

# Eindrapport TEUE-01831

Innovaties Helena all-electric concept



Maart 2020

**Datum:**

26-03-2020

**Opdrachtgever:**

Rijksdienst voor Ondernemingen (RVO)  
Innovaties aardgasvrijwijken, woningen en gebouwen  
TEUE-01831 Innovaties Helena all-electric concept

**Opdrachtnemers**

Helena Sustainable Innovations B.V. (Penvoerder)  
Vaillant Group Netherlands B.V.  
Geo-Energie B.V.  
FuturePower4all B.V.  
Collective Minds Group  
Dregmans Holding B.V. (Dregmans)

**Auteur:**

Ir. A.F.A. Verhaaren  
Helena Sustainable Innovations B.V.

**Projectnummer:**

RVO: TEUE-01831  
Helena: P2018-13

:

## Inhoud

Samenvatting .....	7
1.0 GEGEVENS PROJECT .....	8
2. INHOUDELIJK EINDRAPPORT .....	9
2.1 Inleiding .....	9
2.2 Doel.....	9
2.3 Werkpakketten .....	9
2.4 Deelnemers.....	10
2.5 Werkwijze .....	12
2.6 Resultaat.....	13
2.7 Leerervaringen.....	23
2.8 Aanbevelingen .....	24
3.0 UITVOERING VAN HET PROJECT .....	28
3.1 Projectwijzigingen.....	28
3.2 Werkelijk gemaakte kosten	28
3.3 Kennisverspreiding .....	28
3.4 Public Relations .....	28
Referenties .....	28
Lijst van begrippen en afkortingen .....	29
Bijlagen.....	30
Bijlage WP1 - Compact all-electric systeem.....	31
1.1 Doel.....	31
1.2 Werkwijze .....	31
1.3 Resultaat.....	32
1.3.1 Eerste installatie warmtepompsysteem met Vaillant	32
1.3.2 Tweede installatie warmtepompsysteem met PicoEnergy	36
1.3.3 Derde installatie warmtepompsysteem met Nibe	38
1.3.4 Ontwikkeling toekomstige generatie warmtepomp	41
1.3.5 Energieprestatie	43
1.3.6 Jaarlijks energieverbruik proefwoning	43
1.4 Leerervaringen.....	44

1.5 Aanbevelingen .....	45
Bijlage WP 2 - Monitoring, dashboard en service webportaal	46
1.0 Doel.....	46
2.0 Werkwijze .....	46
3.0 Resultaat.....	47
4.0 Leerervaringen.....	49
5.0 Aanbevelingen .....	49
Bijlage WP 3 - Slim elektrisch opslagsysteem met EV-auto ...	50
1.0 Doel.....	50
2. Werkwijze .....	50
3.0 Resultaat.....	50
3.1 Belasting huisaansluiting	50
3.2 Energiemanagementsysteem	52
3.3 Multifunctionele omvormer gekoppeld aan energiemanagementsysteem	53
4.0 Leerervaringen.....	54
5.0 Aanbevelingen voor verder onderzoek en ontwikkeling	55
Bijlage WP 4 - Gesloten bodemenergiesysteem voor huizenblok	56
1.0 Doel.....	56
2.0 Werkwijze .....	56
3.0 Resultaat.....	56
3.1 Methode	56
3.2 Pilot fase 1 Proefwoning Briellestraat aardgasvrij	58
3.3 Pilot fase 2 – Huizenblok Berkelse Wal aardgasvrij	61
4.0 Leerervaringen.....	67
5.0 Aanbevelingen .....	67
Bijlage WP 5 - Nieuwe boormethode voor installatie bodemlus	68
1.0 Doel.....	68
2.0 Werkwijze .....	68
3.0 Resultaat.....	69
4.0 Leerervaringen.....	71
5.0 Aanbevelingen .....	71
Bijlage WP 6 – Ontwikkeling Totaalpakket .....	72
1.0 Doel .....	72



2.0 Werkwijze.....	72
2.1 2-sporenstrategie .....	72
3.0 Resultaat .....	73
3.1 Warmtekoudebron .....	73
3.1.1    Natuurkundige eigenschappen	73
3.1.2    Selectie warmtebron	73
3.2 Selectie Bodemregeneratiesysteem	75
3.3 Selectie diep gesloten bodemenergiesysteem	76
3.3.1    Diep gesloten bodemenergiesysteem	76
3.3.2    Lokaal ondiep gesloten Bodemenergieconcept	78
3.3.3    Centraal gesloten bodemenergiesysteem	79
3.4 Helena all-electric energiemanagementsysteem	80
3.4.1    Optimale energie-efficiënte	80
3.4.2    Optimale benutting van de eigen opgewekte warmte en stroom	80
3.4.3    Vermindering van het energieverbruik	81
3.4.4    Vermindering van de piekbelasting in het lokale elektriciteitsnet	81
3.5 Wijkuitvoeringsplan.....	81
3.5.1    Selectie woonwijk	81
3.5.2    Selectie gesloten bodemenergiesysteem	82
3.6 Installatie scope.....	83
3.6.1    Warmtekoude nutsvoorziening	83
3.7 Selectie aanlegstrategie.....	84
3.7.1    Alle woningen een warmtekoude-aansluiting met bodemlus	84
3.7.2    Alleen deelnemende woningen een aansluiting individuele bodemlus	86
3.7.4    Vergelijking aanlegstrategiën	88
3.8 Selectie bedrijfsmodel .....	88
3.8.1    Individueel bodemenergiesysteem in eigendom van woningeigenaar	88
3.8.2    Collectief bodemenergiesysteem in eigendom van VVE of Woco	89
3.8.3    Collectief bodemenergiesysteem in eigendom van warmtebedrijf	90
3.9 Organisatiestructuur.....	91
3.10 Ontwikkeling & realisatie en Exploitatie	93
3.11 Financieel.....	94
3.11.1    Algemeen	94
3.11.2    Warmtekoudenutsvoorziening	95

3.11.3 Woning gebonden installatie .....	95
4.0 Leerervaringen .....	96
5.0 Aanbevelingen .....	96
Bijlage WP 7 - Methodiek voor het verkrijgen van draagvlak .....	97
1.0 Doel .....	97
2.0 Werkwijze.....	97
3.0 Resultaat .....	97
3.1 Inventarisatie draagvlak .....	97
3.2 De eerste stappen naar het verkrijgen van draagvlak .....	98
3.3 Communicatietraject .....	99
3.4 Klantvraag .....	99
4.0 Leerervaringen .....	99
5.0 Aanbevelingen.....	100
Bijlage WP 8 - All-electric concept voor woningcorporaties..	101
1.0 Doel .....	101
2.0 Werkwijze.....	101
3.0 Resultaat .....	101
3.1 Resultaat gesprekken .....	101
3.2 Specifiek gerichte aanpak voor woningcorporaties .....	102
4.0 Leerervaringen .....	102
5.0 Aanbevelingen.....	103

## Samenvatting

Dit eindrapport beschrijft de doelstelling, de werkwijze, de resultaten, leerervaringen en aanbevelingen van het project Innovaties Helena all-electric concept.

Dit innovatie project maakt deel uit van de 2-sporenstrategie die door het Helena Consortium en partners is uitgezet om te komen tot een versnelde en betaalbare energietransitie van de bebouwde omgeving.

Het doel van dit innovatieproject is om met innovaties het Helena all-electric concept verder te ontwikkelen tot een aanpak die geschikt is om bestaande wijken betaalbaar en versneld aardgasvrij te maken en tevens deze aanpak toegankelijk te maken voor niet alleen grote organisaties als woningcorporaties maar ook voor de particuliere woningeigenaren.



Proefwoning Briellestraat Berkel & Rodenrijs

Het innovatieproject is opgedeeld in 8 werkpakketten. Deze pakketten maken integraal onderdeel uit van het Helena all-electric concept en betreffen de ontwikkeling van een:

1. compact plug & play all-electric systeem (WP-1);
2. energie-monitoringsysteem (WP-2);
3. slimme manier om elektriciteit op te slaan en te managen (WP-3);
4. methodologie voor grootschalige toepassing van gesloten bodemlussen (WP-4);
5. nieuwe boormethode geschikt voor bestaande woonwijken (WP-5);
6. laagdrempelig totaalpakket inclusief financiering (WP-6);
7. methodiek voor verkrijgen van draagvlak (WP-7) en
8. all-electric aanpak voor woningcorporaties (WP-8).

Het resultaat van deze innovaties is dat het mogelijk is geworden zonder ingrijpende aanpassingen aan de woningen bestaande label A/B woonwijken versneld en betaalbaar aardgasvrij te maken met lokaal opgewekte bodemenergie.

De aanbevelingen voor verder onderzoek en ontwikkeling zijn opgenomen in het Meerjarig Missiegedreven Innovatie Programma (MMIP) voor de bebouwde omgeving, waarvoor door RVO eind 2019 aan het Helena Consortium een meerjarige subsidie is verstrekt.

Dit MMIP innovatie project maakt het mogelijk om het Helena all-electric concept verder te ontwikkelen, zodat met deze grootschalige aanpak ook oudere pluriforme woonwijken met een minder goed geïsoleerde bouwschil versneld en betaalbaar aardgasvrij gemaakt kunnen worden.

## 1.0 GEGEVENS PROJECT

Projectnummer : TEUE-01831

Projecttitel : Innovaties Helena all-electric concept

Penvoerder en deelnemers:

- Helena Sustainable Innovations B.V. (penvoerder)
- Valliant Group Netherlands B.V.
- Geo-Energie B.V.
- FuturePower4all B.V
- Collective Minds Group
- Dregmans Holding B.V.

## 2. INHOUDELIJK EINDRAPPORT

### 2.1 Inleiding

Op initiatief van Helena Sustainable Innovations (HelenaSI) is eind 2017 als proef een bestaande tussenwoning aan de Briellestraat in Berkel en Rodenrijs van het gas los naar all-electric (bijna nul op de meter (NOM) gebracht op basis van het door HelenaSI ontwikkelde Helena all-electric bodemenergieconcept, waarmee in 2018 de “All-electric challenge 2018” van Natuur & Milieu is gewonnen. Voor de verdere ontwikkeling van dit concept is in 2018 met een samenwerkingsverband van innovatieve bedrijven ingeschreven op een tender uitgeschreven door het RVO in het kader van het programma “Innovaties aardgasvrije wijken, woningen en gebouwen” Eind 2018 is deze bijdrage voor het project “Innovaties Helena all-electric concept” aan het samenwerkingsverband toegekend. In 2019 zijn deze innovaties met de bijdrage uit het programma door Helena Sustainable Innovations (pervoerder en systeemintegratie), Vaillant (warmtepompsystemen), Geo-Energie in samenwerking met PicoEnergy in Oostenrijk (bodemenergie- en warmtepompsystemen), Futurepower4All (datamonitoring en visualisatie), Dregmans (adviseur woningcorporaties) en Collective Minds Group (draagvlakontwikkeling) uitgewerkt.

Dit eindrapport beschrijft de doelstelling, de werkwijze, de resultaten, leerervaringen en aanbevelingen voor verder onderzoek en ontwikkeling. In de bijlagen 1 t/m 8 wordt hier voor de betreffende werkpakketten dieper op ingegaan.

### 2.2 Doel

Het doel is om met innovaties het Helena all-electric concept verder te ontwikkelen tot een aanpak die geschikt is om bestaande wijken betaalbaar en versneld aardgasvrij te maken en tevens deze aanpak toegankelijk te maken voor niet alleen grote organisaties als woningcorporaties maar ook voor de particuliere woningeigenaren. Met deze aanpak kunnen dan zonder grote infrastructurele maatregelen met een grootschalige wijkaanpak bestaande woningen aardgasvrij gemaakt worden met lokaal opgewekte energie, die lokaal wordt opgeslagen.

Deze aanpak zal ook resulteren in een verbetering van de kwaliteit, functionaliteit en esthetiek van woning en wijk. Daarnaast zal energiebewust gedrag worden gestimuleerd door inzicht te geven in de eigen energieopwekking en energieverbruik. Maatschappelijke kosten als verzwaring van het lokale net zullen worden voorkomen door slimme opslag van elektriciteit in combinatie met energiemangement.

### 2.3 Werkpakketten

De innovaties bestaan uit 8 werkpakketten (WP) die leiden tot een

1. compact plug & play all-electric systeem (WP-1);
2. energie-monitoringsysteem (WP-2);
3. inzicht in een slimme manier om elektriciteit op te slaan en te managen (WP-3);
4. methodologie voor grootschalige toepassing van gesloten bodemlussen (WP-4);
5. nieuwe boormethode geschikt voor bestaande woonwijken (WP-5);
6. laagdrempelig totaalpakket inclusief financiering (WP-6);
7. methodiek voor verkrijgen van draagvlak (WP-7) en
8. all-electric aanpak voor woningcorporaties (WP-8).

Deze werkpakketten vormen een geïntegreerd geheel en resulteren samen in een in de praktijk geteste Helena all-electric aanpak, waarmee de transitie van bestaande woonwijken van-het-gas-los naar all-electric (bijna) nul-op-de-meter betaalbaar en versneld wordt.

Daarvoor is op initiatief van Helena Sustainable Innovations B.V. een samenwerking aangegaan met bedrijven die de gehele energie- en installatieketen bestrijken. Zie ook beschrijving deelnemers hieronder in hoofdstuk 4.

## 2.4 Deelnemers

Hieronder is een overzicht gegeven van de direct betrokken partijen met tussen haakjes de verkorte naam.

Naam deelnemer	Rol in project
Helena Sustainable Innovations B.V. (HelenaSI)	Innovatiebureau en projectontwikkeling Innovator, initiatiefnemer en procesbegeleider van de innovaties TEUE-01831 en MMIP TEUE 919001 en praktijktesten in de twee pilots van het project aardgasvrije wijken - Lansingerland, fase 1 en fase 2.  Direct procesmatig en inhoudelijk betrokken bij de ontwikkeling van alle werkpakketten WP 1 t/m 8 en bewaking van het integrale geheel voor toepassing in de grootschalige all-electric aanpak voor bestaande woonwijken.
Valliant Group Netherlands B.V. (Vaillant)	Warmtepompleverancier direct betrokken bij ontwikkeling van de eerste installatie van een compact energiesysteem in de proefwoning (WP1) en monitoring, dashboard en service webportaal (WP-2), slimme opslag van elektriciteit inclusief energiemanagement (WP-3) en praktijktesten. Contactpersoon naar de specialisten in de internationale Duitse moederorganisatie van Vaillant.
Geo-Energie B.V. (Geo-Energie)	Installatiebedrijf gespecialiseerd in bodemenergie en warmtepompen Direct betrokken bij tweede en derde installatie van compact energiesysteem in proefwoning (WP-1), gesloten bodemenergiesysteem voor huizenblok (WP-4) en nieuwe boormethode geschikt voor bestaande woonwijken (WP-5).
FuturePower4all B.V. (FP4all)	Bedrijf gespecialiseerd in datalogging, -monitoring, -verwerking en visualisatie Direct betrokken bij monitoring, dashboard, service webportaal (WP-2), ontwikkeling slim elektrisch opslagsysteem met EV-auto inclusief powermanagement (WP-3) en ontwikkeling all-electric aanpak specifiek voor woningcorporaties (WP-8).
Collective Minds Group	Collective Minds is een creatief marketingbureau gespecialiseerd in het creëren van positief draagvlak van grote veranderingen, zoals bijvoorbeeld de energietransitie. Voor deze energietransitie ziet Collective Minds een markt voor het creëren van draagvlak bij alle direct betrokkenen.
Dregmans Holding B.V. (Dregmans)	Adviseur woningcorporaties Direct betrokken bij ontwikkeling all-electric aanpak specifiek voor woningcorporaties (WP-8).

Niet- deelnemers, direct betrokken partijen	Rol in project
PicoEnergy GmbH Oostenrijk	Producent en leverancier van compacte warmtepompen. In samenwerking met HelenaSI en Geo-Energie direct betrokken bij de ontwikkeling van een prefab-hydraulische verdeelunit, prototypetesten in Zoetermeer en tweede installatie in de proefwoning aan de Briellestraat in Berkel en Rodenrijs.
PSJ contract support	Contract, project- en bouwmanagement Advies op het gebied van contract en projectmanagement
Quooste B.V.	Contract- en projectmanagementbureau Direct betrokken bij ontwikkeling totaalpakket voor bodemenergiesystemen (WP-6). Adviseert dit project op het gebied van contract, project en risicomangement.
Vink Installatiegroep B.V. (Vink)	Installatiebedrijf Direct betrokken bij ontwikkeling methodologie voor de grootschalige installatie van warmtepompsystemen (WP1)
Van Gelder B.V.	Aannemer ondergrondse en bovengrondse infrastructuur Direct betrokken bij ontwikkeling van ondergrondse en bovengrondse infrastructuur voor de grootschalige toepassing van gesloten bodemenergiesystemen (WP-1) en ontwikkeling van een totaalpakket voor ontzorging van o.a. gemeentes en woningeigenaren. (WP-6)
ODV-Zonnepanelen B.V. (ODV)	Installatiebedrijf zonne-energiesystemen Direct betrokken bij innovaties (WP-1) en WP(6) m.b.t. installatie van elektrische systemen in de woning.
Stedin	Netbeheerder Direct betrokken bij monitoring dashboard service webportaal (WP-2) en ontwikkeling slim elektrisch opslagsysteem met EV-auto inclusief powermanagement (WP-3)
Elaad.nl	Kennis en innovatiecentrum op het gebied van slim laden van EV-auto's en slimme laadinfrastructuur. Direct betrokken bij het verkrijgen van inzicht in een slimme manier om elektriciteit op te slaan en te managen (WP-3),
Power Research Electronics B.V. (PRE)	Bedrijf dat innovatieve vermogenselektronica ontwikkelt, zoals bijvoorbeeld multifunctionele bidirectionele omvormers voor Zonnepanelen en EV-auto's. Direct betrokken bij het verkrijgen van inzicht in een slimme manier om elektriciteit op te slaan en te managen (WP3)
Stimuleringsfonds	Fondsmanager energiebespaarleningen Direct betrokken laagdrempelig totaalpakket inclusief

Volkshuisvesting (SVn)	financiering (WP-6),
Lansingerland	Gemeente van o.a. Berkel en Rodenrijs Direct betrokken bij Pilot fase 1 - Proefwoning aardgasvrij en pilot fase 2 - Huizenblok Berkelse Wal aardgasvrij en ontwikkeling laagdrempelig totaalpakket inclusief financiering (WP-6),
Provincie Zuid-Holland	Direct betrokken bij project en bijdrage onrendabele top voor Fase 2 - Proef huizenblok Berkelse Wal aardgasvrij middels regeling "Energietransitie lokale initiatieven"
Wonen Midden-Delfland (Midden-Delfland)	Middelgrote woningcorporatie Direct betrokken bij ontwikkeling all-electric aanpak voor woningcorporaties (WP-8).
Vestia Rotterdam	Grote woningcorporatie Direct betrokken bij ontwikkeling all-electric aanpak voor woningcorporaties (WP-8).
Wooninvest Voorburg	Middelgrote woningcorporatie Direct betrokken bij ontwikkeling all-electric aanpak voor woningcorporaties (WP-8).
Duurzame energiecorporatie Zoetermeer DEZo	Energiecorporatie in Zoetermeer Direct betrokken bij laagdrempelig totaalpakket voor woningeigenaren inclusief financiering (WP-6).
Energiecorporatie Nieuwe Stroom Lansingerland	Energiecorporatie in Lansingerland Direct betrokken laagdrempelig totaalpakket voor woningeigenaren inclusief financiering (WP-6).
Gebruikersplatform Bodemenergie	Brancheorganisatie voor eindgebruikers van bodemenergiesystemen. Direct betrokken bij laagdrempelig totaalpakket inclusief financiering (WP-6)

## 2.5 Werkwijze

Bij de ontwikkeling van het Helena all-electric concept is een 2-sporenstrategie gevolgd, waarbij enerzijds wordt ingezet op innovatie en anderzijds op implementatie. Zie ook schema 2-sporenstrategie hierna. Deze twee sporen lopen parallel naast elkaar, waarbij ze elkaar versterken door onderlinge uitwisseling van informatie, oplossingen en leerervaringen. De leereffecten uit de implementatie geven inspiratie voor innovatie en de innovaties geven weer oplossingen voor implementatie.

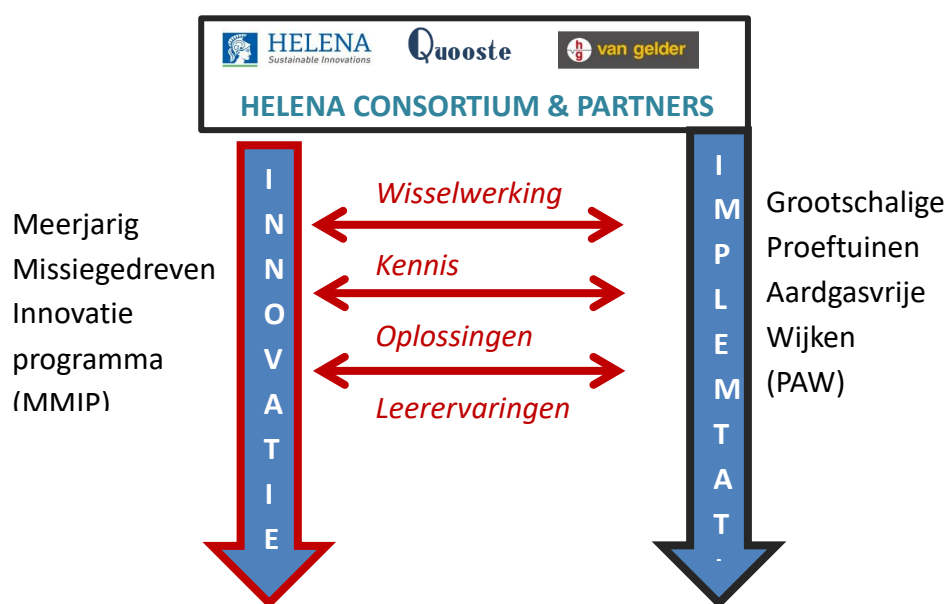
In het implementatie spoor is TEUE-01831 "Innovaties Helena all-electric concept" ontwikkeld. Vanaf 1 maart 2020 worden deze innovaties voortgezet in het kader van het Meerjarig



Missiegedreven Innovatie Programma MMIP TEUE-919001 “Helena All-electric energieconcept”. In het implementatie spoor is Pilot fase 1 “Proefwoning Briellestraat” gerealiseerd en wordt het project Pilot Fase 2 “huizenblok Berkelse Wal” gerealiseerd. In dit implementatie spoor passen ook de grootschalige proeftuinen aardgasvrije wijken.

De deelnemende partijen van het implementatiespoor zijn veelal ook direct betrokken bij pilot projecten in het implementatiespoor. Zo worden de leerervaringen van de proefprojecten een inspiratiebron voor de innovaties en kunnen de innovaties bijdragen aan de pilot projecten.

### *Wisselwerking innovatie- en implementatiespoor*



Figuur 1 - Schema 2-spoorenstrategie

Om de samenwerking te bevorderen is op 3 oktober 2018 door HelenaSI een startbijeenkomst van deelnemende en direct betrokken partijen georganiseerd. Daarna heeft er in verschillende samenstellingen overleg plaatsgevonden met betrokken partijen.

In de rapportages van de afzonderlijke werkpakketten is de werkwijze verder toegelicht.

