarmen. Dankzij deze hoge watertemperatuur kunnen meer huishoudens overstappen op een warmtepomp, ook als het om oude woningen gaat. De bestaande hoge temperatuur verwarmingsradiatoren (HTV-radiatoren) kunnen meestal blijven en er is geen grondige renovatie niet nodig. Maar ook dan is het nemen van energiebesparende maatregelen zeer zinvol.

Op het gebied van opslag van energie worden veel initiatieven genomen. Het surplus aan opgewekte energie kan worden opgeslagen als warmte in bijvoorbeeld basaltaccu's, in vaten en zelfs in kunststofzakken.

De energie kan ook als elektriciteit opgeslagen worden in batterijen. De ontwikkeling hiervan staat niet stil en de verwachting is dat de vraag naar thuisbatterijen in de komende jaren zal groeien waardoor ze goedkoper worden. De prijzen zijn gezakt naar € 250,- per kW opslag. Daarmee verbeterd het rechtstreeks verbruik uit zonnepanelen sterk. De benodigde systemen inclusief software zijn op de markt beschikbaar. Met de opkomst van dynamische tarieven (het tarief wordt elk uur van de dag bepaald aan de hand van de marktprijs van dat moment) komt renderend gebruik van accu's in beeld.

Een goed alternatief voor de opslag van energie is de productie van waterstof. Hard gewerkt wordt aan de verbetering van de efficiëntie van de installaties die ervoor moeten zorgen dat de productie aanzienlijk opgeschaald wordt door de verliezen te beperken. De overheid heeft bepaald dat waterstof de komende decennia voor de industrie bedoeld zijn.

10. Conclusies

Bodemwarmtepompen zijn technisch goed mogelijk op de beoogde lokatie. Financieel nog een uitdaging. Het is lastig de voordelen van een bodemwarmtepomp in financiële kaders te plaatsen. De levensduur van de bron is echter tientallen jaren, zo niet gelijk aan de levensduur van de woning. Zodra de salderingsregeling verdwijnt zijn bodemwarmtepompen beter renderend. Het energieverbruik is immers in de drie koudste maanden hoog. Een bodemwarmtepomp gebruikt immers watertemperatuur van 10-12 graden tegen de lucht-waterwarmtepomp die het moet doen met de luchttemperatuur van het moment.

Lucht-waterwarmtepompen zijn sterk verbeterd in de afgelopen periode, daarmee aantrekkelijk en kunnen inmiddels ook in minder goed geïsoleerde woningen worden toegepast.

Opslag van energie opslag voor de kort termijn (enkele dagen) is heel goed mogelijk. Opslag over een langere termijn is nog onvolwassen maar wel in ontwikkeling.

Vervolg en afronding

Nu alle mogelijkheden en prijsniveaus inzichtelijk zijn, hebben 7 deelnemers besloten een vervolg te geven aan het project en een serieuze offerte te willen. Vier daarvan kiezen voor een bodemwarmtepomp. Op basis van deze offertes zal ieder voor zich moeten bepalen of het onttrekken van warmte via een gesloten bronsysteem economisch aantrekkelijk is.

Voor ImpulZ is het project hiermee afgerond en zal het offertetraject en eventueel de uitvoering (boren van de putten en installeren van het bronsysteem en warmtepomp) niet verder begeleiden.