## **2.6 Resultaat**

Het resultaat van het project TEUE-01831 Innovaties Helena all-electric concept is een grootschalige wijkaanpak, die bestaande wijken met label A/B bouwschil betaalbaar en versneld aardgasvrij kan maken. Deze aanpak is niet alleen geschikt voor grote organisaties als woningcorporaties maar ook voor particuliere woningeigenaren. Met deze aanpak kunnen met de huidige stand van de technologie jongere typische Nederlandse woonwijken vanaf begin jaren 2000 aardgasvrij gemaakt worden. Daarbij worden alle woningen voorzien van een warmtekoude aansluiting, die is aangesloten op een collectief gesloten bodemenergiesysteem in de openbare ruimte. De woonwijk is dan “aardgasvrij ready”. De cv-ketels kunnen vervolgens bij aanvang of eventueel later op een geschikt verhuismoment worden vervangen door een

compacte stille en slimme combi-warmtepomp.



Figuur 2 - Typisch Nederlandse proefwoning aan de Briellestraat in Berkel & Rodenrijs

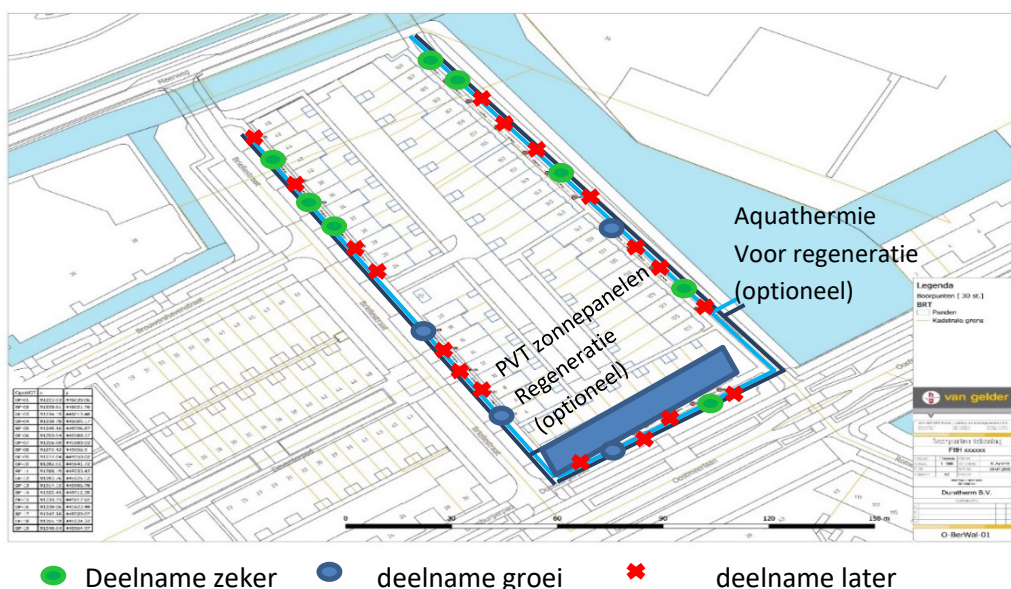


Figuur 3 - Proef Huizenblok Berkelse Wal in Berkel & Rodenrijs

De aanpak voor het aardgasvrij maken van een bestaande woonwijk bestaat uit de volgende aanlegstrategie en activiteiten:

1. Voer eerst de voorbereidende werkzaamheden uit, zoals inventarisatie warmtevraag, geohydrologische vooronderzoek met inventarisatie van de technische en juridische risico's, berekening energiepotentie van de bodem onder de woonwijk, verkenning draagvlak energietransitie bij bewoners, basisontwerp warmtekoude-infrastructuur, basisontwerp woning gebonden installatie, kostenraming, planning, inrichting bedrijfsmodel exploitatie, opstellen wijkuitvoeringsplan, vergunningen, etc.;
2. Maak een propositie aan gemeenten en woningeigenaren;
3. Coördineer de vraagbundeling voor vervanging van bestaande cv-ketel door een compacte stille combi-warmtepomp en bepaal het aantal deelnemende woningeigenaren;
4. Leg voor alle woningen het warmtekoudenet en warmtekoude aansluiting aan tot in de woning, eventueel in combinatie met andere infrawerken, zoals bijvoorbeeld vervanging riolering;
5. Installeer voor de benodigde warmtevraag van de deelnemende woningeigenaren het aantal benodigde verticale bodemwarmtewisselaars met mogelijk wat extra overcapaciteit voor groei deelnamepercentage in de komende paar jaar;
6. Vervang cv-ketel door combi-warmtepomp in deelnemende woningen;
7. Exploiteer de warmtekoude infrastructuur;
8. Installeer later extra bodemluscapaciteit om aan de warmtekoude vraag van een toenemend aantal deelnemende woningeigenaren te kunnen voldoen.

Eventueel kunnen op het warmtekoudenet lokale warmtebronnen als PVT panelen op platte daken of aquathermie uit nabij gelegen open water worden aangesloten om jaarlijks de uit de bodem onttrokken warmte weer in de zomer aan te vullen.



Figuur 4 – Aanlegstrategie warmtekoude nutsvoorziening



Om deze aanpak mogelijk te maken zijn een aantal innovaties c.q. werkpakketten gerealiseerd, waarvan de resultaten hieronder kort worden toegelicht. Voor een meer uitgebreide beschrijving van de gevolgde werkwijzen, wordt verwezen naar de bijlagen.

#### **Ontwikkeling compact plug & play all-electric systeem (WP-1)**

Een compacte combi-warmtepomp configuratie is ontwikkeld, die compact en stil genoeg is om in één dag plug & play de bestaande cv-ketel in de open cv-ruimte te vervangen.



Figuur 5 – Compact plug & play all-electric systeem  
Oude situatie met cv-ketel (boven) en nieuwe situatie met plug & play combi-warmtepomp en extra buffervat voor vergroting van waterinhoud afgiftesysteem hiernaast.



Deze installatie is inclusief de verwijdering van de cv-ketel in één dag geïnstalleerd. Voor transport over de trap is de warmtepompunit onder in de installatie gedemonteerd en apart over de trap vervoerd.

#### **Ontwikkeling monitoring en visualisatieomgeving (WP 2)**

Een monitoringsysteem en visualisatieomgeving is ontwikkeld die de data van apparatuur van verschillende leveranciers van o.a. warmtepompen kan uitlezen, verwerken en presenteren in visualiseringsomgeving specifiek ontworpen voor bewoners, woningeigenaren, woningcorporaties, netbeheerders en installateurs.

Bewoners en woningeigenaren krijgen daarbij inzicht in de eigen energieproductie, het energieverbruik in relatie tot soortgelijke woningen in hun buurt. Woningcorporaties krijgen inzicht in het energieverbruik en de warmteafname van het verwarmingssysteem en het tapwater conform de vereisten van de EnergiePrestatieVergoeding (EPV) regeling. Woningcorporaties krijgen daarbij tevens inzicht in de energie-efficiëntie van de woningen en kunnen daarbij snel afwijkingen opsporen. Installatie bedrijven krijgen een melding als er iets in de hand is met het energiesysteem in de woning en kunnen dan via de specifieke leverancier gerelateerde installatieapps inzoomen op het probleem. Netbeheerders krijgen inzicht in de belasting van de huisaansluiting en het lokale elektriciteitsnet als gevolg van energieproductie en energieverbruik. De infrabeheerder van de warmtekoude-infrastructuur kan met deze gegevens inzicht krijgen in de warmteafgifte en temperaturen in het bodemenergiesysteem.



Figuur 6 - Data monitoring en visualisatieomgeving

### Ontwikkeling slim energiemangement en opslagsysteem (WP 3)

Door HelenaSI, PicoEnergy, PRE, FP4All, Elaad.nl en andere partijen zijn de mogelijkheden onderzocht om de opslagcapaciteit van de elektrische auto in te zetten voor het reduceren van de piekbelasting in het lokale elektriciteitsnet en tevens het eigen verbruik van de opgewekte energie te vergroten.

PicoEnergy heeft daarbij zijn kennis ingebracht om de warmtepompregeling te koppelen aan een slim energiemangement systeem. Power Research electronics (PRE) heeft een multifunctionele omvormer ontwikkeld door de omvormer voor de PV-panelen met het slimme DC laadstation van elektrische auto's te combineren. Deze multifunctionele omvormer kan gekoppeld worden aan een slim energiemangement systeem.

De implementatie van zo'n slim en compact energiemangement systeem viel buiten de scope van deze innovatie. Het inzicht dat dit mogelijk en op korte termijn haalbaar is, heeft er toe bijgedragen om in het kader van het MMIP innovatieprogramma samen met de warmtepompindustrie een doorstroom-warmtepomp te ontwikkelen, die geschikt is voor de vervanging van cv-ketels voor de wat oudere woningen. Daarvoor dient de warmtepomp gekoppeld te worden aan slim energiemangement en opslagsystemen, die onder andere door fabrikanten van omvormers worden ontwikkeld.



Figuur 7 - PicoEnergy E-smart systeem energiemangement systeem

### Grootschalige toepassing van gesloten bodemlussen (WP 4)

Een methodiek is ontwikkeld om gesloten bodemenergiesystemen toe te passen voor het grootschalig aardgasvrij maken van een huizenblok of woonwijk, waarbij rekening wordt gehouden met energiepotentie van de bodem, de warmtekoudevraag en de verschillende opties voor het weer in balans brengen van de bodemtemperatuur onder het betreffende huizenblok of woonwijk.

De methode, die is ontwikkeld, betreft het volgende stappenplan, Zie ook bijlage 4 voor een meer uitgebreide beschrijving van dit stappenplan:

1. Voer een geohydrologisch vooronderzoek uit conform paragraaf 8.2 in het SIKB protocol 11001;
2. Bereken de energiepotentie voor warmtekoeldelevering op basis van natuurlijke regeneratie;
3. Selecteer het optimale bodemregeneratiesysteem.  
Bij de berekeningen van de energiepotentie kunnen een aantal varianten worden doorgerekend om de onttrokken warmtekoelde jaarlijks weer aan te vullen om de temperatuur in de bodem in balans te houden.
  - a. regeneratie door natuurlijke aanvulling van de onttrokken warmtekoelde door de omliggende grond;
  - b. regeneratie door passieve koeling van de woning;
  - c. regeneratie met individueel PVT-systeem op de daken van de woningen;
  - d. regeneratie met een collectief PVT systeem op een groot plat dak oppervlak;
  - e. regeneratie met een collectief aquathermie systeem.
4. Stel voor het betreffende huizenblok of woonwijk een bodemenergieplan op;
5. Selecteer het meest economisch voordelige bodemenergiesysteem



Figuur 8 - Computersimulatie van een gesloten bodemenergie systeem

## 6.5 WP-5 Nieuwe boormethode geschikt voor bestaande woonwijken

Het boren geeft veel overlast tijdens de aanleg doordat veel water en boorslib vrijkomt en er bovendien veel issues bestaan met toegankelijkheid voor de boormachines en het toebehoren. Dit maakt de toepassing van bodemenergiesystemen erg duur en minder geschikt voor snelle en grootschalige wijkaanpak, terwijl dat vaak energetisch en technisch wel de betere oplossing zou zijn.



Een prototype sonisch boormachine is ontwikkeld, voor bodemlussen tot ongeveer 100 m diepte. Deze boormethode is geschikt om met een grootschalige wijkaanpak gesloten bodemsondes in de openbare ruimte efficiënt, betaalbaar en zonder grote overlast voor de omgeving aan te brengen.

Bij testboringen op locaties verspreid over Zeeland, West Brabant, Zuid Holland en Utrecht is gebleken dat de effectiviteit van het prototype echter sterk samenhangt met de lithologie van de ondergrond.

Uit deze testen bleek echter dat sonisch boren niet voor alle soorten lithologie geschikt is:

- A. in geval van grove-/middelgrove zandpakketten is er voldoende annulaire ruimte om verdringing door trilling (sonisch) mogelijk te maken;
- B. in geval van fijne zandpakketten is er echter onvoldoende annulaire ruimte voor verdringing;
- C. in geval van kleipakketten wordt de sonische trilling te veel geabsorbeerd door de klei en vindt onvoldoende verdringing plaats.



Figuur 8 - Test sonische boormethode

De situatie A, die representatief is voor de situatie in de havenbuurt in Berkel & Rodenrijs, is geschikt voor sonisch boren. In situaties B en C, waar slechts beperkte verdringing plaatsvond, is het derhalve niet mogelijk gebleken om alleen met de sonische boormethode voldoende diepte te bereiken.

Om bij een, voor sonisch boren, ongunstige lithologie, desondanks de benodigde boordiepte te kunnen realiseren, is een aantal aanpassingen ontwikkeld/toegepast. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een separaat, gesloten circulatiesysteem voor spoelwater (een zgn. Mud-Puppy) met een spoelbak. Hierdoor kan meer waterkracht worden toegevoegd aan de sonische krachten, waardoor ongeacht de lithologie, wel de gewenste boordiepte gerealiseerd kan worden. Het verbruik van spoelwater wordt door het gebruik van een hiervoor speciaal ontwikkelde spoelbak beperkt, maar is aanzienlijk hoger dan bij zuiver sonisch boren. De sonische boorkop bleek hierdoor versneld te slijten.

### **Laagdrempelig totaal pakket inclusief financiering (WP 6)**

Een laagdrempelig totaalpakket is ontwikkeld, waarmee gemeentes, woningeigenaren, financieringsinstellingen en installatie bedrijven en leveranciers aan de slag kunnen om bestaande woonwijken versneld en betaalbaar aardgasvrij te maken.



Dit totaalpakket bestaat uit de volgende onderdelen:

1. methodologie voor selectie warmtebron;  
De verschillende mogelijkheden voor selectie van de warmtebron, zoals warmte uit restwarmte, geothermie, lucht en bodemenergie worden hierbij aan het criterium “zo dicht mogelijk bij de eindgebruiker” getoetst.
2. methodologie voor selectie bodemenergiesysteem en bodemregeneratiesysteem;  
Daarin wordt afhankelijk van de lokale situatie bepaald hoe diep de bodemlussen kunnen worden ingebracht en welk bodemregeneratiesysteem daarbij past, zoals bijvoorbeeld natuurlijke regeneratie van de bodem rondom de bodemlus door de omliggende grond, individuele of collectieve PVT systemen of aquathermie van nabijgelegen open water.
3. wijkuitvoeringsplan inclusief methodologie voor selectie aardgasvrij te maken woonwijk;  
Inventarisatie van de kenmerken van een bepaalde woonwijk en de bodemenergie- en warmtepompsystemen, die daarbij het best passen.
4. woninggebonden installatie scope;  
Inventarisatie van de scope om een woning aardgasvrij bijna nul-op-de-meter te maken.
5. Aanlegstrategie;  
Vergelijking van de verschillende aanlegstrategiën voor een warmtekoudenuitsvoorziening. Hoe de aanleg schaalbaar gemaakt kan worden en hoe de infrastructuur gefaseerd kan worden uitgerold.
6. bedrijfsmodel voor exploitatie;  
Hoe het bedrijfsmodel voor ontwikkeling & realisatie en exploitatie georganiseerd en ingevuld kan worden.
7. organisatiestructuur voor ontwikkeling & realisatie en exploitatie;  
Hoe de organisatiestructuur van samenwerkende partijen eruit kan zien
8. financiering;  
Financiering van de investerings- en exploitatiekosten.
9. draagvlakontwikkeling;  
Een methodiek en middelen zijn ontwikkeld om voor het ontwikkelde Helena all-electric bodemenergieconcept draagvlak te creëren bij provincies, gemeentes, woningeigenaren en bewoners, netbeheerders, financieringsinstellingen, installatiebedrijven en leveranciers. Zie ook hoofdstuk 6.7 hierna.

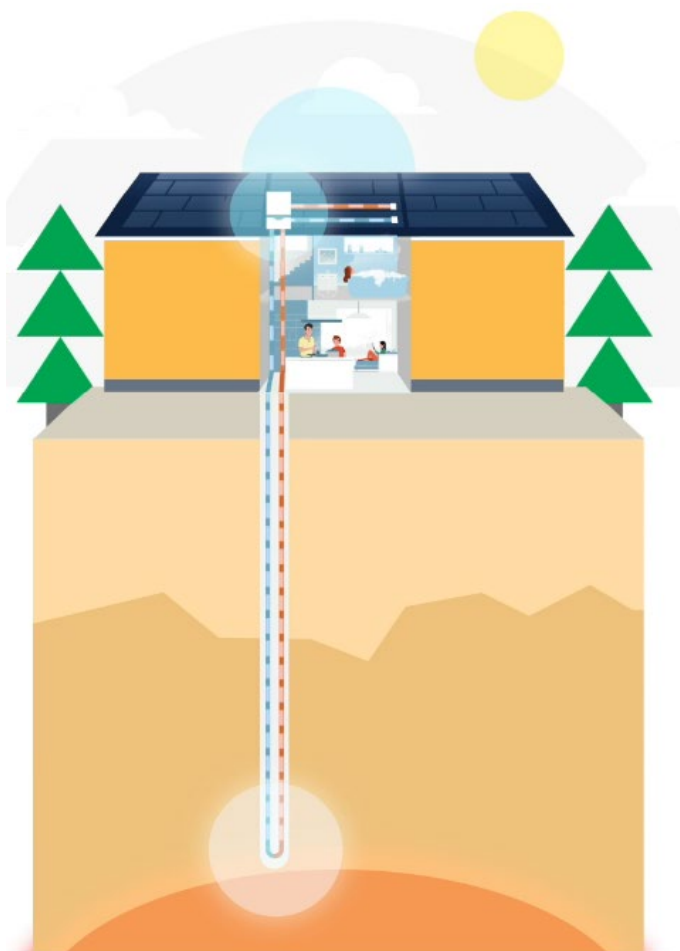
#### **Methodiek voor het verkrijgen van draagvlak (WP 7)**

Een methodiek en middelen zijn ontwikkeld om voor het ontwikkelde Helena all-electric bodemenergieconcept draagvlak te ontwikkelen bij provincies, gemeentes, woningeigenaren en bewoners, netbeheerders, financieringsinstellingen, installatiebedrijven en leveranciers.

Daarbij is eerst onderzocht wat het draagvlak is om de eigen woning aardgasvrij te maken en wat daarin de trend daarin is. Uit dit onderzoek bleek dat gemeentes en provincies niet goed wisten hoe zij hun wijken van het aardgas af zouden moeten krijgen en dat woningeigenaren en bewoners enerzijds overspoeld werden met een scala van aardgasvrije oplossingen, waartoe men door de bomen het bos niet meer zag. Voor consumenten was - en is- er vaak nog geen touw aan vast te knopen, zijn vrijwel alle oplossingen maatwerk en zijn de kosten nog te hoog. En uit onderzoek van marktonderzoeksbureau Motivaction blijkt dat de energievoorziening in

Nederland zo goed en stabiel is, dat consumenten nauwelijks urgentie voelen bij omschakeling naar een duurzame oplossing. Ze willen wel, maar ze hoeven (nog) niet. En dus wachten veel Nederlanders nog af waar de overheid mee komt.

Daarom is een communicatietraject opgezet dat er vanuit gaat dat er nog niet op korte termijn veel nieuws gedeeld zou kunnen worden, maar dat er wel een solide basis voor communicatie zou moeten bestaan rond het project. De meest cruciale vraag in dat traject werd wie nu precies de doelgroep was van deze communicatie, iets dat hand in hand ging met voortgang van de innovatie zelf. Nadat de vraag telkens terugkwam, is besloten om op de site ruimte te maken voor de benadering van verschillende doelgroepen, maar in de algemene communicatie uit te gaan van een mogelijke bewoner als hoofddoelgroep. Door de toekomst te schetsen voor die bewoner, kan het hele verhaal rondom een schaalbare oplossing voor (vrijwel) CO<sub>2</sub>-neutraal wonen helder worden uitgelegd.



Er is hiervoor een communicatieplan opgesteld dat uitgaat van een website met achtergrondinformatie [allelectricwonen.com](http://allelectricwonen.com), een animatie die het concept uitlegt vanuit de ogen van een bewoner. Er zijn hiervoor ongeveer acht artikelen die het project schetsen voor verschillende doelgroepen en invalshoeken, en er is een eigen huisstijl ontwikkeld.

#### **All-electric concept voor woningcorporaties (WP 8)**

Bestuurders van woningcorporaties worstelen met het dilemma hoe zij hun woningbestand gestructureerd en tegen lage kosten van-het-gas-los naar all-electric bijna nul-op-de-meter kunnen brengen. Enerzijds voelen woningcorporaties zich afhankelijk van externe langlopende en onzekere projecten, zoals de aanleg van warmtenetten en benutting van bijvoorbeeld geothermie en anderzijds worden zij geconfronteerd met extreem hoge kosten van ingrijpende aanpassingen om de bouwschil en/of het ventilatiesysteem op de BENG 1 norm voor een bijna energieneutraal gebouw te brengen.

Uit de gesprekken, die gevoerd zijn om de knelpunten te inventariseren, die woningcorporaties verhinderen hun bestaande woningbestand aardgasvrij te maken, kwam naar voren dat bij woningcorporaties geen positieve of negatieve prikkels ontbreken om hun woningbestand aardgasvrij te maken. De cv-ketel zit hen immers niet in de weg, zoals een van de corporaties het

samenvatte. Verder speelt er de problematiek van gespikkeld bezit, waarbij een woonwijk of huizenblok bestaat uit huurwoningen in eigendom van de woningcorporatie en woning in particulier bezit.

Er is daarom gezocht naar een aanpak aardgasvrije wijken die geschikt is voor woningcorporaties en particuliere huiseigenaren. In een iteratieslag met de overige werkpakketen is een uniforme aanpak aardgasvrije wijken gevonden, die toegepast kan worden op zowel het woningbezit van woningcorporaties als particuliere huiseigenaren. Voor de EPV (Energie Prestatie Vergoeding) regeling is echter het meten van het warmwaterverbruik nodig. Dit kan echter vrij eenvoudig in het ontwikkelde data monitoringsysteem worden geïmplementeerd. Zie ook bijlage 2 - werkpakket WP2 .

Wel stelt de oudere sociale woningbouw hogere eisen aan de te ontwikkelen compacte, stille en slimme (doorstroom-) warmtepomp, die in een keukenkastje zou moeten passen en een afgifte temperatuur van 70 °C zou moeten kunnen leveren. De ontwikkeling van de compacte 3 KW Vaillant warmtepomp, zoals toegepast bij de eerste installatie van de proefwoning, laat zien dat het geen onmogelijke opgave is een betaalbare stille compacte warmtepomp met die specificaties te ontwikkelen. Mogelijk dat voor een huizenblok of een appartementengebouw in bepaalde gevallen een collectieve warmtepompinstallatie als alternatief kan worden overwogen. Ook de methodiek en het instrumentarium voor draagvlakontwikkeling is voor bewoners van huurwoningen van woningcorporaties toepasbaar. Zie ook de bovenstaande werkpakketten WP 1 t/m 7.

## 2.7 Leerervaringen

De volgende leerervaringen zijn bij dit innovatieproject en de parallel lopende pilotprojecten betrokken:

1. 2-sporen strategie;  
Innovaties en implementatie versterken elkaar als deze parallel naast elkaar op twee sporen worden uitgevoerd, waarbij kennis en leereffecten continue met elkaar worden uitgewisseld.
2. Integrale aanpak;  
Een integrale aanpak van techniek, aanlegstrategie, juridisch/contractueel raamwerk, organisatiestructuur, business/bedrijfsmodel, financieringsmodel en draagvlakontwikkeling kan een belangrijke bijdrage leveren aan het vraagstuk om bestaande woonwijken versneld en betaalbaar aardgasvrij te maken.
3. Label A/B woonwijken “aardgasvrij ready”  
Woningen en gebouwen van bestaande woonwijken kunnen eenvoudig op een lokaal warmtekoudenet aangesloten worden, dat lokaal via gesloten bodemlussen in de openbare ruimte zijn warmtekoude betreft uit de bodem onder de woonwijk. Alle woningen zijn dan voorzien van een warmtekoude aansluiting als alternatief voor de gasaansluiting. De woonwijk is dan “aardgasvrij ready”.

4. Label A/B woonwijken aardgasvrij  
Met de huidige warmtepomptechnologie kan voor label A/B woningen en gebouwen een water-waterwarmtepomp eenvoudig de cv-ketel vervangen. De warmtepomp wordt daarbij aangesloten op de warmtekoude aansluiting zonder dat daarvoor ingrijpende aanpassingen van de bouwschil of het bestaande verwarmingssysteem nodig zijn. Op deze wijze kunnen bestaande label A/B woonwijken met een grootschalige aanpak betaalbaar en in relatief korte tijd aardgasvrij worden gemaakt.
5. Vervanging cv-ketel door combi-warmtepomp  
De cv-ketel van een label A/B woning kan zonder ingrijpende aanpassingen aan de bouwschil of het bestaande verwarmingssysteem met de bestaande warmtepomptechnologie door een compacte stille combi-warmtepomp met geïntegreerde boiler en passief koelunit vervangen worden.
6. Oudere woonwijken minder goed geïsoleerde woningen  
Ook oudere woonwijken kunnen nu al betaalbaar aangesloten worden op een warmtekoudenet in afwachting van isolatiemaatregelen en/of de komst van nieuwe generatie duurzame, lichtere en compactere waterwaterwarmtepompen met een hogere capaciteit, een hogere warmteafgiftetemperatuur tot 70 °C en nieuwe generatie koudemiddelen met een lage GWP (global warming performance).
7. Geluid warmtepomp  
Het is mogelijk een combi-warmtepomp in de open cv-ruimte te plaatsen, die nauwelijks geluid maakt en in nabijgelegen slaapkamers met gesloten slaapkamerdeur niet of vrijwel niet hoorbaar is.
8. Ruimtebeslag warmtepomp  
Het is mogelijk een combi-warmtepomp in de open cv-ruimte op zolder te plaatsen en de hoogte en het gewicht van combi-warmtepompen voor bestaande woningen verder omlaag te brengen.
9. Aanpak aardgasvrije wijken voor woningcorporaties  
De ontwikkelde aanpak aardgasvrije wijken is geschikt voor gespikkelde woonwijken of huizenblokken met woningen deels in bezit van woningcorporaties en particuliere huiseigenaren.
10. Oudere sociale woningbouw  
Het aardgasvrij maken van de oudere sociale woningbouw stelt hogere eisen aan bijvoorbeeld de specificaties voor een betaalbare compacte stille en slimme warmtepomp.

## 2.8 Aanbevelingen

Voor de verdere ontwikkeling van het Helena all-electric concept is in 2019 met het Helena Consortium ingeschreven op de innovatie tender Meerjarig Missiegedreven Innovatie programma

voor de gebouwde omgeving (MMIP3 en 4). Eind 2019 is dit programma gegund aan het Helena Consortium (TEUE-919001) en nog drie andere consortia. De leerervaringen en de aanbevelingen voor verder onderzoek van dit TUEU-01831 project zijn in dit programma verwerkt en ondergebracht in 4 deelprojecten, die weer opgedeeld zijn in werkpakketten. De focus hierbij ligt op verdere schaalvergroting en de toepassing van het Helena all-electric concept op de wat oudere woonwijken met minder goed geïsoleerde woningen.

1. MMIP 919001 Deelproject 1 - Duurzaam all-electric energieconcept en businessmodel

Dit deelproject bestaat uit de volgende werkpakketten:

1.1. Systeem integratie innovaties

Integreer de innovaties in de gehele energieketen

1.2. Ontwikkeling basis energieconcept

Werk het Helena all-electric bodemenergieconcept uit voor verwarming en koeling van alle type woningen en woonwijken

1.3. Ontwikkeling een integraal energieconcept

Ontwikkel een integraal energieconcept voor een bestaande woonwijk voor energieopwekking en opslag, verwarming en koeling van woningen en bi-directioneel laden van elektrische auto's.

1.4. Ontwikkeling een businessmodel

ontwikkel voor de bovengenoemde concepten een business/bedrijfsmodel

1.5. Ontwikkeling Juridisch contractueel raamwerk voor ontwikkeling & realisatie en exploitatie

Ontwikkel voor bovengenoemde energieconcepten een Juridisch contractueel raamwerk voor ontwikkeling & realisatie en exploitatie

1.6. Ontwikkeling transitie Financieringsmodel

Ontwikkel voor bovengenoemde transitie een financieringsmodel

1.7. Pilot Huizenblok met label A bouwschil

1.8. Pilot huizenblok met label A/B/C bouwschil

2. MMIP 919001 Deelproject 2 – Slim warmtekoudenet met collectief bodemenergiesysteem

2.1. Ontwikkel computer simulatie model voor bodemenergiesysteem

2.2. Ontwikkel boormethode voor bebouwde omgeving voor o.a. installatie van diepe bodemlussen

2.3. Ontwikkel een slimme afleverset

Ontwikkel voor de warmtekoudenetten een slimme methode om de geleverde warmtekoude te meten en te verrekenen.

2.4. Ontwikkel slim open warmtekoudenet

Onderzoek en ontwikkel slimme methodes voor de eenvoudige realisatie van een warmtekoudenutsvoorziening als alternatief voor de gasaansluiting van woningen en gebouwen van bestaande woonwijken.

2.5. Regeneratie bodem met PVT systeem

Ontwikkel een PVT systeem dat geschikt is grootschalig de bodem te regenereren

2.6. Regeneratie aquathermie

Ontwikkel een aquathermiesysteem dat met warmte van nabij gelegen open water de

bodem kan regenereren

3. MMIP 919001 Deelproject 3 – stille compacte warmtepompsystemen voor bestaande wijken
  - 3.1. Ontwikkel op basis van de bestaande warmtepomptechnologie een compacte slimme en betaalbare combi-warmtepomp, die geschikt is voor bestaande typisch Nederlandse woningen met label A/b bouwschil. Ontwikkel hiervoor een compacte en lichte combi-warmtepomp, die deelbaar is en in delen als een wasmachine over de zoldertrap naar boven kan worden getransporteerd. De combi-warmtepomp moet zo laag en stil zijn dat de warmtepomp onder het schuine dak van een zolder past en nauwelijks hoorbaar geluid in de open cv-ruimte produceert.
  - 3.2. Ontwikkel warmtepomp voor oudere woningen  
Ontwikkel voor oudere woonwijken met een minder goed geïsoleerde bouwschil een nieuwe generatie duurzame, lichtere en compactere warmtepomp met een hogere capaciteit, een hogere warmteafgiftetemperatuur tot 70 °C en een lage GWP waarde voor het toegepaste koudemiddel.  
Dit is mogelijk door de warmtepomp als doorstroomtoestel te ontwerpen met kleine geïntegreerde hygiëne boiler/warmteafgifteduffervat in serie met een elektrisch doorstroomtoestel. Het tapwater wordt daarbij in de hygiëne boiler door de warmtepomp voorverwarmd tot ca. 35 – 40 C en vervolgens door een relatief klein elektrisch doorstroomtoestel op de gewenste temperatuur gebracht. De bufferzijde van compacte hygiëne boiler kan daarbij als ontkoppelingsbuffervat van het warmteafgiftesysteem functioneren. Een systeem met een lagere GWP waarde en een hogere warmteafgiftetemperatuur tot 70 °C kan gerealiseerd worden met een warmtepomp met R290 als koudemiddel, die ook geschikt is voor toepassing binnen.
  - 3.3. Ontwikkel een compacte warmtepomp specifiek voor de oudere sociale woningbouw met zeer beperkte ruimte voor een warmtepomp.
  - 3.4. Ontwikkel inhuus energiemanagement- en opslagsysteem met interface naar multifunctionele omvormer.
  - 3.5. Ontwikkel data monitoring systeem en visualiseringsomgeving  
Koppel een data monitoringssysteem en visualiseringsomgeving aan een slim energiemanagement- en opslagsysteem
  - 3.6. Ontwikkel slimme installatiemethode  
Ontwikkel een geïntegreerde aanpak en installatiemethode voor de ondergrondse infra in een woonwijk.
4. MMIP 919001 Deelproject 4 – Enthousiasmering van woningeigenaren voor energietransitie
  - 4.1. Gedragsonderzoek focus groep  
Onderzoek het gedrag van een focusgroep en ontwikkel op basis daarvan een methodiek en middelen voor draagvlakontwikkeling
  - 4.2. Ontwikkel een omgevingsmanagement pakket voor de ontwikkeling & realisatiefase
5. Regelgeving Overheid
  - 5.1. Ontwikkel regelgeving voor de toepassing inhuus van Brine/water- water warmtepompen met R290 (propan) als koudemiddel.

- 5.2. Ontwikkel een (financierings-)regeling die daar waar nodig eerdere regelingen vervangt en de Woningcorporaties aanzet tot het tijdig aardgasvrij maken van hun woningbezit.

## 3.0 UITVOERING VAN HET PROJECT

### 3.1 Projectwijzigingen

Het Project is op hoofdlijnen volgens het projectplan uitgevoerd. Er is een wijziging ingediend, die betrekking had op een wijziging in de selectie van het warmtepompsysteem van Vaillant naar PicoEnergy voor de ontwikkeling van een compact energiesysteem (WP1), monitoring, dashboard, en service webportaal (WP2) en ontwikkeling slim elektrisch opslagsysteem met EV-auto (WP3) en verschuiving van de einddatum van 16/09/2019 naar 31-12-2019.

De reden voor deze wijziging was dat met het warmtepompsysteem van Vaillant de projectdoelstellingen niet gehaald zouden worden. Er is toen gekozen voor een warmtepompsysteem van PicoEnergy, waarvan op dat moment de verwachting was dat de projectdoelstellingen wel gehaald zouden worden.

### 3.2 Werkelijk gemaakte kosten

De werkelijk gemaakte kosten zijn aanzienlijk hoger dan oorspronkelijk begroot. Dit heeft enerzijds te maken met het feit dat de projectperiode met meer dan 3 maanden is verlengd en anderzijds met het feit dat met de selectie van een ander warmtepompsysteem, een deel van het werk overgedaan moest worden. Ook de onderlinge afstemming en projectbegeleiding van de diverse projecten, vergde veel meer uren dan oorspronkelijk begroot.

### 3.3 Kennisverspreiding

De kennis is verspreid middels:

- presentaties aan gemeentes, provincies, netbeheerders, woningcorporaties, energiecorporaties en bewonersgroepen;
- informatieavonden aan particuliere woningeigenaren;
- publicaties in vakbladen;
- productwebsite all-electric-wonen;
- website Helena Sustainable Innovations;
- bezichtiging proefwoning.

### 3.4 Public Relations

Collective Minds doet voor het Helena Consortium de PR. In het kader van het MMIP TEUE-919001 wordt dit nog verder uitgewerkt.

## Referenties

1. Evaluatierapport – 2018 - Totaalaanpak Aardgasvrije wijken, Pilot fase 1 – Proefwoning, Pilot fase 2 - Proef huizenblok, Berkel en Rodenrijs, PZH – 2018 – 647803401, dd 07-01-2019, Helena Sustainable Innovations, ir. A.F.A. Verhaaren
2. Bodemenergieplan voor gesloten bodemenergiesystemen in de Havenbuurt in Berkel en Rodenrijs, kenmerk 68370/RW/20190207 IF Technology, R. Wennekes / F. van Aken, dd 07-03-2019



## Lijst van begrippen en afkortingen

<b>Begrippen</b>	
All-electric	<p>De term “all-electric”, zoals gebruikt in het Helena all-electric concept, is een containerbegrip voor het gebruik van duurzame elektriciteit.</p> <p>In de toekomst leven en wonen we allemaal volgens het all-electric concept. Dit betekent dat we geen fossiele brandstoffen zoals aardgas meer gebruiken, maar dat we enkel duurzame elektriciteit gebruiken als energiebron. We rijden bijvoorbeeld alleen nog met elektrische auto’s, we koken op inductieplaten en we verwarmen onze woning met een warmtepomp. Hierdoor worden we onafhankelijk van fossiele brandstoffen, en kunnen we wonen zonder CO2 uit te stoten.”</p>
Aardgasvrij	Een woning, huizenblok of woonwijk is “aardgasvrij” als de energievoorziening (verwarmen, warm tapwater, koken) niet meer afhankelijk is van aardgas en geheel “All-electric”. De gasleiding kan dan weggehaald worden.
Aardgasvrij ready	Een woning, huizenblok of woonwijk is “aardgasvrij ready” als de energievoorziening (verwarmen, warm tapwater, koken) voorbereid is om van aardgas over te stappen naar geheel “All-electric”. De gasleiding kan dan nog niet weggehaald worden.
<b>Afkortingen</b>	
BENG	Bijna Energie Neutraal Gebouw, norm voor energie neutrale gebouwen
GWP	Global Warming Potential, indicatie voor opwarmingsvermogen van een broeikasgas
EPC	Energieprestatie coëfficiënt van een gebouw
EPV	Energie Prestatie Vergoeding voor woningcorporaties
IoT	Internet of Things
V2G	Vehicle to grid, waarbij een elektrische auto kan terugladen naar het net
V2X	Vehicle to X, waarbij een elektrische auto kan terugladen naar een systeem X

## Bijlagen

1. WP1 - Compact all-electric system
2. WP2 - Monitoring, dashboard en service webportaal
3. WP3 - Slim elektrisch opslagsysteem met EV-auto
4. WP4 - Gesloten bodemenergiesysteem voor huizenblok
5. WP5 - Nieuwe boormethode voor installatie van bodemlus
6. WP6 – Ontwikkeling Totaalpakket
7. WP7 - Methodiek voor het verkrijgen van draagvlak
8. WP8 - All-electric concept voor woningcorporatie
9. Bodemenergieplan voor gesloten bodemenergiesystemen in de Havenbuurt in Berkel en Rodenrijs

## Bijlage WP1 - Compact all-electric systeem

### 1.1 Doel

Het doel is de ontwikkeling van een compact all-electric systeem, dat geschikt is voor de bestaande bouw. Dit systeem bestaat uit een bron-, omzetting- en afgiftesysteem. De bron is in het HAE bodemenergieconcept een gesloten bodemenergiesysteem. Een compacte stille warmtepomp zorgt voor de omzetting van laagwaardige warmte in bruikbare hoogwaardige warmte. Het warmteafgiftesysteem wordt gevormd door de bestaande radiatoren en /of vloerverwarming.

### 1.2 Werkwijze

Voor de ontwikkeling van een compact all-electric systeem is op de locatie aan de Zegwaartseweg 49 A in Zoetermeer een testlocatie ingericht, waar een prototype compact all-electric systeem is aangesloten op een bestaand bodemenergiesysteem. Aan de Briellestraat 46 in Berkel en Rodenrijs is een proefwoning ingericht om het systeem in een bestaande woonomgeving te testen.



Figuur 1.1 Proefwoning aan de Briellestraat in Berkel & Rodenrijs

De proefinstallatie is aangesloten op een verticale bodemwarmtewisselaar (VBWW) van ongeveer 90 m diep in de openbare ruimte onder het plantsoen direct voor de gevel. Aan de voorkant van de proefwoning was geen ruimte op eigen grond. De achterzijde was voor grote boormachines moeilijk toegankelijk. Door installatie in de openbare ruimte werd het mogelijk bodemlussen direct vanaf de straat te installeren zonder dat gebruik diende te worden gemaakt van voor- of achtertuintjes. De installatie werd daarmee een stuk eenvoudiger. Een zwaardere boormachine

kon daarmee worden ingezet, waarmee dieper en sneller geboord kon worden.

In de proefwoning zijn drie verschillende warmtepompinstallaties geïnstalleerd, getest en in de praktijk beproefd:

1. Eerste Installatie september 2017;  
Compacte 3 KW Vaillant Geotherm 3.1 brine-waterwarmtepomp met PVT panelen aangesloten op broncircuit met aparte 200 liter boiler en in situ geïnstalleerde hydraulische verdeelunit.
2. Tweede installatie september 2018;  
Compacte 2-6 KW PicoEnergy WPS26 modulerende brine-waterwarmtepomp met aparte 200 liter boiler en prefab hydraulische verdeelunit met geïntegreerd passief koelunit aangesloten op broncircuit en warmteafgiftesysteem.
3. Derde installatie februari 2020;  
Compacte 2-6 kW Nibe F-1255 -PC combi-brine-waterwarmtepomp met geïntegreerde 180 liter boiler en passief koelunit

Startpunt voor het TEUE-01831 innovatieprogramma waren de leerervaringen van een eerste warmtepompinstallatie in de proefwoning in 2018. Zie hiervoor het evaluatierapport – 2018 “totaalaanpak aardgasvrije wijken” d-d 07-01-2019. Ref. 1

De belangrijkste leerervaringen uit deze eerste proefinstallatie waren de volgende:

- Voor bestaande woningen is een modulerende warmtepomp met een hogere capaciteit nodig om aan de wisselende warmtevraag te kunnen voldoen.
- Om de hoge installatiekosten te verlagen dient het aantal componenten verlaagd te worden en zoveel mogelijk prefab aangeleverd te worden.
- PVT panelen op schuine daken zijn vanwege de moeilijk toegankelijke hydraulische verbindingen en de kans op lekkages op basis van de huidige stand van de technologie niet gewenst.

Daarvoor is samen met Geo-Energie in Nederland en PicoEnergy in Oostenrijk een prefab hydraulisch module ontwikkeld die direct kan worden aangesloten op een compacte modulerende 2-6 KW warmtepomp (PicoEnergy WPS26) en de al bestaande boiler van de eerste installatie. De eerste prototype installatie is eerst op de testlocatie in Zoetermeer uitvoerig getest. Vervolgens is een verbeterde versie van de warmtepomp in de proefwoning aan de Briellestraat 46 getest.

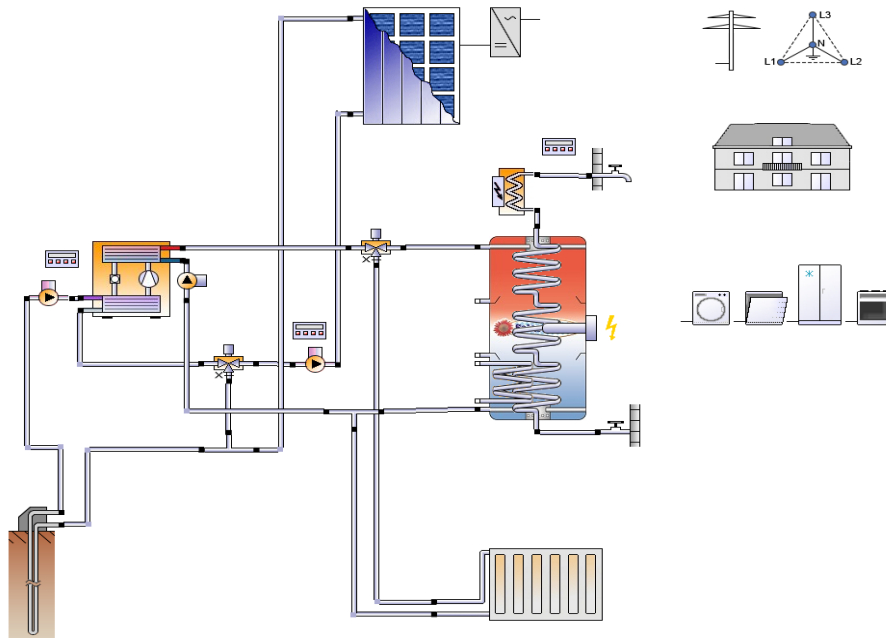
## 1.3 Resultaat

### 1.3.1 Eerste installatie warmtepompsysteem met Vaillant

#### Process flow schema

Het proces-flow-schema van de eerste installatie met PVT panelen is in onderstaande figuur 1.1 schematisch weergegeven. Bij deze installatie is een 3 KW Vaillant Geotherm 3.1 brine-water warmtepomp toegepast in combinatie met een aparte 200 liter Boiler. De boiler is hierbij

voorzien van een 3 KW elektrisch bijverwarmingselement voor de koude periodes met een hoge warmtevraag. De PVT panelen zijn direct aangesloten op het broncircuit van de warmtepomp. De radiatoren in de woonkamer zijn vervangen door lage temperatuurverwarming radiatoren. De radiatoren in de slaapkamers zijn gehandhaafd.



Figuur 1.2 Process flow diagram (PFD) eerste installatie met 3 KW Vaillant warmtepomp

### Situatie op zolder

In figuur 1.3 is de oorspronkelijke situatie met cv-ketel op zolder weergegeven, typische voor de meeste Nederlandse woningen.



Figuur 1.3 – Oude situatie met cv-ketel

In figuur 1.4 is de situatie voor de eerste installatie op zolder weergegeven met de 3 KW Vaillant Geotherm 3.1 warmtepomp, daaronder het kastje met de in situ gemonteerde hydraulische connecties en daarnaast de 200 liter boiler. Rechts naast de warmtepomp hangt de omvormer voor de PV(T) panelen met daaronder en kabel & leidingkoker naar de PV(T) panelen op het dak van de woning



Figuur 1.4 – Eerste installatie met 3 KW warmtepomp Vaillant



Figuur 1.5 – Doorsnede van de proefwoning voor de eerste

#### **Leerervaringen eerste installatie**

De eerste installatie leverde de volgende leerervaringen op. Voor een meer uitgebreide



toelichting op deze leerervaringen zie ook referentie 1 - Evaluatierapport 2018 \_ Pilot fase 1 en pilot fase 2 , gepubliceerd op onze website <https://www.helena-innovations.nl/site/all-electric-concept-presentatie>

Leerervaringen eerste installatie:

- De installatie voldeed energetische aan de verwachtingen en leverde de gewenste energie-efficiëntie en besparingen op;
- De capaciteit van de 3 KW warmtepomp zonder elektrische bijstook was te klein gedurende koudere periodes;
- De PVT zonnepanelen met hydraulische verbindingen op een moeilijk toegankelijk schuin dak maakt de installatie complex en onbetrouwbaar met kans op lekkages;
- De in-situ installatie van de hydraulische verdeelunit en diverse componenten van het compacte warmtepompsysteem maakte de installatie te kostbaar en bracht relatief veel overlast voor de bewoners met zich mee met een relatief grote kans op montagefouten.
- De warmtepomp, extra apparatuur met accessoires als een elektrische heater, ontkoppeling buffervat, passief koelunit, boiler en diverse controle units aan de muur namen te veel ruimte in beslag voor de zoldersituatie in een typisch Nederlands woning.
- De geluidsproductie van deze unit met soms resonerende omkasting was net aan en zou tot klachten kunnen leiden van bewoners, die hiervoor gevoelig zijn.

De conclusie is daarom dat deze eerste installatie niet geschikt is voor een grootschalige uitrol om bestaande woonwijken aardgasvrij te maken. De betreffende warmtepomp heeft onvoldoende capaciteit. De extra apparatuur en accessoires nemen te veel ruimte in beslag. De kosten van apparatuur en installatie zijn te hoog. Ook de overlast bij installatie en gebruik (geluid) is te hoog.

Vaillant bleek op korte termijn geen warmtepompsysteem te kunnen leveren dat deze nadelen zou wegnemen. Begin 2019 is daarom besloten in het kader van het innovatieprogramma TEUE-01831 en pilot project Fase 2 “huizenblok Berkelse Wal all-electric” een nieuw compact warmtepompsysteem te ontwikkelen dat deze nadelen voor een groot deel weg zou nemen.

### 1.3.2 Tweede installatie warmtepompsysteem met PicoEnergy

Het proces-flow-schema van de tweede installatie zonder PVT panelen maar wel met passieve koeling van de woning is in onderstaande figuur 1.6 schematisch weergegeven. Bij deze installatie is een 2-6 KW modulerende warmtepomp WPS26 van PicoEnergy toegepast. Op deze compacte warmtepomp is een aparte 200 liter Boiler en een nieuw ontwikkelde prefab hydraulische unit met geïntegreerde koelunit aangesloten. De PVT panelen van de eerste installatie zijn ontkoppeld van het broncircuit van de warmtepomp. De radiatoren in de woonkamer waren al bij de eerste installatie vervangen door lage temperatuurverwarming radiatoren. De radiatoren in de slaapkamers zijn gehandhaafd.

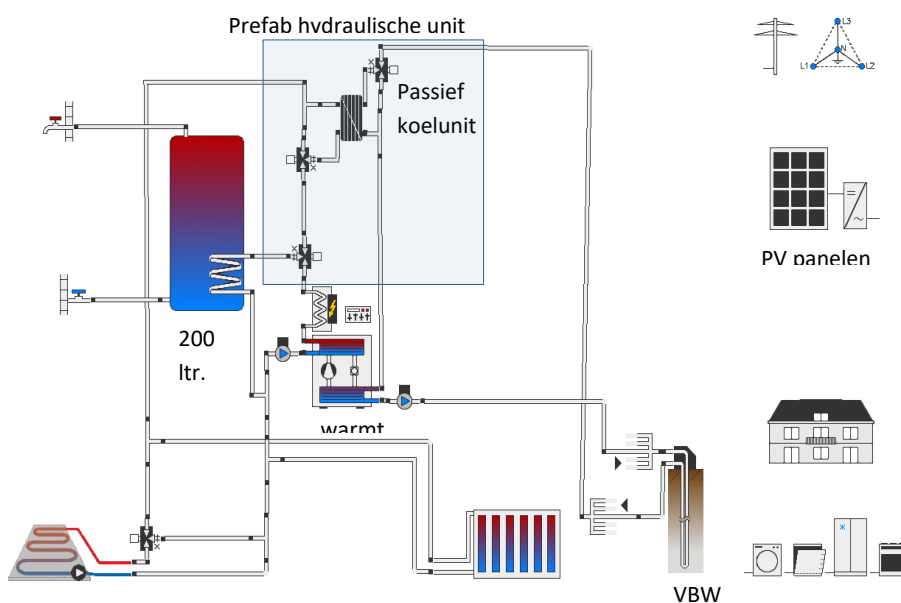


Fig. 1. 6 - Proces-flow-schema tweede installatie met 2-6 KW modulerende PicoEnergy warmtepomp

De hydraulische prefab unit met een geïntegreerde passief koelunit is begin 2019 in samenwerking met Geo-Energie en PicoEnergy in Oostenrijk ontwikkeld. Een eerste prototype is in mei op de testlocatie in Zoetermeer geïnstalleerd en getest. Op basis van de testresultaten is een verbeterd prototype ontwikkeld. Deze verbeterde versie is in september 2019 in de proefwoning geïnstalleerd en in gebruik genomen en vervolgens gedurende het stookseizoen 2019/2020 gemonitord. Het idee was om met deze prefab hydraulische verdeelunit het installatiewerk aanzienlijk terug te brengen.



In figuur Fig. 1. 7 hiernaast is situatie op zolder met het compacte WPS26 2-6 KW modulerende PicoEnergy warmtepomp systeem gegeven. De warmtepomp staat beneden op de grond. Daarboven hangt de nieuw ontwikkelde prefab hydraulische unit met geïntegreerde passief koelunit. Daarnaast staat de 200 ltr. Boiler van de eerste installatie.



Fig. 1. 7- Tweede installatie met 2-6 KW modulerende PicoEnergy



Fig. 1. 8- Dwarsdoorsnede proefwoning met tweede installatie met 2-6 KW modulerende PicoEnergy

## Leerervaringen tweede installatie met PicoEnergy warmtepomp

De eerste installatie leverde de volgende leerervaringen op.

- De installatie voldeed energetische aan de verwachtingen en leverde de gewenste energie-efficiëntie en besparingen vrijwel gelijk aan de eerste installatie.
- De capaciteit van de 2-6 KW modulerende warmtepomp bleek zonder elektrische bijstook ruim voldoende.
- De ont koppeling van de PVT zonnepanelen van het broncircuit bleek vrijwel geen invloed te hebben op de bodemlus temperatuur in januari 2020. Blijkbaar genereert de bodem rondom de bodemlus op natuurlijke wijze met warmte uit de omliggende grond. Door de PVT panelen te ont koppelen van het bronsysteem van de warmtepomp werd hiermee de installatie een stuk eenvoudiger en betrouwbaarder.
- De installatie van de prefab hydraulische verdeelunit en het sterk gereduceerde aantal componenten ten opzichte van de eerste installatie vereenvoudigde deze tweede installatie. Het op de warmtepomp aansluiten van de aparte boiler en hydraulische unit bracht echter toch nog relatief veel installatiewerk en overlast met zich mee met kans op montagefouten.
- De warmtepomp met de extra boiler en de hydraulische unit namen nog relatief veel ruimte in beslag. Zeker als daar nog een ont koppelbuffervat voor het warmteafgiftesysteem aan moet worden toegevoegd.
- Tijdens gebruik bleek de inhoud van het warmte-afgiftesysteem voor het grotere vermogen van de warmtepomp te klein. Dit werd mede veroorzaakt doordat de bewoners de voorkeur gaven aan dichtgedraaide radiatoren op de slaapkamers. Een ont koppelingsvat in het warmteafgiftesysteem is daarom nodig om voldoende waterinhoud van het warmteafgiftesysteem te garanderen.
- Het geluid van deze zwaardere 2 – 6 KW warmtepomp was aanzienlijk hoger dan de 3 KW warmtepomp van de eerste installatie. Bij bepaalde frequenties van de modulerende warmtepomp trad een hinderlijke bromtoon op, die tot klachten leidde van de bewoners en de burens. Pogingen om met afschermende maatregelen en aanpassing van de regeling dit geluidsniveau te verlagen, bleken geen oplossing te bieden. Onderzoek naar de oorzaak van deze resonanties toonde aan dat vanaf de basis een herontwerp van de warmtepomp nodig zou zijn om tot een acceptabel geluidsniveau in de open cv-ruimte te komen.

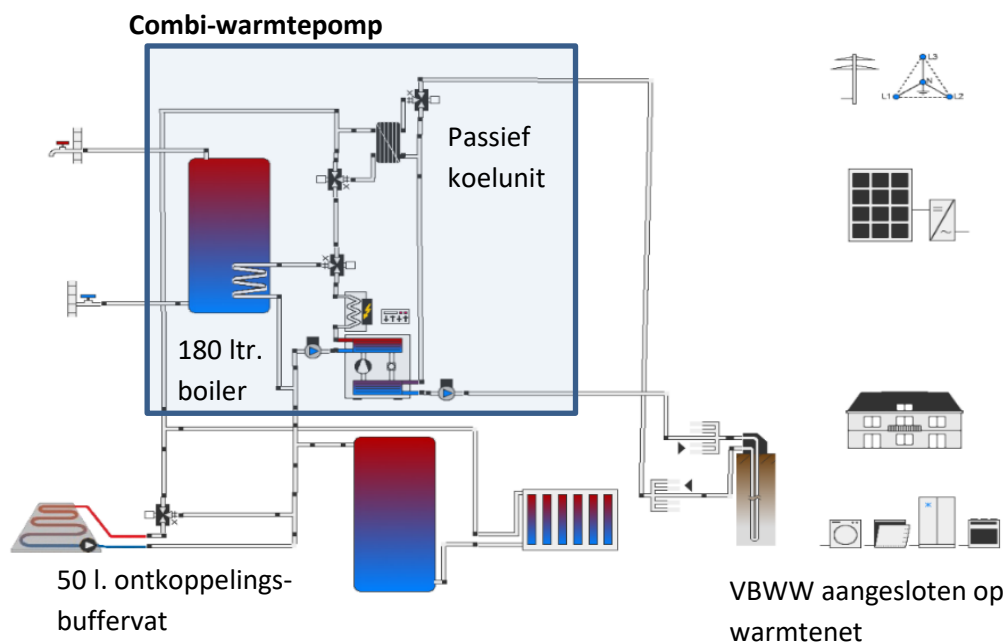
De conclusie is daarom dat evenals de eerste installatie ook de tweede installatie niet geschikt is voor een grootschalige uitrol om bestaande woonwijken aardgasvrij te maken. Het geluidsniveau van de betreffende warmtepomp is voor plaatsing in de typisch Nederlandse open cv-ruimte veel te hoog. De extra boiler, het extra ont koppelingsvat en de extra hydraulische unit nemen te veel ruimte in beslag. De installatiekosten om deze apparatuur aan elkaar te koppelen zijn nog steeds te hoog en leveren te veel overlast op met kans op montage fouten.

### 1.3.3 Derde installatie warmtepompsysteem met Nibe

Begin 2019 is in overleg met Geo-Energie en Nibe daarom besloten een bestaande stille combi-warmtepomp met een geïntegreerde 180 liter boiler en passief koelunit in de woning te installeren. Daaraan is apart een extra buffervat gekoppeld om de waterinhoud van het

warmteafgiftesysteem te vergroten. Dit warmtepomp is op 21 februari 2020 in één dag geïnstalleerd.

Het proces-flow-schema van de derde installatie is in onderstaande figuur 1.7 schematisch weergegeven. Bij deze installatie is een 1.5-6 KW modulerende warmtepomp F1255-PC met geïntegreerde 180 liter boiler en passief koelunit van Nibe geïnstalleerd. De extra 200 liter boiler van de eerste en tweede installatie is daarmee komen te vervallen evenals de hydraulische verdeelunit met geïntegreerde koelunit van de tweede installatie. Deze apparatuur is nu geïntegreerd in de combi-warmtepomp. Wel is nog een apart ontkoppelingsvat in het warmteafgiftesysteem nodig.



Figuur 1.9 - Derde installatie met 1.5 -6 KW modulerende Nibe F1255-PC combi-warmtepomp

In figuur Fig. 1. 10

Situatie op zolder met het compacte Nibe F-1255-PC combi-warmtepomp systeem. Links naast de warmtepomp hangt het ontkoppelingsbuffer voor het warmteafgiftesysteem.

Deze installatie is inclusief de verwijdering van de tweede installatie in één dag geïnstalleerd.

Voor transport over de trap is de warmtepompunit onder in de installatie gedemonteerd en apart over de trap vervoerd.



Figuur 1. 11 - Dwarsdoorsnede proefwoning derde installatie met 1.5 – 6 KW modulerende Nibe F-1255-PC combi-warmtepomp

## Leerervaringen derde installatie met Nibe combi-warmtepomp

De derde installatie leverde de volgende leerervaringen op:

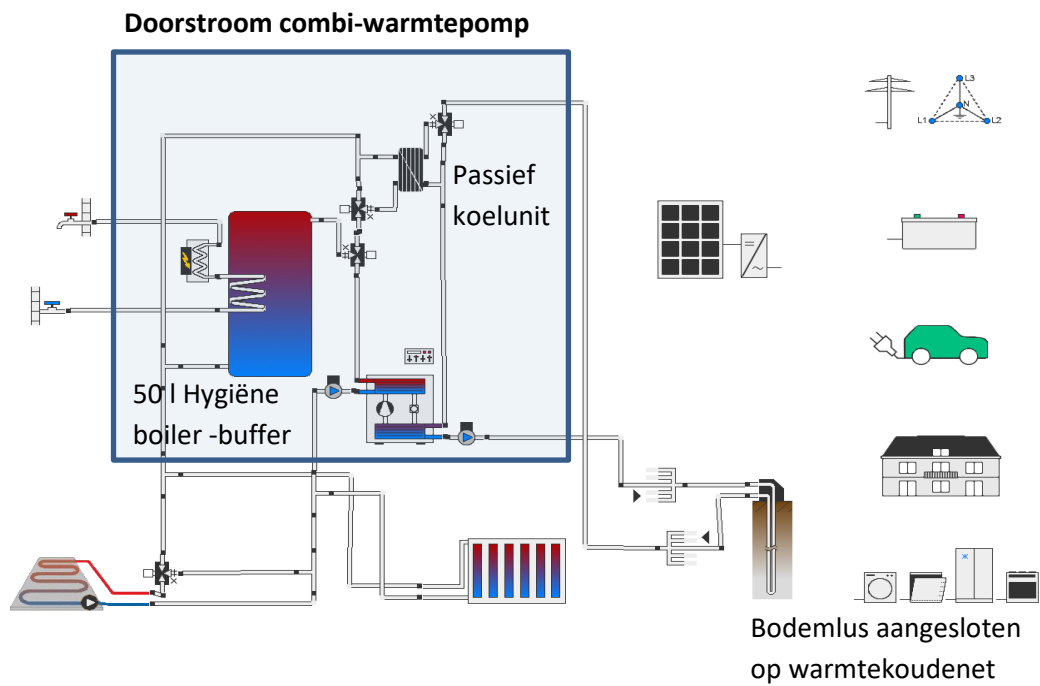
- De installatie voldoet energetische aan de verwachtingen en de gewenste energie-efficiëntie en levert ongeveer dezelfde besparingen in energiekosten op als de twee eerdere installaties.
- De capaciteit van deze warmtepomp is zonder elektrische bijstook ook op koudere dagen voor een label A tussen of hoekwoning voldoende.
- Deze installatie is inclusief de verwijdering van de tweede installatie in één dag gerealiseerd. Voor transport over de trap is de warmtepompunit onder in de installatie gedemonteerd en apart over de trap vervoerd. Arbo technisch is dit bij een grootschalige aanpak van een woonwijk ongewenst. In samenwerking met Nibe en Geo-Energie wordt in het kader van het MMIP Innovatieprogramma onderzocht of de unit deelbaar gemaakt kan worden. Een alternatief zou zijn om de warmtepomp met een kraan door het dakraam van de zolder naar binnen te hijsen.
- De 1.80 m hoogte van de combi-warmtepomp past net in deze situatie. Voor oudere woonhuizen kan 1.80 m mogelijk te hoog zijn. In samenwerking met Nibe en Geo-Energie wordt in het kader van het MMIP Innovatieprogramma onderzocht of hoogte van de unit naar maximaal 1.70 m kan worden teruggebracht en deelbaar kan worden gemaakt voor transport over de trap.
- Het benodigde extra ontkoppelingsbuffervat neemt extra ruimte in beslag. In het kader van het MMIP innovatieprogramma wordt onderzocht of met een nieuwe generatie doorstroom-warmtepompen het ontkoppelingsbuffervat in de combi-warmtepomp geïntegreerd kan worden. Zie ook innovatievoorstel hieronder.
- Het geluid van deze 2-6 KW warmtepomp was aanzienlijk lager dan de twee eerste installaties. De compacte stille combi-warmtepomp maakte in de open cv-ruimte nauwelijks geluid. In de nabijgelegen slaapkamer is de warmtepomp niet of nauwelijks te horen.

De conclusie is dat deze derde installatie geschikt is voor een grootschalige wijkaanpak om bestaande label A en B woningen aardgasvrij te maken. Voor plaatsing op zolder dient de hoogte van de combi-warmtepomp beperkt te worden tot 1.70 m. Voor transport over de zoldertrap is het noodzakelijk dat de unit zodanig kan worden opgedeeld dat de installatie van de warmtepomp vergelijkbaar wordt met de installatie van een wasmachine.

### 1.3.4 Ontwikkeling toekomstige generatie warmtepomp

Voor de grootschalige aanpak van oudere typisch Nederlandse woonwijken met een minder goed geïsoleerde bouwschil zal een betaalbare nieuwe generatie warmtepompen moeten worden ontwikkeld, die nog compacter zijn, meer capaciteit hebben en warmteafgiftetemperaturen tot 70 °C over de warmtepomp kunnen leveren en een lagere Global Warming Prestatie (GWP) waarde hebben. In het Proces-flow-schema hieronder is het schema voor een doorstroom combi-warmtepomp met een kleine geïntegreerde hygiëneboiler / ontkoppelingsbuffer weergegeven in serie met een elektrisch verwarmingselement van ca. 6 KW. De warmtepomp verwarmt daarbij het buffervat tot ca 35 – 45 °C. Het tapwater wordt via een RVS hygiëne warmtewisselaar tot ca. 30 - 40 °C voorverwarmd en vervolgens door een elektrische doorstroomunit op temperatuur

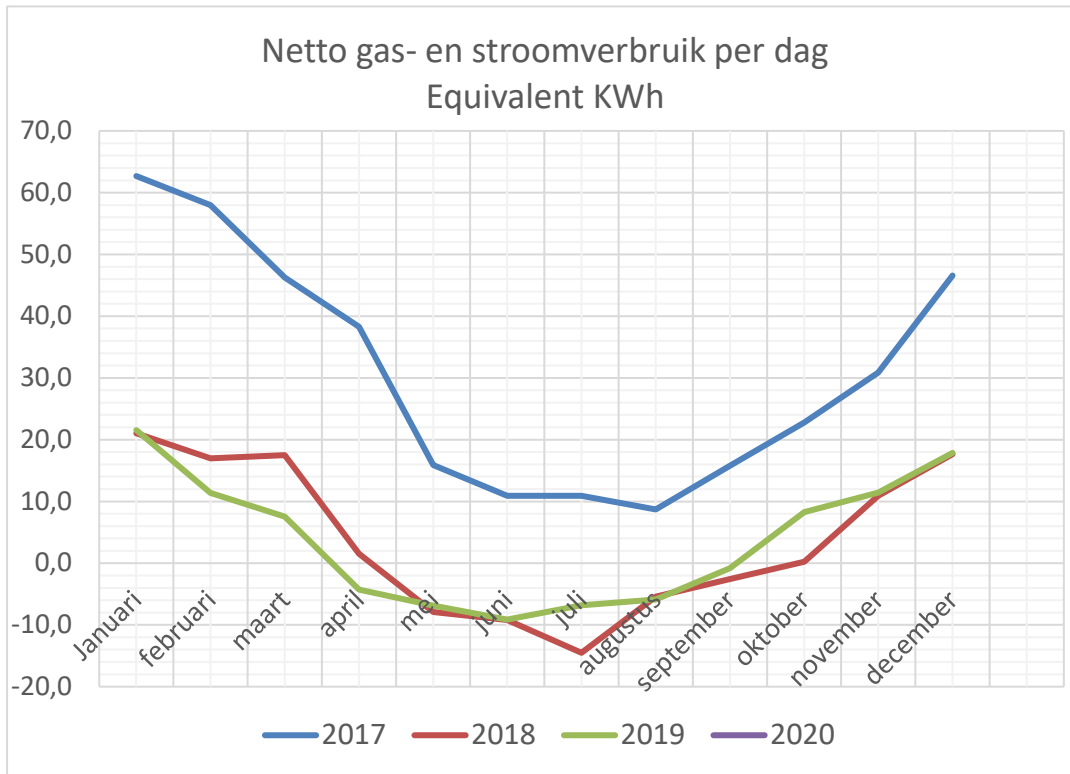
gebracht. Een slim energiemangement en opslagsysteem voorkomen dat de 3 x 25 A aansluitwaarde wordt overschreden in een all-electric woning en dat het lokale elektriciteitsnet wordt overbelast.



Figuur 1.12 – Nieuw te ontwikkelen doorstroomwarmtepomp voor bestaande bouw

### 1.3.5 Energieprestatie

Eind oktober 2018 is het evaluatierapport van Pilot fase 1 “proefwoning all-electric” (Ref. 1) aan de Provincie Zuid-Holland (PZH) opgeleverd. Deze gegevens zijn t/m februari 2020 geactualiseerd en in de grafieken en tabellen hieronder samengevat. In het jaar 2017 was de woning nog aangesloten op gas. Het gasverbruik is hiervoor omgerekend naar KWh . Uit de metingen blijkt dat het Helena all-electric concept goed presteert



Figuur 1.13 – Netto gas- en stroomverbruik, KWh

### 1.3.6 Jaarlijks energieverbruik proefwoning

Het totale energieverbruik inclusief gasverbruik van de proefwoning is in 2018 en 2019 (all-electric) t.o.v. 2017 aanzienlijk gedaald van 11.460 KWh (met gasaansluiting) in 2017 naar respectievelijk 1381 en 1341 KWh (all-electric) in 2018 en 2019. Het totale energieverbruik in 2018 en 2019 (all-electric) is per saldo over het jaar ca. 12 % van het energieverbruik in 2017 met gasaansluiting.

Energie verbruik proefwoning Briellestraat							
Jaar	Productie	Eigenverbruik	Netto verbruik	Gas m3	Gas KWh	Totaal KWh	% daling t.o.v. gas
2017	0	2.277	2.277	1.180	9.192	11.469	100%
2018	3.257	4.638	1.381	0	0	1.381	12%
2019	3.525	4.866	1.341	0	0	1.341	12%



## 1.4 Leerervaringen

1. Label A/B woonwijken “aardgasvrij ready”;  
Woningen en gebouwen van bestaande woonwijken kunnen eenvoudig op een lokaal warmtekoudenet aangesloten worden, dat lokaal via gesloten bodemplussen in de openbare ruimte zijn warmtekoude betreft van de bodem onder de woonwijk. Alle woningen zijn dan voorzien van een warmtekoude aansluiting als alternatief voor de gasaansluiting. De woonwijk is dan “aardgasvrij ready”.
2. Label A/B woonwijken aardgasvrij  
Met de huidige warmtepomptechnologie kan een water-waterwarmtepomp aangesloten op de warmtekoude aansluiting eenvoudig de cv-ketel vervangen van label A/B woningen en gebouwen zonder dat daarvoor ingrijpende aanpassingen van de bouwschil of het bestaande verwarmingssysteem voor nodig zijn. Op deze wijze kunnen bestaande label A/B woonwijken met een grootschalige aanpak betaalbaar en in relatief korte tijd aardgasvrij worden gemaakt.
3. Bestaande jonge woonwijken  
Voor bestaande jonge woonwijken kan de cv-ketel van een label A/B woning zonder ingrijpende aanpassingen aan de bouwschil of het bestaande verwarmingssysteem met de huidige warmtepomptechnologie door een compacte stille combi-warmtepomp met geïntegreerde boiler en passief koelunit vervangen worden.
4. Bestaande oudere woonwijken  
Voor oudere woonwijken met een minder goed geïsoleerde bouwschil zal een nieuwe generatie duurzame, lichtere en compactere warmtepompen moeten worden ontwikkeld met een hogere capaciteit, een hogere warmteafgifte temperatuur tot 70 °C en een lage GWP waarde.
5. Geluid warmtepomp  
Het is mogelijk een combi-warmtepomp in de open cv-ruimte te plaatsen, die nauwelijks geluid maakt en in nabijgelegen slaapkamers met gesloten slaapkamerdeur niet of vrijwel niet hoorbaar is.
6. Ruimtebeslag warmtepomp  
Het is mogelijk een combi-warmtepomp in de open cv-ruimte op zolder te plaatsen. De hoogte en het gewicht van een combi-warmte warmtepomp zouden voor een grootschalige aanpak naar beneden moeten worden gebracht. Voor transport over de trap zou de combi-warmtepomp deelbaar moeten worden gemaakt.

## 1.5 Aanbevelingen

De aanbevelingen voor verder onderzoek en ontwikkeling zijn de volgende:

- 1 MMIP 919001 WP 3.1 – Ontwikkel warmtepomp voor label A/B woningen  
Ontwikkel op basis van de bestaande warmtepomptechnologie een compacte slimme en betaalbare combi-warmtepomp, die geschikt is voor de bestaande typisch Nederlandse woningen met label A/B bouwschil. Ontwikkel een compacte en lichte combi-warmtepomp, die deelbaar is en in delen als een wasmachine over de zoldertrap naar boven kan worden getransporteerd. De combi-warmtepomp moet zo laag zijn dat de warmtepomp onder het schuine dak van zolder past en stil zijn, zodat de warmtepomp nauwelijks geluid in de open cv-ruimte produceert en niet of nauwelijks hoorbaar is in de nabijgelegen slaapkamers.
- 2 MMIP 919001 – WP 3.2 – Ontwikkel warmtepomp voor oudere woningen  
Ontwikkel voor oudere woonwijken met een minder goed geïsoleerde bouwschil een nieuwe generatie duurzame, lichtere en compactere warmtepompen met een hogere capaciteit, een hogere warmteafgiftetemperatuur tot 70 °C en een lage GWP waarde voor het toegepaste koudemiddel.

Dit is mogelijk door de warmtepomp als doorstroomtoestel te ontwerpen met kleine geïntegreerde hygiëne boiler/warmteafgiftebuffervat in serie met een elektrisch doorstroomtoestel. Het tapwater wordt daarbij in de hygiëne boiler door de warmtepomp voorverwarmd tot ca. 35 – 40 °C en vervolgens door een relatief klein elektrisch doorstroomtoestel op de gewenste temperatuur gebracht. De bufferzijde van compacte hygiëne boiler kan daarbij als ontkoppelingsbuffervat van het warmteafgiftesysteem functioneren. Een systeem met een lagere GWP waarde en een hogere warmteafgiftetemperatuur tot 70 °C kan gerealiseerd worden met een warmtepomp met R290 als koudemiddel, die ook geschikt is voor toepassing binnen.

## Bijlage WP 2 - Monitoring, dashboard en service webportaal

### 1.0 Doel

Doel is om een monitoringsysteem en visualisatieomgeving te ontwikkelen die de data van apparatuur van verschillende leveranciers van o.a. warmtepompen kan uitlezen, verwerken en presenteren in een visualiseringsomgeving specifiek ontworpen voor bewoners, woningeigenaren, woningcorporaties, netbeheerders en installateurs.

Bewoners en woningeigenaren krijgen daarbij inzicht in de eigen energieproductie en het energieverbruik in relatie tot soortgelijke woningen in hun buurt. Woningcorporaties krijgen inzicht in het energieverbruik en de warmteafname van het verwarmingssysteem en het tapwater conform de vereisten van de EnergiePrestatieVergoeding (EPV) regeling. Woningcorporaties krijgen daarbij tevens inzicht in de energie-efficiëntie van de woningen en kunnen daarbij snel afwijkingen opsporen. Installatiebedrijven krijgen een melding als er iets aan de hand is met het energiesysteem in de woning en kunnen dan via de specifieke applicatie van de leverancier inzoomen op het probleem. Netbeheerders krijgen inzicht in de belasting van de huisaansluiting en het lokale elektriciteitsnet als gevolg van energieproductie en energieverbruik. De infrabeheerder van de warmtekoude-infrastructuur kan met deze gegevens inzicht krijgen in de warmteafgifte en temperaturen in het bodemenergiesysteem.

### 2.0 Werkwijze

Voor de ontwikkeling van dit monitoringsysteem is aanvankelijk met systeemdeskundigen van Vaillant en later met PicoEnergy en PRE contact opgenomen om de inlezing van data, de protocollen van de apparatuur en de monitoring interface op elkaar af te stemmen. Daarvoor is door PicoEnergy naar FuturePower4All (FP4ALL) de controller interface van de warmtepomp verscheept. Deze interface is vervolgens op de testlocatie van FP4ALL uitgetest en gevalideerd.



Figuur 2.1 – Test locatie Zoetermeer met PicoEnergy warmtepomp onder, Prototype prefab hydraulische verdeelunit er boven, daarboven de PV omvormer en rechtsboven de FP4All data monitoring box.

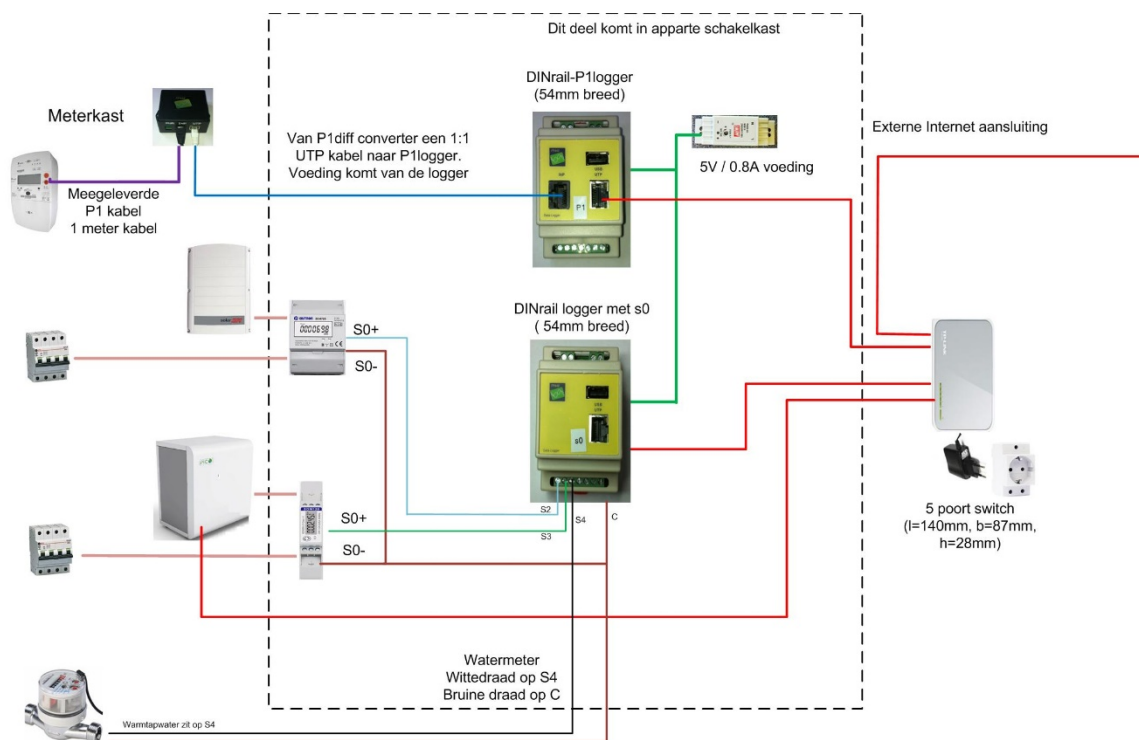
Vervolgens is op de testlocatie in Zoetermeer de monitoring apparatuur en PicoEnergy apparatuur geïnstalleerd om het systeem in een bestaande woonomgeving te testen. Op basis van deze testervaringen is het systeem verder verbeterd voor grootschalige toepassing.

### 3.0 Resultaat

Om een all-electric elektrisch installatie en bodemenergiesysteem goed te kunnen volgen en te onderhouden is het noodzakelijk om data te verzamelen en trends te bepalen van de apparatuur die zich in de woningen bevinden. Vanuit deze monitoringdata kunnen systeemoptimalisaties worden gerealiseerd, kunnen afwijkingen worden geconstateerd, kan preventief onderhoud plaatsvinden, kunnen storingen worden gedetecteerd en kan bekeken worden of een systeem goed functioneert. Bij een storing kan dan via een e-mailalert een aangewezen installateur adequaat en zo snel mogelijk een probleem oplossen.

Hiervoor zijn DINrail dataloggers ontwikkeld voor het uitlezen van de slimme meter, kWh modules voor het meten van elektrisch verbruik en PV opwekking. Daarnaast wordt het verbruik in het warm tapwater gemonitord via een pulsegever op de warmtapwatermeter. De monitoring van de warmtepomp registreert de warmteopbrengst, de temperaturen en storingsmeldingen om na te gaan of alle systemen zo optimaal mogelijk functioneren.

Een eenvoudig schematische weergave is hieronder gegeven.



Figuur 2.1 – Schema datamonitoring

Door deze data bij elkaar te voegen en budgetten vast te stellen voor het energieverbruik en warmtapwaterverbruik van de bewoner wordt voldaan aan de eisen voor "Nul-op-de-Meter

woning monitoring”, zoals gedefinieerd door de stichting Stroomversnelling. Op basis van deze data kunnen voor woningcorporaties EPV rapporten (Energie Prestatie Vergoeding) worden gegenereerd door de ingebouwde EPV rapportgenerator.

Hiermee kunnen woningcorporaties voldoen aan deze “stichting Stroomversnelling norm” en een EPV rapport aan hun huurders aanbieden met kwartaal, half jaarlijkse of jaarlijkse resultaten. De loggers en kWh modules etc. zijn voor de eerste prototype woningen samengevoegd in de groepenkast of een aparte schakelkast.

Daarnaast is er een onderzoek gedaan m.b.t. het toevoegen van data die beschikbaar komen door EV-auto V2G laadsystemen en hoe deze kunnen worden toegevoegd aan het monitoring systeem en het webportaal. Voor het schakelen van de energie is een prototype schakelunit ontwikkeld die kan schakelen afhankelijk van de tariefstand van de slimme meter. Dus alleen laden indien het laag tarief actief is of aan een andere voorwaarde is voldaan. Dit is nog wel een prototype en dient nog verder ontwikkeld te worden.

Voor het webportaal zijn er voor de monitoring twee uitgangsniveaus namelijk een bewoner webportaal met dashboard en een installateurs/woningcorporatie serviceportaal. Op dit moment krijgen bewoners en installateurs nog toegang via een internet link maar deze kan ook in een website ingebouwd worden.

Het bewoner webportaal dient om de bewoner inzicht te geven in verbruik en opwekking van elektrische energie, het warmtapwaterverbruik en de warmtepompfunctionaliteit en slimme meter weergave. Het is zaak bij de bewoners een bewustwording van hun energie en warmtapwater verbruik weer te geven, zodat hierdoor de bewoners worden aangezet elektrische energie en warm tapwater gebruik te besparen.

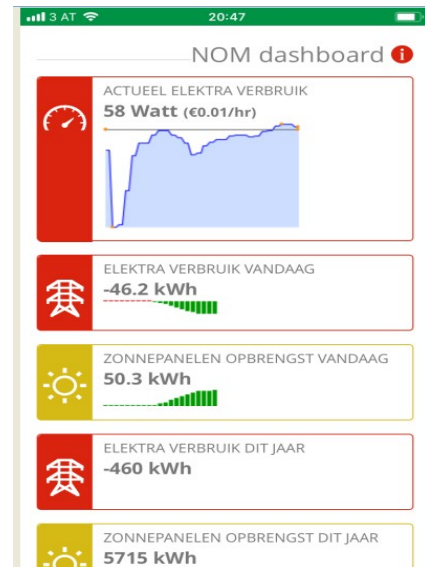


Figuur 2.2 – Dashboard visualiseringsomgeving

Het dashboard geeft voor de bewoners alle hoofdbestanddelen weer om in een oogopslag te zien hoe hun systeem functioneert. Voor een groter detailniveau kan de gebruiker doorklikken naar “Details” waar hij alle detail informatie per dag in 5 minuutstappen, per maand of per jaar overzicht kan bekijken.

Dit dashboard overzicht is opgenomen in een APP, zodat de bewoners dit ook op hun mobiel kunnen zien. De opzet is vastgelegd maar het laten screenen en indienen bij Google Play en iTunes dient nog te gebeuren.

Hiernaast is een voorbeeld van een deel van de APP weergegeven.



Figuur 2.3 APP

#### Leerervaringen data monitoring systeem

- Datatransfer over de bestaande internetverbinding is gevoelig voor storingen en discontinuïteit bij verhuizing of verkoop. De dataverbinding over Internet of Things (IoT) zou apparatuur of woninggebonden moeten zijn
- Datalogging van bestaande warmtepompsystemen is mogelijk. De afstemming van de data systemen is arbeidsintensief

#### 4.0 Leerervaringen

De volgende leerervaringen zijn met dit datamonitoring systeem opgedaan

1. Leveranciersafhankelijk data monitoring systeem  
Apparatuur van verschillende leveranciers kan door een onafhankelijk monitoring systeem verschillende doelgroepen inzicht geven in de energieproductie, het energieverbruik en het functioneren van het energiesysteem. Hiervoor moet wel per leverancier het protocol en de interface worden afgestemd.
2. Visualiseringsomgeving  
De visualiseringsomgeving kan opgenomen worden in een APP zodat de bewoners dit ook op hun mobiel kunnen zien
3. Internetverbinding  
De data kan via de internetverbinding van de woning eigenaar worden verstuurd maar dit geeft bij verhuizing of verkoop van de woning een discontinuïteit in de verbinding.

#### 5.0 Aanbevelingen

De aanbevelingen voor verder onderzoek en ontwikkeling voor data monitoring zijn de volgende:

1. De data monitoring box dient nog verder ontwikkeld te worden om deze compact en betaalbaar te maken voor toepassing in woningen
2. De opzet voor de APP is vastgelegd maar het laten screenen en indienen bij Google Play en iTunes dient nog te gebeuren.
3. Voor de datamonitoring dient een woning of toestel gebonden verbinding met een IoT netwerk ontwikkeld te worden, dat niet afhankelijk is van de netwerkverbinding van de bewoner.



## Bijlage WP 3 - Slim elektrisch opslagsysteem met EV-auto

### 1.0 Doel

Doel is verkenning van de mogelijkheden om de opslagcapaciteit van de elektrische auto in te zetten voor het reduceren van de piekbelasting in het lokale elektriciteitsnet, het eigen verbruik van de opgewekte energie te vergroten en toepassing van een zogenaamde doorstroom-warmtepomp mogelijk te maken bij een maximale aansluitwaarde van 3 x 25 A.

### 2.0 Werkwijze

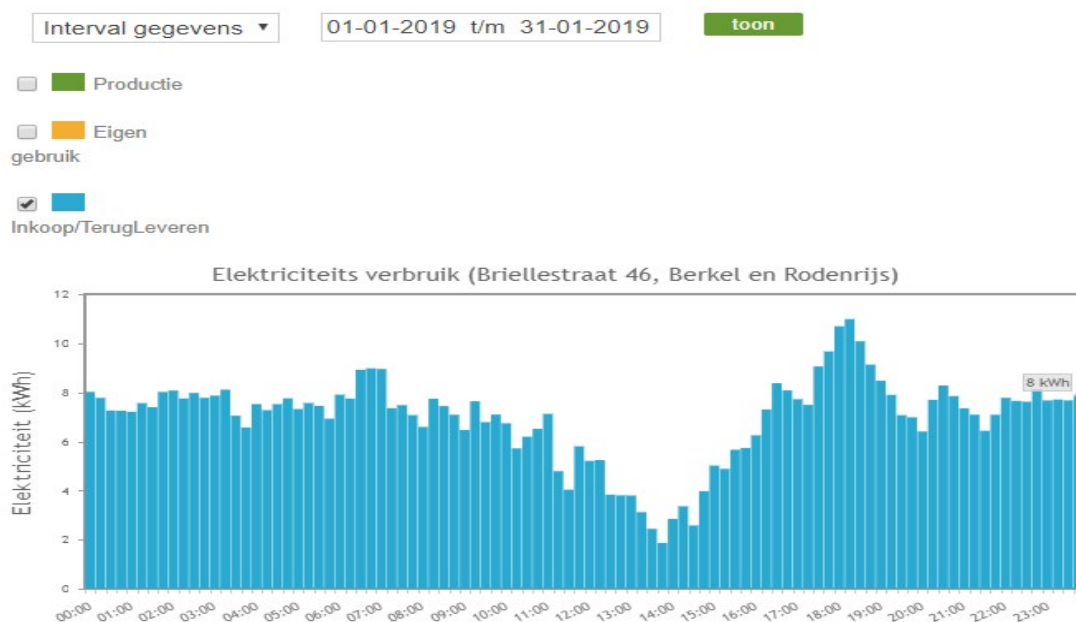
Allereerst is onderzocht hoe groot de piekbelastingen in de huisaansluiting en het lokale elektriciteitsnet kunnen zijn bij toepassing van het Helena All-electric bodemenergieconcept. Daarvoor is de proefwoning in Berkelse Wal al vanaf de eerste installatie eind 2017 voorzien van een uitgebreid monitoring systeem, dat de piekbelastingen en het eigen verbruik meet. Via een portal [slimmeteruitlezen.nl](http://slimmeteruitlezen.nl) zijn de kwartierwaarden van de slimme meter uitgelezen. De productiegegevens zijn via een andere portal van de SolarEdge portal geïmporteerd en automatisch met de gegevens van de slimme meter gecombineerd.

Vervolgens zijn o.a. met Elaad.nl en Power Research Electronics (PRE) verkennende gesprekken gevoerd, hoe dit in de praktijk een slim elektrisch opslagsysteem met gebruikmaking van de batterijcapaciteit van elektrische auto's geïmplementeerd kan worden.

### 3.0 Resultaat

#### 3.1 Belasting huisaansluiting

In de figuren hieronder zijn voor de maand januari en de maand augustus 2019 de accumulatieve kwartierwaarden opgegeven. In de maand januari treedt voor de betreffende gezinssituatie een vraagpiek op rond 18.00 uur. Voor een andere gezinssituatie kan dat ook in de ochtend zijn. Deze accumulatieve piekwaarde van 11 kWh komt overeen met een gemiddeld piekvermogen van 1.4 KW ( $=11 \cdot 4$  kwartier/31 dagen) bij een gemiddelde over de dag van ca. 0.9 KW ( $=7 \cdot 4/31$  dagen)



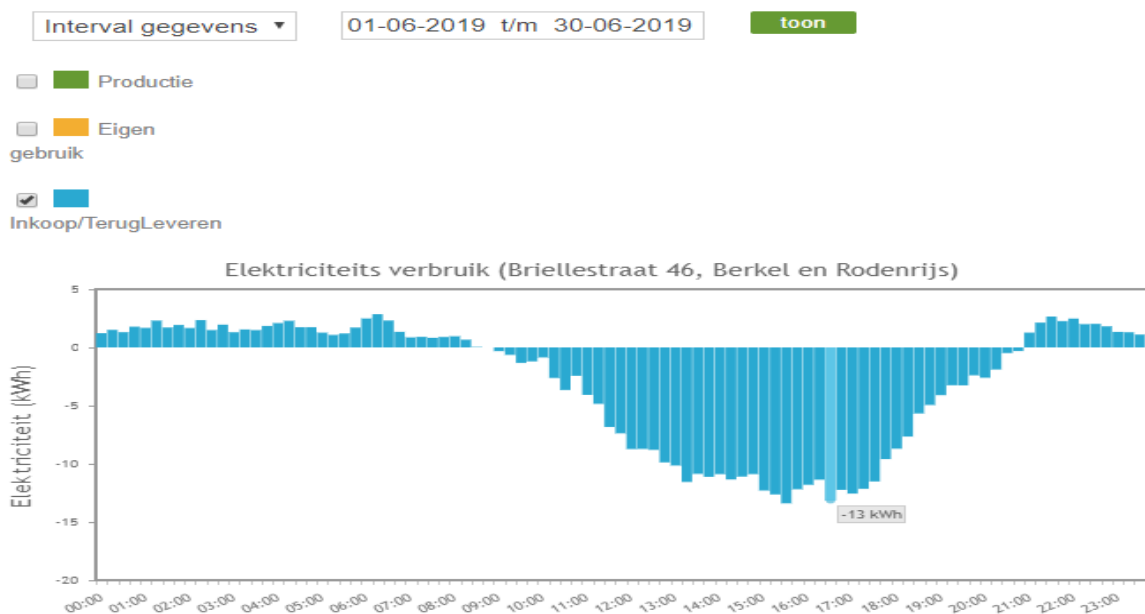
Figuur 3.1 – Accumulatieve kwartierwaarde januari 2019



In de bovengenoemde meetgegevens is niet de belasting van elektrische auto's (EV's) opgenomen. Als uitgegaan wordt van een gemiddelde reisafstand van 13.000 km per jaar volgens de CBS gegevens of 32 km per dag en een verbruik van 16 kWh per 100 km, dan is de gemiddelde laadbelasting van de elektrische auto ruim 3 kWh. In werkelijkheid zal dit gemiddeld lager zijn om dat EV's mogelijk op de snelweg laden of overdag op het werk. Bij 6 uur laden gedurende de nacht komt bij 100 % EV 0.5 kW vermogen bij de 0.9 kW vermogen. De totale vraag komt daarmee op gemiddeld ca. 1.4 kW.

Voor de zomer ligt de piekbelasting bij teruglevering. De accumulatieve piekkwartierwaarde is dan 13 kWh, wat overeenkomt met een gemiddeld 1.7 kW (=13 \*4 / 30) dagvermogen met een hoogste piekwaarde van ca. 3 kW met 13 PV panelen op het dak. De piekbelasting in de zomer als gevolg van de installatie van PV panelen is in hoogte en duur hoger dan de piekbelasting als gevolg van vraag van de warmtepomp en elektrisch koken.

Om de piek in piekbelasting in de zomer af te vlakken van 1.7 kW naar 1 kW zou in juni de opgewekte stroom van ca. 11.00 – 18.00 uur voor een deel moeten worden opgeslagen. Dit is ongeveer 5 kWh. (= 7 uur x (1,7- 1 kW)). Met een kleine thuisbatterij van 5 kWh zou dit al bereikt kunnen worden. Een elektrische auto met een batterijcapaciteit van 60 kWh hoeft dan slechts voor 10 % te worden opgeladen. Een EV met 50 % oplaadcapaciteit, zou dan voor 5 woningen het lokale net kunnen ontlasten. Er zijn dus relatief weinig EV's nodig om het netwerk overdag te ontlasten



Figuur 3.2 – Accumulatieve kwartierwaarden juni 2019

### 3.2 Energiemanagementsysteem

Met PicoEnergy en Power Research Electronics is onderzocht hoe de all-electric installatie van een woning kan worden gekoppeld aan een slim opslagsysteem.

#### Slimme warmtepomp regeling gekoppeld aan energiemanagementsysteem

De KEBA warmtepompregeling van PicoEnergy heeft de mogelijkheid om dit systeem te koppelen aan het KEBA energiemanagementsysteem. Daarmee kan de warmtepomp ingezet worden om elektriciteit om te zetten in warmte en die warmte op te slaan in de muren van de bouwschil. De warmtepomp kan bijvoorbeeld afhankelijk van de weersverwachting en netbelasting met groene stroom de woning overdag alvast opwarmen voor de avond.



Figuur 3.3 – PicoEnergy E-smart systeem energiemanagementsysteem

### 3.3 Multifunctionele omvormer gekoppeld aan energiemanagementsysteem

PRE Power Developers heeft in samenwerking met de TU Delft en Last Mile Solutions een 10 KW bidirectionele EV lader op zonnestroom ontwikkeld. Het systeem laadt elektrische auto's met zonne-energie direct op met een bidirectionele EV-lader. Het systeem is 17% meer efficiënt dan de huidige laders. De lader voorkomt omvormingsverliezen van gelijkstroom (DC) naar 230V wisselstroom (AC).

Vrijwel alle apparatuur in en rondom de woning werkt op gelijkstroom, zoals de PV panelen, de circulatie pompen en compressor van de warmtepompen en de elektrische auto's. De apparatuur en de woning zitten vol met omvormers en adapters die de 230V wisselstroom omzetten in gelijkstroom. Voor een duurzame inrichting van een woonwijk zal de elektriciteit voor warmtepompen en elektrische auto's niet meer van fossiele bronnen maar van duurzame lokaal en centraal opgewekte DC energie komen, zoals zonne-energie opgewekt door de zonnepanelen op de daken van de woning en 's nachts windenergie van de offshore windparken opgeslagen in de batterijen van de elektrische auto's.

Op dit moment worden de warmtepompen en elektrische auto's opgeladen via het AC elektriciteitsnetwerk. Gelijkstroom (DC) van de zonnepanelen is omgevormd naar wisselstroom (AC) voor het elektriciteitsnet en vervolgens weer omgevormd door de omvormer (inverter) in de warmtepomp naar gelijkstroom (DC) of door een aparte omvormer (laadpaal) naar gelijkstroom (DC) voor de batterij van de elektrische auto. In beide conversiestappen van DC naar AC en van AC weer naar DC gaat in totaal ongeveer 19 % energie verloren. PRE Power Developers, TU Delft researcher en Last Mile Solutions denken dat het slimmer is om deze conversiestappen te vermijden. Zij hebben daarom een laadstation ontwikkeld dat het mogelijk maakt om de batterij van een elektrische auto direct van de zonnepanelen te laden zonder tussenkomst van de aansluiting op het AC elektriciteitsnetwerk. Inmiddels heeft SolarEdge, een wereldwijde fabrikant van omvormers, al zo'n multifunctionele omvormer op de markt gebracht. De verwachting is dat leveranciers van omvormers de komende jaren steeds meer intelligentie in hun omvormers stoppen.

#### **Multifunctionele bidirectionele AC-DC omvormer**

De lader van PRE is een bidirectionele multifunctionele omvormer. Dat wil zeggen dat de EV-batterij ook weer stroom aan het elektriciteitsnet kan leveren. Dit wordt ook wel "vehicle to grid (V2G) of (V2X)" genoemd. De lader kan de volgende stroomrichtingen aan:

1. van de zonnepanelen (DC) naar de EV (DC)
2. van de EV (DC) naar het elektriciteitsnet (AC)
3. van het elektriciteitsnet (AC) naar de EV (DC)
4. van de zonnepanelen (DC) naar het elektriciteitsnet (AC)

De V2G 10 KW lader is een slimme integratie van de omvormer voor de zonnepanelen en de lader voor de elektrische auto (EV).

In de geïntegreerde oplossing worden componenten voor de verschillende omvormingstaken met elkaar gedeeld met een 3 keer zo hoge stroomdichtheid dan een aparte omvormer en lader voor respectievelijk de zonnepanelen en de EV met lagere kosten als resultaat. Met silicon carbide en quasi-resonantie technologie, kan een energie-efficiëntie van 96% worden gehaald bij zowel volle of gedeelde belasting.

Deze multifunctionele omvormer voorkomt daarmee niet alleen omvormingsverliezen maar bespaart ook ruimte en kosten.

### **3.4 Slim opslagsysteem**

Opwekking van elektriciteit met zonnepanelen vindt plaats op momenten dat er in het huishouden weinig vraag is naar elektriciteit. Tegelijk neemt de piekvraag naar elektriciteit in de ochtend en in de avond bij een all-electric woning toe. Het lokale net kan zowel bij teruglevering van zonne-energie als bij levering in de piekuren overbelast raken. Door het woningenergiesysteem met vehicle to grid (V2G) technologie te koppelen aan dat van de elektrische auto (EV) kan het eigen gebruik vergroot worden en de piekbelasting van het lokale net worden afgevlakt.

Met een slim energiemanagementsysteem in combinatie met een functionele omvormer/lader kan de eigen opgewekte energie slim worden opgeslagen in een kleine 5 KWh thuisbatterij en/of batterij van de elektrische auto voor gebruik op een later tijdstip. Voor de typisch Nederlandse woning zou daarbij de omvormer voor de zonnepanelen moeten worden vervangen door een bidirectionele multifunctionele omvormer met een thuisbatterij van ca. 5 KWh en DC aansluitpunt voor de elektrische auto in de meterkast.

#### **Virtuele slimme buurtbatterij**

Voor de rijtjeswoningen met veelal geen eigen parkeervoorziening op eigen grond kan ook gedacht worden aan een collectief systeem. In dit geval worden de zonnepanelen op een huizenblok aangesloten op een collectieve multifunctionele omvormer bestaande uit meerdere 10 KW multifunctionele omvormers geschakeld in parallel mogelijk tot wel ca. 150 KW. Deze multifunctionele omvormer wordt dan vervolgens aangesloten op het AC - elektriciteitsnet en een lokaal DC-net, waarop slimme laadpalen zijn aangesloten, die samen met de daarop aangesloten elektrische auto's een slimme buurtbatterij vormen.

Met deze collectieve multifunctionele bidirectionele omvormer/lader kunnen aanzienlijke kosten en ruimte worden bespaard. De individuele omvormers voor de zonnepanelen inclusief doorvoer in dak en aansluiting op omvormer en meterkast zijn dan niet meer nodig. Dit bespaart aanzienlijke installatiekosten en ruimte. Door deellast is het totale vermogen van de collectieve omvormer/ lader aanzienlijk lager dan de som van de individuele omvormers en laders.

## **4.0 Leerervaringen**

Uit het bovenstaande kunnen de volgende leerervaringen worden getrokken:

1. Belasting lokale elektriciteitsnet  
Belasting elektriciteitsnet bij Helena all-electric concept is relatief laag  
De belasting van het lokale elektriciteitsnet bij grootschalige uitrol van het Helena all-electric concept in een woonwijk is beperkt. Het lokale elektriciteitsnet hoeft daarvoor niet ingrijpend verzaard te worden.
2. Elektriciteit opslaan in warmte  
De warmtepomp kan met een slimme regeling elektriciteit opslaan in de vorm van warmte

door de muren van de bouwschil overdag voor de avond voor te verwarmen. Leveranciers van warmtepompen bieden met slimme regelingen deze mogelijkheid al.

3. Verhoging percentage eigenverbruik

Het percentage eigenverbruik van opgewekte energie kan relatief eenvoudig vergroot worden. Multifunctionele omvormers gekoppeld aan slimme energiemanagementsystemen en een kleine thuisbatterij kunnen het eigenverbruik van de opgewekte energie vergroten.

4. Batterij EV als thuisbatterij

De elektrische auto kan direct van de zonnepanelen geladen worden met een multifunctionele omvormer. De elektrische auto kan met een multifunctionele bidirectionele lader als thuisbatterij of virtuele buurtbatterij ingezet worden.

5. Kostenbesparing met collectieve omvormer

Een collectieve omvormer/ lader voor een huizenblok levert aanzienlijke besparingen op in omvormingsverliezen, installatiekosten en ruimte.

## 5.0 Aanbevelingen voor verder onderzoek en ontwikkeling

1 MMIP Deelproject 3, werkpakket 3.3 – In-huis energiemanagement -en opslag

Ontwikkel in samenwerking met de industrie een slim energiemanagement- en opslagsysteem met inzet van een slimme warmtepompregeling, thuisbatterij en multifunctionele directionele omvormer en lader voor zonnepanelen en elektrische auto's

2 Collectief energiemanagement en opslagsysteem

Ontwikkel in samenwerking met de industrie een collectief energiemanagementsysteem voor een huizenblok met een collectieve multifunctionele bidirectionele omvormer en lader voor collectieve zonnepanelen en slimme laadpalen voor elektrische auto's.

## Bijlage WP 4 - Gesloten bodemenergiesysteem voor huizenblok

### 1.0 Doel

Het doel is een gesloten bodemenergiesysteem te ontwikkelen dat geschikt is om een huizenblok of woonwijk met een grootschalige wijkaanpak aardgasvrij te maken, waarbij rekening wordt gehouden met de energiepotentie van de bodem, de warmtekoudevraag en de mogelijkheden om de bodem in balans brengen m.b.t. de bodemtemperatuur onder betreffende huizenblok of woonwijk.

### 2.0 Werkwijze

Bij de ontwikkeling van het systeem en basisontwerp is in eerste instantie uitgegaan van een jong ruim opgezet goed geïsoleerd label A huizenblok, huizenblok Berkelse Wal (bouwjaar 2015) in de Havenbuurt (bouwjaar 2002 -2015) in Berkel en Rodenrijs met de meeste woningen met een label A/B bouwschil en een aantal oudere woningen uit de jaren 1920 – 1970. Daarbij zijn eerst de verschillende varianten voor een gesloten bodemenergiesysteem voor het huizenblok Berkelse Wal geanalyseerd. Op basis van deze analyse is een voorkeursvariant gekozen, waarvoor een basisontwerp is uitgewerkt.

Op basis van deze variantenstudie is onderzocht wat dit zou kunnen betekenen voor woonwijken met een andere energiepotentie, warmtekoudevraag en mogelijkheden om de bodem weer in balans te brengen.

### 3.0 Resultaat

#### 3.1 Methode

De methode die is ontwikkeld betreft het volgende stappenplan:

#### 1. Geohydrologische vooronderzoek

Voer een geohydrologisch vooronderzoek uit conform paragraaf 8.2 in het SIKB protocol 11001. Dit geohydrologisch vooronderzoek is ter bepaling van de technische en juridische geschiktheid van de bodem in de betreffende woonwijk voor grootschalige toepassing van gesloten bodemenergiesystemen. Hierin wordt de bodemopbouw beschreven en worden de bodemparameters vastgesteld. Daarnaast worden alle belangen in de omgeving geïnventariseerd.

#### 2. Energiepotentie bodem

Bereken de energiepotentie voor warmtekoudelevering op basis van natuurlijke regeneratie. Voor de berekening van deze bodemenergiepotentie wordt de warmtekoudevraag van het betreffende huizenblok of woonwijk geïnventariseerd aan de hand van berekeningen voor bepaling van de Energieprestatie coëfficiënt (EPC). Als deze EPC berekeningen niet beschikbaar zijn, zal voor de betreffende woningen een globale inschatting gemaakt worden op basis van het werkelijke gasverbruik of alsnog een EPC berekening opgesteld worden voor de betreffende woningen. Op basis van deze gegevens en de lay-out van de betreffende woonwijk wordt een bronplan gemaakt voor de betreffende woonwijk. Daarbij kan een bronplan voor verschillende bodemdieptes worden opgesteld. Vervolgens wordt aan de hand van het bronplan en de warmtekoudevraag een computer simulatiemodel opgesteld. Met

meerdere interactieve berekeningen wordt de maximale energieonttrekking per kavel gekwantificeerd, waarbij rekening wordt gehouden met acceptabele interferentie tussen de gesloten systemen.

### 3. Selectie bodemenergiesysteem

Bij de berekeningen van de energiepotentie kan een aantal varianten worden doorgerekend om de onttrokken warmtekoude jaarlijks weer aan te vullen en de temperatuur in de bodem in balans te houden.

#### a. Natuurlijke regeneratie

Laat de bodem zich zelf regenereren door natuurlijke aanvulling van de onttrokken warmtekoude door de omliggende grond. De onttrokken warmte en koude wordt uiteindelijk van bovenaf aangevuld door zonne-energie, die vanaf maaiveld de bodem indringt, en van onderaf door geothermische energie. Door het water in de bodemlus in de bodemlus te circuleren kan geothermische energie van onderste deel van de bodem naar het bovenste deel van de bodem worden getransporteerd

#### b. Passief koelen van woning

De bodem kan deels worden geregenereerd door de woning passief te koelen. Hierbij wordt in de zomer via een warmtewisselaar het warme water van de vloerverwarming of radiatoren gekoeld door het koele water in de bodemlus. De warmte van de woning wordt dus afgevoerd naar de bodem rondom de bodemlus en vult zo deels (ca. 25 %) de in de winter onttrokken warmte aan.

#### c. Regeneratie met individueel PVT systeem op dak woning

De bodem kan met zogenaamde PVT panelen worden geregenereerd. Bij PVT panelen zit een plaatwarmtewisselaar achter het PV-deel van het PVT zonnepaneel, waar een mengsel van glycol en water doorheen stroomt. Dit systeem is aangesloten op het broncircuit van de warmtepomp, de bodemlus en eventueel het warmtekoudenet. De bodemlus kan in de herfst en lente een deel van zijn warmte direct betrekken van de PVT panelen, waardoor er minder warmte aan de bodem wordt onttrokken. In de zomer kunnen de PVT panelen de warmte via de bodemlus kwijt aan de bodem. De in de winter door de warmtepomp onttrokken warmte wordt daarmee weer aangevuld.

#### d. Regeneratie met een collectief PVT systeem op groot plat dak.

Als de bodemlussen zijn aangesloten op een collectief warmtekoudenet, kan met een collectief PVT systeem via een warmtewisselaar met het warmtekoudenet de in de winter aan de bodem onttrokken warmte weer worden aangevuld.

#### e. Regeneratie met een collectief aquathermie systeem.

Als de bodemlussen zijn aangesloten op een collectief warmtekoudenet, kan met een collectief aquathermie systeem via een warmtewisselaar met het warmtekoudenet de in de winter onttrokken warmte weer worden aangevuld.

### 4. Opstellen van een bodemenergieplan

Bij grootschalige uitrol van bodemenergiesystemen in een woonwijk wordt door het bevoegd gezag de woonwijk tot referentiegebied verklaard. In het bodemenergieplan, een soort ondergronds bestemmingsplan, worden dan regels opgesteld, waaraan bodemenergiesystemen moeten voldoen.

### 5. Selectie van het meest economisch voordelige bodemenergiesysteem



Bij de selectie van het meest economische voordelige bodemenergiesysteem spelen naast technische ook economische en maatschappelijke overwegingen, zoals het deelname percentage bij een grootschalige uitrol van bodemenergiesystemen ook andere infrastructurele opgaven in de wijk een rol. De aanleg van een warmtekoudenet en aansluiting van dit warmtekoudenet op alle woningen in de woonwijk kan aantrekkelijk zijn als bijvoorbeeld de straat al open gaat voor vervanging van bestaande infra of de aanleg van een glasvezelnet. Afhankelijk van de bereidheid van mensen om bij aanvang hun cv-ketel te laten vervangen door een compacte stille bodemwarmtepomp, kan aanvankelijk een beperkt aantal bodemlussen worden aangesloten op het warmtenet. Later kunnen dan eventueel nog meer bodemlussen op het net worden aangesloten of kunnen collectieve PVT- of aquathermie-systemen worden toegevoegd om de onttrokken energie weer aan te vullen.

### 3.2 Pilot fase 1 Proefwoning Briellestraat aardgasvrij

Deze methode is ontwikkeld bij de realisatie van het Helena-all-electric concept in Pilot fase 1 “proefwoning Briellestraat aardgasvrij” en de voorbereiding van pilot fase 2 “Huizenblok Berkelse wal aardgasvrij”. Beide pilots worden uitgevoerd in de Havenbuurt van Berkel en Rodenrijs.

#### Beschrijving proefwoning

Helena Sustainable Innovations B.V. (HelenaSI) is als initiatiefnemer in 2017 gestart met het project Pilot fase 1 om als proef een bestaande tussenwoning aan de Briellestraat te Berkel en Rodenrijs van het gas los naar all-electric bijna nul op de meter te brengen. Dit is gerealiseerd op basis van het Helena all-electric concept, dat uitgaat van een gesloten bodemenergiesysteem met verticale bodemwarmtewisselaar (VBWW). De gemeente Lansingerland en de Provincie Zuid-Holland (PZH) hebben in dat kader hun medewerking verleend.



Figuur 4.1 - Proefwoning Briellestraat

De proefwoning is voorzien van een gesloten verticale bodemwarmtewisselaar (VBWW) van

ongeveer 90 m diep in de openbare ruimte. Deze bodemlus is eind 2017 in de openbare ruimte onder het plantsoen direct voor de gevel geïnstalleerd.

Door installatie in de openbare ruimte is het mogelijk bodemlussen direct vanaf de straat te installeren zonder dat gebruik hoeft te worden gemaakt van voor- of achtertuinen. Voor de betreffende proefwoning bleek de achtertuin niet toegankelijk voor grote boormachines en was de smalle strook eigen grond aan de voor kant onvoldoende breed.

Bij een grootschalige uitrol van bodemlussen zou de installatie daarmee een stuk eenvoudiger worden. Zwaardere boormachines kunnen dan worden ingezet, waarmee dieper en sneller kan worden geboord.

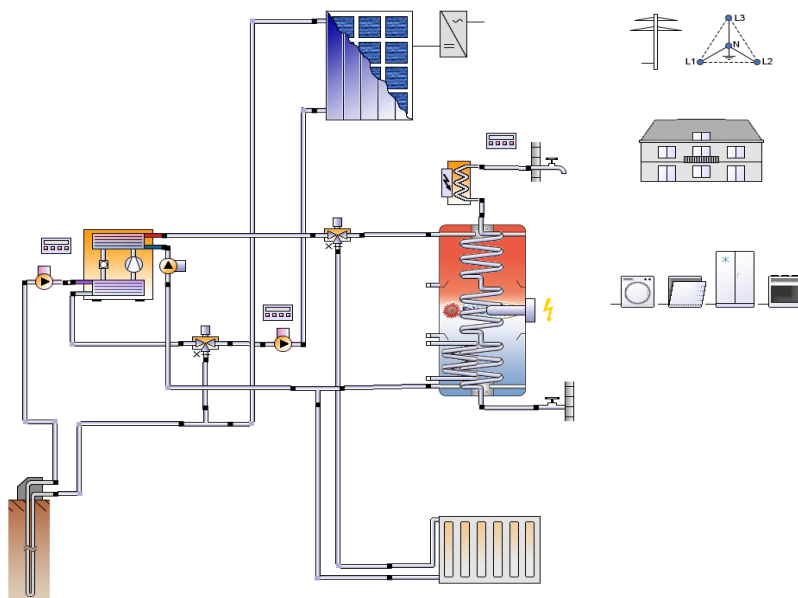


Figuur 4.2 – Installatie van de bodemlus in de openbare ruimte

Bij de eerste installatie in de proefwoning eind 2017 is de bron direct aangesloten op het thermisch circuit van de PVT panelen en het broncircuit van de warmtepomp. De warmte die vrijkomt door de PV(T) panelen te koelen werd in de zomer weer terug in de bodem gevoerd om de door de warmtepomp onttrokken warmte weer aan te vullen. In herfst, lente en winter haalde de warmtepomp bij zonnig weer een deel van de warmte direct van de PVT panelen, waardoor de bodem minder belast werd.

### Leerervaringen proefwoning

Met het oog op grootschalige toepassing van gesloten bodemenergiesystemen in de openbare ruimte was aanvankelijk gekozen voor een individueel PVT systeem om direct warmte van de PVT panelen in herfst en lente te onttrekken en in de zomer de door de warmtepomp onttrokken warmte weer aan te vullen. Zie flowschema hieronder.



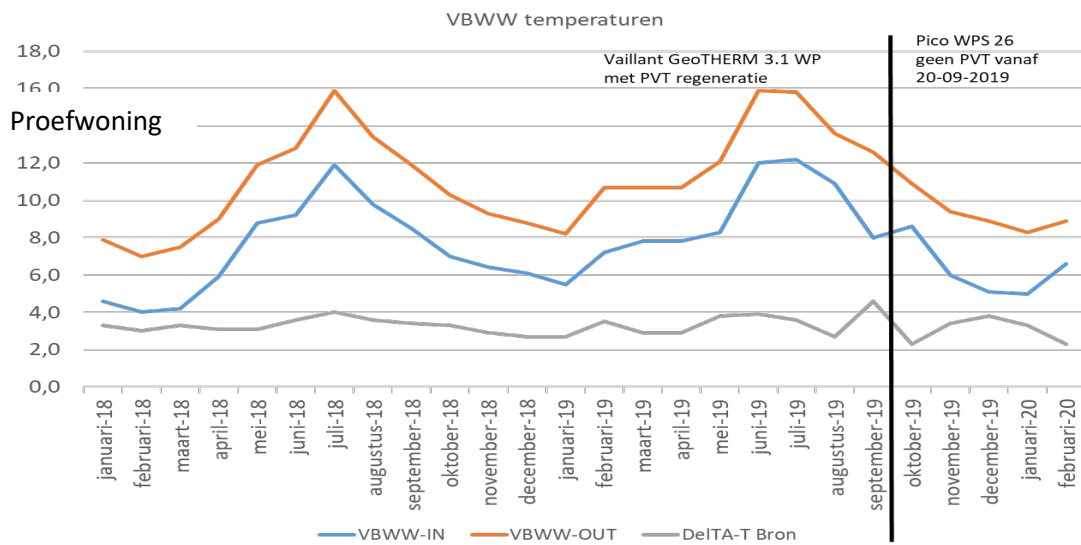
Figuur 4.3 –Flowschema met regeneratie van bodem met PVT panelen

Dit bleek energetisch goed te werken, zie ook evaluatierapport – 2018 - Pilot fase 1 e& 2, gepubliceerd op de Helena website (Ref. 1)

<https://www.helena-innovations.nl/site/all-electric-concept-presentatie>

De combinatie van een bodemenergiesysteem met PVT panelen maakte de installatie echter complex, kostbaar en gevoelig voor lekkages. Met name de aansluitpunten bij de PVT panelen waren op schuine daken slecht toegankelijk met een hoog risico voor lekkages.

Uit de metingen bleek dat de natuurlijke regeneratie door de omliggende grond mogelijk al voldoende was. Bij de tweede installatie van de nieuwe ontwikkelde PicoEnergy warmtepomp in september 2019 zijn de PVT panelen daarom ontkoppeld en is de temperatuur ter plaatse van de bodemlus weer gemonitord. Hieronder is de temperatuur van de bodemlus met en zonder PVT regeneratie gegeven. De temperatuur in de bodemlus in Januari 2019 met PVT en in januari 2020 zonder PVT is vrijwel gelijk, namelijk ca. 8 °C.



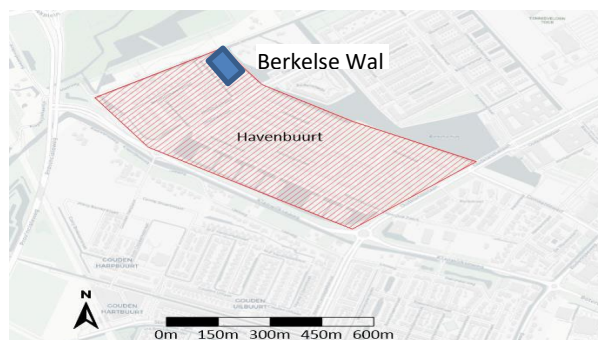
Figuur 4.4 – Temperaturen verticale bodemwarmtewisselaar

Uit deze metingen kan de conclusie worden getrokken dat bij voldoende afstand tussen de bodemlussen de temperatuur van de bodem ter plaatse van de bodemlus vrijwel niet wordt beïnvloed. In de zomer loopt de temperatuur van de bodem ter plaatse van de bodemlus bij toepassing van PVT panelen wel op tot ca. 16 C, waardoor het passief koelvermogen van de bodemlus voor de woning terugloopt

Voor een grootschalige aanpak van een bestaande woonwijk wordt daarom aanbevolen om volgens de hierboven geschetste methode te onderzoeken of met diepere bodemlussen de bodem op natuurlijke wijze kan worden geregenereerd of anders met bodemlussen aangesloten op een warmtekoudenet met collectieve regeneratie met PVT of aquathermie.

### 3.3 Pilot fase 2 - Huizenblok Berkelse Wal aardgasvrij Beschrijving huizenblok

Het huizenblok “De Berkelse Wal” bestaat uit 58 woningen met twee blokken aan de Briellestraat (zuidwestzijde), 3 blokken aan het Romenpad (noordoostzijde) en 1 blok met plat dak aan het Doesburgerpad aan de zuidoostzijde. De proefwoning maakt deel uit van het eerste blok aan de Briellestraat.



Figuur 4.6 – Havenbuurt

De label A tussenwoningen zijn uit bouwjaar 2015 en hebben een energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van 0.6. De bestaande woningen aan de Briellestraat zijn voorzien van een gasaansluiting en mechanisch afzuiging met ventilatieroosters. De woningen hebben aan de achterzijde een tuin en

aan de voorzijde een strook van 1 m – 1. 5 m eigen grond. Het huizenblok De Berkelse Wal maakt deel uit van de Havenbuurt in Berkel en Rodenrijs. De Havenbuurt is representatief voor de overgrote meerderheid van het relatief jonge woningbestand van de gemeente Lansingerland, waar o.a. Berkel en Rodenrijs toebehoort.

### Hydrologisch vooronderzoek

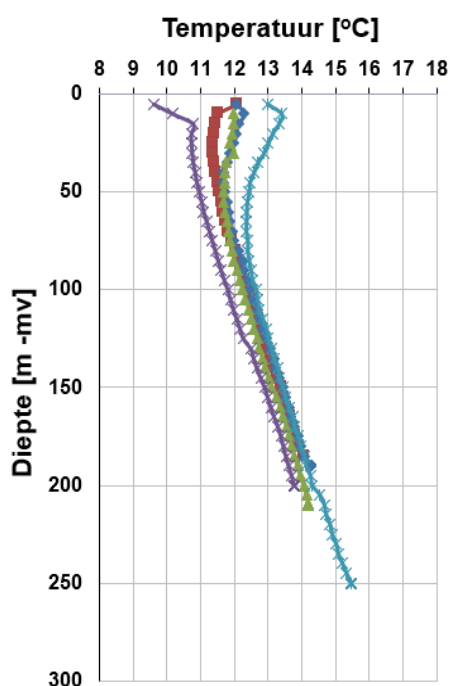
Voor het huizenblok en de Havenbuurt is door IF Technology eind 2018 een hydrologisch vooronderzoek gedaan (Ref.2)

diepte	lithologie	geohydrologie	temperatuur	warmtegeleidingscoëfficiënt	warmtecapaciteit	grondwaterstroming
[m-mv]*			[°C]	[W/m².K]	[MJ/m³.K]	[m/jaar]
0 - 10	klei, veen en fijn zand	deklaag	ca. 11	2,0	2,5	-
10 - 35	matig grof tot uiterst grof zand	1 <sup>e</sup> watervoerend pakket	ca. 11	2,4	2,5	5 - 10 m/jaar naar het NO
35 - 40	klei, veen	1 <sup>e</sup> scheidende laag	ca. 11,5	1,7	2,5	-
40 - 80	matig grof tot grof zand	2 <sup>e</sup> watervoerend pakket	ca. 12	2,4	2,5	< 5 m/jaar naar het O
80 - 110	afwisseling van klei en matig grof zand	2 <sup>e</sup> scheidende laag	ca. 12,5	1,9	2,5	-
110 - 125	matig tot grof zand met kleilagen	3 <sup>e</sup> watervoerend pakket	ca. 12,5	2,2	2,5	nihil
125 - 140	klei en fijn zand	lokale scheidende laag	ca. 13	1,9	2,5	-
140 - 180	matig tot grof zand met kleilagen	3 <sup>e</sup> watervoerend pakket	ca. 13,5	2,2	2,5	nihil
180 - 230	afwisseling van klei en fijn zand	complexe eenheid	ca. 14,5	1,9	2,5	nihil
230 - 250	matig tot grof zand met kleilagen	3 <sup>e</sup> watervoerend pakket	ca. 15	2,2	2,5	nihil
> 250	klei en fijn zand	hydrologische basis	oplopend vanaf ca. 15	1,7	2,5	-

\* het maaiveld bevindt zich op circa 4,4 m-NAP

Tabel 2.1 bodemopbouw van de Havenbuurt (Ref. 2)

In de figuur hiernaast het temperatuurprofiel van verschillende metingen binnen 10 km van de Havenbuurt.



In het geohydrologisch vooronderzoek (ref.2) door IF Technology zijn ook de technische en juridische aspecten van een gesloten bodemenergiesysteem onderzocht

Tabel 2.2 | Technische en juridische aspecten bodemenergiesysteem

onderwerp		toelichting
<b>bodemopbouw</b>		
doorlaatvermogen	✓	voldoende
dikte pakket	✓	voldoende dik
<b>grondwater</b>		
grondwaterstand	✓	4,9 m-NAP (5,1 - 4,8 m-NAP) (bron: peilbuis B37F2378)
stijghoogte 1 <sup>e</sup> watervoerend pakket	⚠ 1	4,7 m-NAP (5,0 - 4,5 m-NAP) (bron: peilbuis B37F0210)
stijghoogte 2 <sup>e</sup> watervoerend pakket	⚠ 1	4,7 m-NAP (bron: REGIS)
stijghoogte 3 <sup>e</sup> watervoerend pakket	⚠ 1	3,3 m-NAP (bron: REGIS)
artesisch grondwater	⚠ 1	aanwezig
<b>vergunbaarheid</b>		
interferentiegebied/bodemenergieplan	✓	ja
grondwatergebruikers	✓ 2	één open bodemenergiesysteem in de omgeving
grondwaterbescherming	✓	niet gelegen in een boringsvrije zone of nabij een waterwingebied
natuurbelangen	✓	geen natuur aanwezig binnen 500 m
archeologie/aardkundig waardevol gebied	⚠ 3	klein deel hoge archeologische verwachting, niet gelegen in een aardkundig waardevol gebied
aanwezigheid waterkering/spoor	✓	waterkering ten zuidwesten pal naast locatie (locatie ligt niet in beschermingszone), metrospoor op circa 300 m afstand ten zuidwesten van de locatie
<b>inpassing en realisatie</b>		
belangen	✓	aanwezige kabels en leidingen: overleg met gemeente kan nodig zijn
verontreinigingen	⚠ 4	restverontreiniging aanwezig
✓ geschikt, geen belemmering of aandachtspunt	⚠ aandachtspunt of risico	✗ hoog risico of belemmering

### Berekening energiepotentie met individuele PVT regeneratie

Door grootschalige warmteonttrekking en warmtetoevoer verandert de temperatuur van de bodem. Met behulp van het simulatiemodel MLU is door IF Technology (ref. 2) deze temperatuurdaling over het dieptetraject van de bodemlussen (0 - 100 m-mv) berekend. Dit dieptetraject wordt bepaald door de maximaal te verwachte diepte van de bodemlussen die met een nieuwe verdringende techniek in de bodem kunnen worden aangebracht.

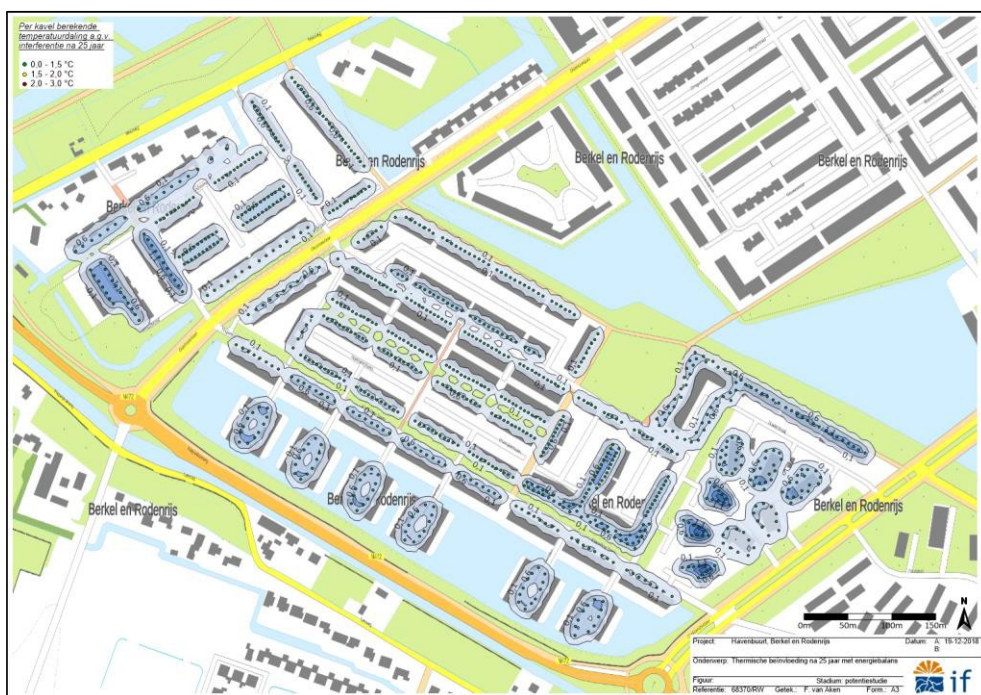
Om inzicht te krijgen in de gevoeligheid van de bodemtemperatuur voor het jaarlijks in balans brengen van de onttrokken en toegevoegde energie, zijn voor twee varianten de berekeningen aan de gesloten bodemenergiesystemen voor de 900 woningen en appartementen uitgevoerd.



Deze varianten zijn:

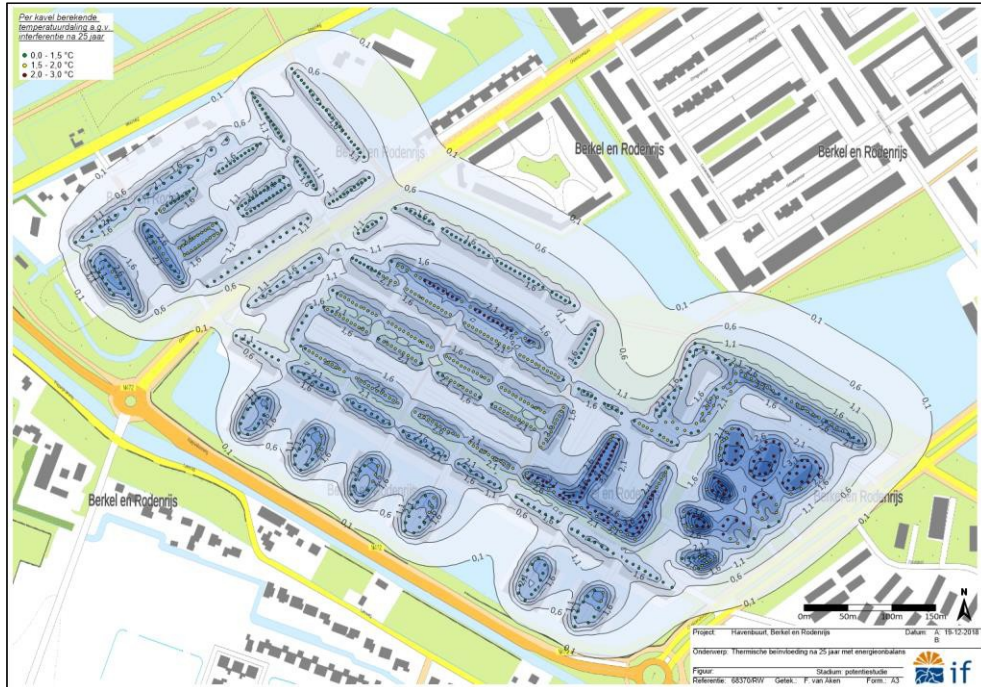
1. Een jaarlijkse energiebalans in de bodem voor elke woning  
Dit houdt in dat de verdamperswarmte die met de warmtepomp aan de bodem wordt onttrokken gelijk is aan de hoeveelheid warmte die door middel van koeling van de woning en de PVT-panelen in de bodem wordt geladen. Ook wel aangeduid als 1 : 1.
2. Een jaarlijkse energieonbalans (25%) in de bodem voor elke woning.  
Hierbij wordt 75% van de verdamperswarmte die met de warmtepomp aan de bodem wordt onttrokken weer door middel van koeling van de woning en de PVT-panelen in de bodem geladen. Ook wel aangeduid als 1 : 0,75.

De resultaten van de berekeningen, waarbij alle woningen gebruik maken van een gesloten bodemenergiesysteem, zijn voor de situatie na 25 jaar in variant 1 (energiebalans) en variant 2 (energieonbalans 25%) in figuur 4.8 en figuur 4.9 weergegeven. De berekeningen tonen aan dat de bodemtemperatuur bij een energieonbalans (1 : 0.75) na 25 jaar lager is dan bij een energiesysteem in balans (1 : 1). Koeling van de woningen zonder warmteregeneratie d.m.v. de PVT panelen zal bij deze bodemlus diepte van 100 – 150 mv (maaiveld) of een nog grotere energieonbalans leiden, resulterend in temperaturen die lager zijn dan de toegestane waarden.



*Figuur 4.8 | Temperatuurverandering einde winter jaar 25 bij jaarlijkse energieonbalans (1 : 0,75)*





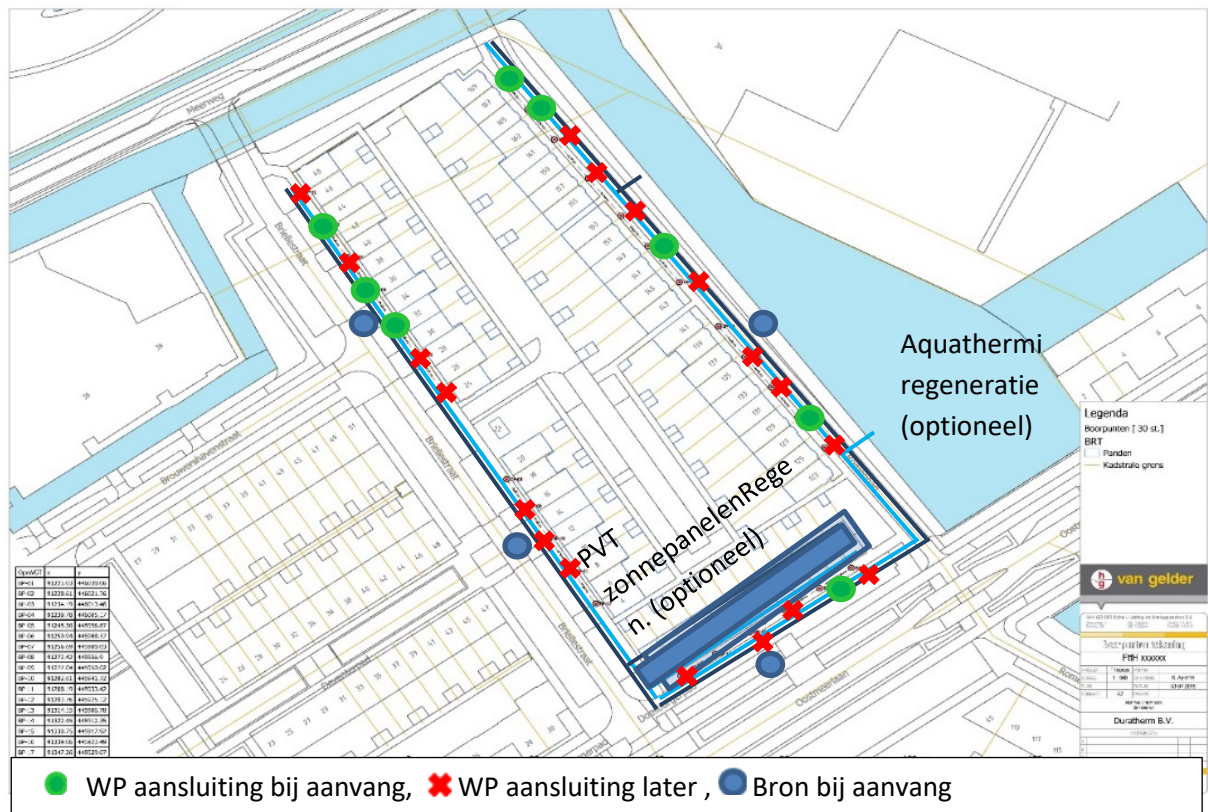
*Figuur 4.9 | Temperatuurverandering einde winter jaar 25 bij jaarlijkse energiebalans (1 : 0,75)*

Op basis van de berekeningsresultaten ter bepaling van het thermisch invloedsgebied en de beïnvloeding van de bodemtemperatuur ten gevolge van systemen in de omgeving, wordt geconcludeerd dat voor de 58 woningen in de Berkelse Wal kan worden volstaan met één boorgat per woning tot 100 m-mv. Dit geldt voor zowel de situatie bij energiebalans als de situatie waarbij 75% van de onttrokken hoeveelheid aan warmte weer aan de bodem wordt toegevoerd.

#### **Toepassing van diepere bodemlussen aangesloten op een warmtekoudeket**

Als alternatief voor regeneratie met een individueel PVT systeem kan ook worden gedacht aan het toepassen van diepere bodemlussen die zijn aangesloten op een collectief warmtekoudeket, waarin eventueel nog additionele regeneratie met een collectief PVT systeem of aquathermie van nabij gelegen open water kan worden toegepast.

In figuur 4.10 zijn is het bronplan met de verschillende bodemregeneratie mogelijkheden schematisch weergegeven. In dit schema zijn alle woningen aangesloten op een warmtekoudenet met een warmte koude aansluiting in de meterkast of trapkast voor een warmtepomp. De bewoners (early adopters/early majority) van woningen met groene stip hebben ter illustratie aangegeven dat zij bij aanvang de cv-ketel willen laten vervangen door een warmtepomp. De woningeigenaren met rood kruisje (late majority / laggards) hebben laten weten dat zij hier nog liever even mee wachten. Op basis van deze gegevens wordt berekend hoeveel bodemlussen er nodig zijn.



Figuur 4.10 – Bronplan Berkelse wal

Eventueel kan met enige reservecapaciteit rekening worden gehouden om woningeigenaren die zich de komende paar jaar bedenken alsnog te kunnen bedienen. Bij de lay-out van de bodemlussen is op basis van het bodemenergieplan al rekening gehouden met de eindsituatie, waarbij alle cv-ketels zijn vervangen door een warmtepomp.

Het kan in dit geval economisch voordelig zijn om i.p.v. extra bodemlussen of bij toepassing van minder diepe bodemlussen een collectief PVT- of aquathermiesysteem aan te sluiten op het warmtekoudenet. Dit moet aan de hand van computersimulaties en kostenberekeningen nog verder uitgezocht worden.

## 4.0 Leerervaringen

Uit het innovatieproject TEUE-01831 WP4 zijn de volgende leerervaringen opgedaan:

1. Met een stappenplan kan een bestaande woonwijk schaalbaar en gefaseerd aardgasvrij gemaakt worden met een lokaal warmtekoudenet, dat is aangesloten op een bodemenergiesysteem, waarmee lokaal warmte en koude wordt opgewekt voor het verwarmen en koelen van woningen en gebouwen in de wijk.
2. In één keer “aardgasvrij ready”  
Met deze aanpak kan in één keer de woonwijk “aardgasvrij ready” gemaakt worden, waarbij alle woningen een warmtekoudeaansluiting krijgen.
3. Gefaseerde vervanging van cv-ketel door warmtepomp  
Bewoners en woningeigenaren kunnen bij installatie van de warmtekoudeaansluiting hun warmtepomp (ter vervanging van de cv-ketel) hierop aansluiten of eventueel daar nog een paar jaar mee wachten.
4. Regeneratiemethodes bodemenergiesysteem  
Voor regeneratie van de bodem kan natuurlijk regeneratie door omliggende grond, passieve koeling van de woning, individuele PVT panelen op de daken van de woningen, collectieve PVT systemen op platte daken van huizenblokken en gebouwen of aquathermie uit nabijgelegen open water worden overwogen.
5. Individuele PVT systemen op schuine daken  
Toepassing van individuele PVT panelen op schuine daken zijn met de huidige stand van de techniek voor een grootschalige uitrol minder geschikt vanwege de slechte toegang tot de hydraulische verbindingen van de installatie en de kans op lekkages.

## 5.0 Aanbevelingen

De aanbevelingen voor verder onderzoek en ontwikkeling zijn de volgende:

1. MMIP deelproject 2 – WP 2.1 Computer-simulatiemodel  
Ontwikkel een computersimulatiemodel om de verschillende regeneratiemethodes voor gesloten bodemenergiesystemen te kunnen simuleren.
2. MMIP 919001 WP 2.3 – Ontwikkel een slimme afleverset  
Ontwikkel voor de warmtekoudenetten een slimme methode om de geleverde warmtekoude te meten en te verrekenen.
3. MMIP 919001 WP 2.4 - Ontwikkel slim open warmtekoudenet  
Onderzoek en ontwikkel slimme installatiemethodes om eenvoudig een warmtekoudeaansluiting als nutsvoorziening voor bestaande woonwijken te realiseren.
4. MMIP deelproject 2 – WP 2.5 Bodemregeneratiesysteem met PVT panelen  
Ontwikkel een collectief PVT bodemregeneratiesysteem voor gesloten bodemlussen aangesloten op een warmtekoudenet
5. MMIP deelproject 2 – WP- 2.6 Bodemregeneratiesysteem met aquathermie  
Ontwikkel een regeneratiesysteem met aquathermie van nabijgelegen open water.

## Bijlage WP 5 - Nieuwe boormethode voor installatie bodemlus

### 1.0 Doel

Het boren geeft veel overlast tijdens de aanleg doordat veel water en boorslib vrijkomt en er bovendien veel issues bestaan met toegankelijkheid voor de boormachines en het toebehoren in bestaande woonwijken. Dit maakt het proces erg duur en minder geschikt voor snelle en grootschalige wijkaanpak in de bebouwde omgeving, terwijl dat vaak energetisch en technisch wel de betere oplossing zou zijn.

Het doel is daarom om een boormachine te ontwikkelen, die geschikt is om met een grootschalige wijkaanpak gesloten bodemsondes in de openbare ruimte efficiënt, betaalbaar en zonder grote overlast voor de omgeving aan te brengen.

### 2.0 Werkwijze

Bij de ontwikkeling van een nieuwe boormethode is onderscheid gemaakt tussen ondiepe sondes tot 100 m en diepe sondes vanaf 100 m tot ca. 300m diepte en sondes vanaf 300 m tot ca. 500 m diepte. In het kader van de TEUE-01831 werkpakket 5 “ontwikkeling van een nieuwe boormethode” is gezocht naar een boortechniek die geschikt is voor ondiepe bodemlussen tot ongeveer 100 m diepte, die al dan niet aangesloten kunnen worden op een warmtekoudenet met regeneratie vanuit een individueel of collectief PVT-systeem of aquathermie van nabijgelegen open water. Zie ook Bijlage WP4.

Het onderzoek en de ontwikkeling van geschikte boormethodes voor dieptes tot 300 m en mogelijk tot 500 m vindt plaats in het kader van MMIP 919001 deelproject 2 “Slim open warmtekoudenet aangesloten op collectief bodemenergiesysteem, werkpakket 2.2. Ontwikkeling boormethode bebouwde omgeving”.

Dit Teue-01831 werkpakket 5 is er op gericht een compacte boortechniek te ontwikkelen, die beter toepasbaar is voor bestaande woningen, doordat de knelpunten die zich voordoen bij de algemeen toegepaste spoelboor-methode zijn opgelost. Deze knelpunten zijn:

- overlast tijdens de aanleg, doordat veel water en boorslib vrijkomt;
- problemen met de toegankelijkheid voor de boormachines en het toebehoren;

Deze knelpunten maken het boorproces duur en minder geschikt voor snelle en grootschalige wijkaanpak.

Voor de ontwikkeling van een boormethode voor bodemlussen tot 100 m in de openbare ruimte van bestaande woonwijken is daarom gekozen voor een innovatieve oplossing, die uitgaat van een grond-verdringende “sonic” boortechniek die tot voor kort voornamelijk werd toegepast voor bodemonderzoek, en niet voor ondiepe geothermie tot 100 meter diepte of meer.

De eerste testen en proeven, die met deze techniek zijn gedaan, wezen uit dat dat deze techniek wel de potentie heeft om ingezet te worden voor het aanbrengen van gesloten bodemwisselaars, maar hiervoor verder zou moeten worden ontwikkeld.



Essentieel is dat een boordiepte van minimaal 100 meter kan worden gerealiseerd, omdat bij bestaande woningen over het algemeen slechts ruimte beschikbaar is voor 1 boring, en het vermogen van de bodembron wordt bepaald door het aantal verticaal geboorde strekkende meters. M.a.w. bij een boring ondieper dan 100 meter wordt te weinig warmte-vermogen gerealiseerd.

Deze ontwikkeling moet het mogelijk maken om met deze grond verdringende boortechniek gesloten bodemwisselaars aan te brengen tot een einddiepte van minimaal 100 meter en mogelijk dieper. Het ontwikkelen van deze techniek bestaat voornamelijk uit het ontwikkelen van:

1. een "sonic" boorkop, geschikt voor boren naar grotere dieptes (minimaal 100 meter) en voor het boren met grotere diameters (120 mm), noodzakelijk voor het gebruiken van boorstangen geschikt voor het inbrengen van wisselaars.
2. een techniek waarbij de boorstangen tijdens het boorproces van onder tot boven open kunnen worden gehouden zodat de boorstang een open installatiebuis vormt van boven tot onder om de bodemwisselaars zonder extra handelingen aan te kunnen brengen.
3. een methode waarmee de warmtewisselaars eenvoudig en snel door de boorstangen kunnen worden geïnstalleerd, waarbij nauwelijks water en boorslib vrij zal komen op de locatie om op deze manier de impact op de bestaande omgeving tot een minimum te beperken.
4. een techniek en methode om zonder schade aan de bodemwisselaars de boorstangen te kunnen trekken, en meteen in dezelfde handeling het boorgat af te dichten waarbij het originele bodemprofiel zo goed mogelijk intact zal blijven, en water scheidende lagen volgens de regels worden afgedicht.

Geo-Energie ontwikkelt deze methode en wil deze methode in de praktijk inzetten voor woonwijken en gebieden waar het niet toegestaan is bodemlussen dieper dan 100 m aan te brengen.

### **Gevolgte werkwijze**

Een bestaande sonische boormachine, die eerder werd ingezet voor grond-bemonstering, is omgebouwd tot prototype voor een sonische boormachine, geschikt voor het op een diepte van minimaal 100 m aanbrengen van gesloten bodemwisselaars. De hierboven onder punt 1 t/m 4 genoemde technieken en methoden zijn daadwerkelijk in het prototype verwerkt.

Het prototype is op een aantal grondsoorten, of beter gezegd: bij verschillende vormen van lithologie, getest.

## **3.0 Resultaat**

### **3.1 Ontwikkeling en testen sonische boormachine**

De gewenste techniek en methode om zonder schade aan de bodemwisselaars de boorstangen te kunnen trekken, en meteen in dezelfde handeling het boorgat af te dichten waarbij het originele bodemprofiel zo goed mogelijk intact zal blijven, en water scheidende lagen volgens de regels worden afgedicht is daadwerkelijk ontwikkeld, getest en in de praktijk toegepast. De beoogde boordiepte van 100 m is gerealiseerd.

Geo-Energie is erin geslaagd om de benodigde technieken en methoden te ontwikkelen. Tevens is men er in geslaagd om deze te realiseren: er is een sonische boormachine gebouwd waarin de genoemde technieken zijn toegevoegd (prototype). Met deze machine zijn vervolgens tests uitgevoerd op het terrein van Geo-Energie.

Nadat bleek dat de effectiviteit van het prototype sterk samenhangt met de lithologie van de ondergrond (zie hierna), zijn ook test-boringen uitgevoerd op locaties verspreid over Zeeland, West Brabant, Zuid Holland en Utrecht.

Uit deze testen bleek dat Sonisch boren niet voor alle soorten lithologie geschikt is:

- A. in geval van grove-/middelgrote zandpakketten is er voldoende annulaire ruimte om verdringing door trilling (sonisch) mogelijk te maken;
- B. in geval van fijne zandpakketten is er echter onvoldoende annulaire ruimte voor verdringing;
- C. in geval van kleipakketten wordt de sonische trilling geabsorbeerd door de klei en vindt onvoldoende verdringing plaats.

In situaties B en C, waar slechts beperkte verdringing plaatsvond, is het derhalve niet mogelijk gebleken om met de sonische boormethode alleen voldoende diepte te bereiken.

Uiteraard wordt bij boren tot een diepte van >100 m in de regel een aantal verschillende pakketten doorboord, zodat bij ca. 75% van de boringen zich tijdens de boring situatie B en/of C voordeed. Zuiver sonisch boren is derhalve slechts toepasbaar op een beperkt aantal locaties.

Extra complicatie hierbij is dat niet op voorhand met voldoende zekerheid kan worden voorspeld welke lithologie (lees: welke grofheid van de zandkorrels) zich voordoet op de boorlocaties.

Om bij een voor sonisch boren ongunstige lithologie toch de benodigde boordiepte te kunnen realiseren, is een aantal aanpassingen ontwikkeld/toegepast, zoals o.a. het gebruik van een separaat, gesloten circulatiesysteem voor spoelwater (een zgn. Mud-Puppy) met een spoelbak. Hierdoor werd meer waterkracht<sup>1</sup> toegevoegd aan de sonische krachten, waardoor ongeacht de lithologie, wel de gewenste boordiepte gerealiseerd kon worden. Het verbruik van spoelwater werd door het gebruik van een door-ontwikkelde spoelbak beperkt, maar was aanzienlijk hoger dan bij zuiver sonisch boren. De sonische boorkop bleek hierdoor versneld te slijten.

Wat derhalve resulteerde was een installatie die:

- in 25% van de gevallen zuiver sonisch kan boren, met de genoemde voordelen van dien;
- in 75% van de gevallen slechts met een combinatie van spoelboren en sonisch boren de gewenste einddiepte kon realiseren;
- in omvang groter was dan een klassieke spoelboormachine;
- per geboorde m aanzienlijk hogere kosten heeft dan een spoelboormachine.

---

<sup>1</sup> bij sonisch boren wordt altijd al, in zeer beperkte mate, gespoeld

## 4.0 Leerervaringen

1. Met de ontwikkeling van een prototype sonische boormachine is aangetoond dat met een sonisch boormethode gesloten bodemsondes tot op een diepte van minimaal 100 m aangebracht kunnen worden.
2. Bij het testen van het prototype is naar voren gekomen dat de sonische boormethode niet zonder meer bij elke lithologie toepasbaar is voor het gewenste doel.
3. Met toevoeging van meer waterkracht kon de gewenste boordiepte van minimaal 100 m alsnog worden gerealiseerd in alle vormen van lithologie.
4. Deze sonisch boormethode met meer spoeling levert soortgelijke problemen op als met de spoelboormethode zij het in mindere mate , namelijk:
  - 4.1. overlast tijdens het boren en de aanleg, doordat veel water en boorslib vrijkomt;
  - 4.2. problemen met de toegankelijkheid voor de boormachines en het toebehoren;
  - 4.3. bovenstaande maakt het proces erg duur en minder geschikt voor snelle en grootschalige wijkaanpak, ook omdat de boorkop versneld slijt.
5. Deze knelpunten worden met de sonische boormethode, zoals die nu is ontwikkeld, niet of onvoldoende opgelost. Verdere ontwikkeling is dus noodzakelijk.

## 5.0 Aanbevelingen

De aanbevelingen voor verder onderzoek en ontwikkeling zijn de volgende:

1. De sonische boormethode voor de gebouwde omgeving niet verder te ontwikkelen
2. de spoelboormachine met de bovenbeschreven leerervaringen verder te ontwikkelen, zodat met deze boormethode:
  - 2.1. minder spoelwater wordt verbruikt;
  - 2.2. minder boorslib ter plekke wordt achtergelaten;
  - 2.3. het boorgat kwalitatief beter wordt afgedicht;
  - 2.4. minder werkruimte nodig is.

De verwachting is dat met het toepassen op de spoelboormethode de “lessons-learned” van de sonische boormethode, de huidige knelpunten verbonden aan het spoelboren voor een belangrijk deel kunnen worden weggenomen, zodat de spoelboor-methode tegen lagere kosten en met minder overlast kan worden toegepast bij het aanbrenge van gesloten bodemlussen in de bebouwde omgeving.



## Bijlage WP 6 – Ontwikkeling Totaalpakket

### 1.0 Doel

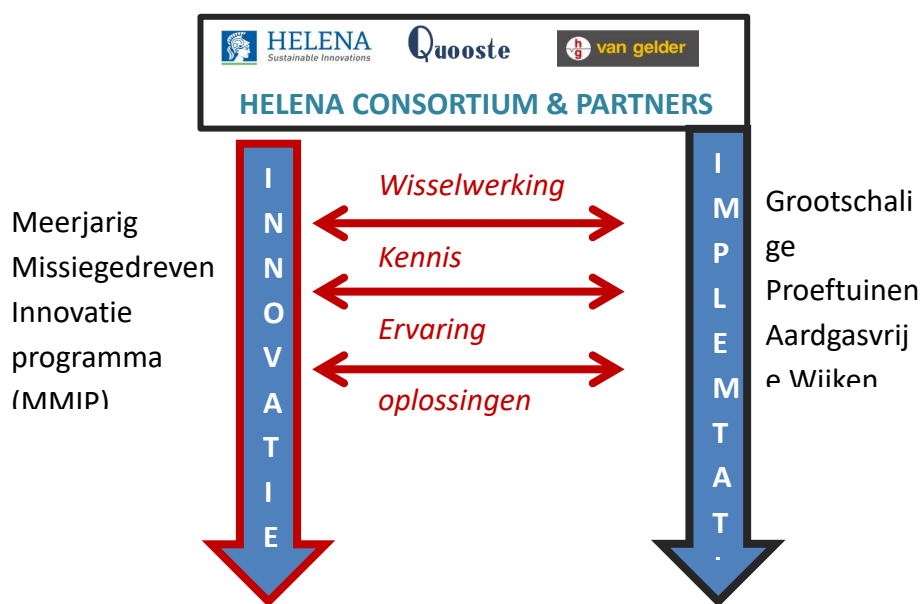
Het doel is om een totaalpakket te ontwikkelen waarmee gemeentes, woningeigenaren, financieringsinstellingen en installatiebedrijven en leveranciers aan de slag kunnen om bestaande woonwijken versneld en betaalbaar aardgasvrij te maken.

### 2.0 Werkwijze

#### 2.1 2-sporenstrategie

De werkwijze die gevolgd is om tot een Totaalpakket te komen is een 2-sporenstrategie, waarbij enerzijds wordt ingezet op innovatie en anderzijds op implementatie. Deze twee sporen versterken dan elkaar. De leereffecten uit de implementatie geven inspiratie voor innovatie en de innovaties geven weer oplossingen voor implementatie.

#### Wisselwerking innovatie- en implementatiespoor



Figuur 6.1 - 2-Sporenstrategie

Bij de ontwikkeling van het Totaalpakket is vanuit het perspectief van de gemeente en de woningeigenaren een methodologie gevolgd, die moet leiden tot een weloverwogen keuze van de warmtebron, de diepte van de toe te passen bodemlussen, het bodemregeneratiesysteem, het wijkuitvoeringsplan (keuze woonwijk, aanlegstrategie, vraagbundeling, installatiescope woninggebonden installatie), bedrijfsmodel, organisatiestructuur, financiering en draagvlakontwikkeling.

## 3.0 Resultaat

### 3.1 Warmtekoudebron

#### 3.1.1 Natuurkundige eigenschappen

Voor de warmtebron en de selectie van de systeemkeuze die in het kader van de Transitievisie Warmte en wijkuitvoeringsplan voor het aardgasvrij maken van een woonwijk gemaakt moet worden, zijn fundamentele natuurkundige wetten voor het opwekken en transport van warmte van belang. Een natuurkundige eigenschap van energie in de vorm van warm water is dat deze vorm van energie een relatieve lage energiedichtheid kent in vergelijking met elektriciteit of aardgas en bij transport hoge transportverliezen (pomp- en warmteverlies) heeft. Deze natuurkundige eigenschappen bepalen in hoge mate de keuze van de warmtebron om bestaande wijken betaalbaar aardgasvrij te maken. In de praktijk betekent dit dat de duurzame warmtebron en de omzetting naar hogere temperaturen bij voorkeur zo dicht mogelijk bij de eindgebruiker zou moeten liggen.

#### 3.1.2 Selectie warmtebron

##### Selectiecriteria

De verschillende mogelijkheden voor selectie van de warmtebron zijn aan de volgende criteria

- duurzaam,
- korte transportafstand,
- goed schaalbaar,
- goed faseerbaar,
- goed inpasbaar,
- goed onderhoudbaar en
- lage kosten inclusief maatschappelijke kosten

De selectie van de warmtebron is hieronder voor de casus huizenblok Berkelse Wal in Berkel en Rodenrijs getoetst tegen deze criteria.

##### Warmte uit restwarmte

Hoge en midden temperatuur warmtebronnen zijn niet beschikbaar nabij het huizenblok de Berkelse Wal. In de toekomst komt mogelijk de warmterotonde met restwarmte uit Rotterdam langs. Deze restwarmte is gebaseerd op fossiele brandstoffen, die uiteindelijk uitgefaseerd zullen worden. De investerings- en exploitatiekosten zullen hoog zijn vanwege de hoge temperatuur, de warmteverliezen bij hoge temperatuur en de grote afstand. Er bestaat daarom nog veel onzekerheid over de vraag of de plannen voor warmtenetten wenselijk, duurzaam en financieel haalbaar zijn. Voor een versnelde en betaalbare energietransitie van de Havenbuurt lijkt deze optie daarom minder kansrijk.

Deze optie is daarom niet verder onderzocht

##### Warmte uit geothermie

Geothermie als lokale warmtebron is een mogelijkheid. De kosten en risico's van centrale opwekking en transport naar het huizenblok zijn hoog vanwege de boordiepte, hoge temperatuur en relatief grote transportafstanden. Geothermie is moeilijk schaalbaar en moeilijk in te passen

in een bestaande woonwijk. Toepassing van Geothermie vereist een zekere schaalgrootte en vanwege het zogenaamde vollooprisico bij aanvang een hoog deelname percentage. De optie is daarom niet verder onderzocht.

### **Warmte uit lucht**

Luchtwarmtepompen zijn in beginsel mogelijk. De geluidsproductie van buitenunits is in de loop der jaren aanzienlijk verbeterd. Huizenblokken als de Berkelse Wal met smalle dicht op elkaar staande achtertuinen zijn echter relatief gevoelig voor geluidsoverlast. Het effect van de geluidsproductie bij een grootschalige uitrol is nog onvoldoende bekend evenals het effect op lange termijn als gevolg van vervuiling en slijtage van de buitenunits. De geluidsoverlast van deze units kan mogelijk de kwaliteit van de woonwijk doen dalen.

Ook de belasting van het lokale elektriciteitsnetwerk bij extreme koude en/of natte weersomstandigheden is onzeker. In dat geval is het mogelijk dat onder extreme weersomstandigheden de luchtwarmtepompen in de woonwijk massaal overgaan op elektrische bijverwarming, waardoor het elektriciteitsnet zonder ingrijpende verzwaring overbelast wordt en mogelijk uitvalt.

Het bestaande elektriciteitsnetwerk is deze relatief jonge woonwijk berekend voor 2 kW continue vermogen per woning. Bij toepassing van luchtwarmtepompen wordt uitgegaan van 5 kW extra continue vermogen voor het worst case scenario, waarbij luchtwarmtepompen bij extreme weersomstandigheden minder efficiënt werken en terugvallen op elektrische bijverwarming. Voor dit worst case scenario zal het lokale elektriciteitsnet inclusief onderstations ingrijpend verzwaard moeten worden. Een luchtwarmtepompsysteem lijkt voor de huizenblok Berkelse Wal en de Havenbuurt daarom niet aantrekkelijk en wenselijk.

Om deze redenen is afgezien van de toepassing van luchtwarmtepompen.

### **Warmte koudeopslag**

Een openbron (WKO) systeem is mogelijk.

Een WKO systeem voldoet aan de criteria m.b.t. transportafstand, duurzaamheid, inpasbaarheid en maatschappelijke kosten

Voor een WKO systeem is echter een zekere schaalgrootte nodig en een externe warmtebron om de bodem in balans te houden, d.w.z. dat de in de winter onttrokken warmte in de zomer weer aangevuld moet worden. Een WKO systeem maakt gebruik van een watervoerende open bron. De onderhoud en beheerkosten zijn daarom hoger dan bij gesloten bodemenergiesystemen. Een WKO systeem is verder niet goed schaalbaar en faseerbaar omdat de bron al bij aanvang voor 100% deelname moet zijn gedimensioneerd en geïnstalleerd.

### **Gesloten bodemenergiesysteem**

De meest voor de hand liggende lokale warmtebron is de bodemenergie direct onder de woonwijk. Bij een ruim opgezette woonwijk is de energiepotentie van de bodem onder de woonwijk voldoende om de bestaande woonwijk in de winter te verwarmen en in de zomer te koelen. Door IF Technology is eind 2018 voor Huizenblok Berkelse Wal en de Havenbuurt in Berkel en Rodenrijs een geohydrologisch vooronderzoek en berekening van de energiepotentie

uitgevoerd (Ref. 2). Dit onderzoek toonde aan dat de bodem van deze relatief jonge en ruim opgezette woonwijk geschikt is en voldoende energiepotentie heeft voor grootschalige toepassing van bodemenergie.

De meest flexibele en schaalbare oplossing is een gesloten bodemenergiesysteem. Door de gesloten bodemlussen in de openbare ruimte te realiseren en via een warmtenet met elkaar te verbinden kan een goed schaalbaar en betaalbaar lokaal warmtekoudenet worden gecreëerd, dat de mogelijkheid biedt een huizenblok of woonwijk tegen relatief lage kosten in één keer “aardgasvrij ready” te maken zonder dat bewoners/eigenaren bij oplevering verplicht worden te investeren in een warmtepompinstallatie. Bewoners/woningeigenaren kunnen daarbij gebruik maken van het aanbod om bij aanvang al de cv-ketel te vervangen door een compacte slimme warmtepomp of besluiten dat later op een geschikt moment te doen.

Het gebied in en rond Berkel en Rodenrijs is geschikt voor warmteopslag in de bodem en ligt ver van “risicogebieden voor aantasting drinkwatervoorwaarden en drinkwaterbescherming”. Het gebied kent verder geen restricties m.b.t. maximale toegestane diepte.

Een gesloten bodemenergiesysteem op basis van een water-waterwarmtepomp in combinatie met warmteopslag en warmteopwekking kan in de woonwijk ruimtelijk goed worden ingepast en geeft in de omgeving geen geluidsoverlast doordat er geen lawaaierige buitenunits nodig zijn.

Een bodemenergiesysteem functioneert ook bij extreme weersomstandigheden efficiënt omdat de bodemwarmtebron onafhankelijk is van de weersomstandigheden. Het benodigde extra continue vermogen voor de warmtepomp is, afhankelijk van de grootte van de woning, ca. 1 tot 2 KW. Dit betekent dat minder ingrijpende aanpassingen van het lokale elektriciteitsnet en de onderstations nodig zijn. Met toepassing van een bodemenergiesysteem kan tegen relatief lage maatschappelijke kosten de woonwijk “De Havenbuurt” versneld en betaalbaar van het gas los naar all-electric bijna nul op de meter gebracht worden. Een bodemenergiesysteem is daarom voor de Havenbuurt de meest aantrekkelijke optie om aan de doelstellingen te kunnen voldoen.

Het gesloten bodemenergiesysteem voldoet daarmee aan alle criteria m.b.t. tot de aspecten duurzaam, korte transportafstand, goed schaalbaar, goed faseerbaar, goed inpasbaar, goed onderhoudbaar en lage kosten inclusief maatschappelijke kosten.

Voor huizenblok de Berkelse Wal en de Havenbuurt is daarom gekozen voor een gesloten bodemenergiesysteem met bodemlussen in de openbare ruimte.

### **3.2 Selectie Bodemregeneratiesysteem**

Evenals bij een open bronsysteem (WKO) zal ook bij een grootschalige uitrol van gesloten bodemenergiesysteem de bodem onder het huizenblok of de woonwijk in balans gehouden moeten worden. D.w.z. dat de per saldo onttrokken warmte of koude op een of andere wijze weer aangevuld moet worden om te voorkomen dat de bodem onder de woonwijk na een aantal jaren te veel afkoelt. Voor woonwijken met per saldo over het jaar meer onttrokken warmte dan koude zal dus in de zomer de in de winter onttrokken warmte weer aangevuld moeten worden.

Dit kan op verschillende manieren:

- **Natuurlijke regeneratie van de bodem**  
De in de winter door de bodemlus aan de bodem onttrokken warmte kan in de zomer weer aangevuld worden door warmte van de omliggende grond, die vanaf maaiveld zijn warmte ontvangt tot een diepte van ca. 100 m onder maaiveld en van 100m en dieper van geothermische energie. Bij ruim opgezette woonwijken, diepe bodemlussen tot ca. 300 m diep en voldoende afstand tussen de bodemlussen zal dit voldoende zijn.
- **Koeling van de woning**  
De woning kan in de zomer gekoeld worden. Het water in het cv-circuit wordt dan via een warmtewisselaar gekoeld met het relatief koude water in de bodemlus. Het door koeling van de woning opgewarmde water in de bodemlus staat vervolgens die warmte af aan de bodem. Hiervoor dient de warmtepomp voorzien te zijn van een zogenaamde passief koelunit met radiatoren of vloerverwarming die hiervoor geschikt zijn. Hiermee kan ca. 25% van de onttrokken warmte weer worden aangevuld.
- **PVT panelen**  
Met zogenaamde PVT kan in de zomer warmte worden gewonnen, die gebruikt kan worden om via de bodemlus de in de winter aan de bodem onttrokken warmte weer aan te vullen.
- **Aquathermie**  
Warmte onttrokken uit nabijgelegen open water kan in de zomer via een warmtekoudenet en de bodemlussen de in de winter aan de bodem onttrokken warmte weer aanvullen.

### **3.3 Selectie diep gesloten bodemenergiesysteem**

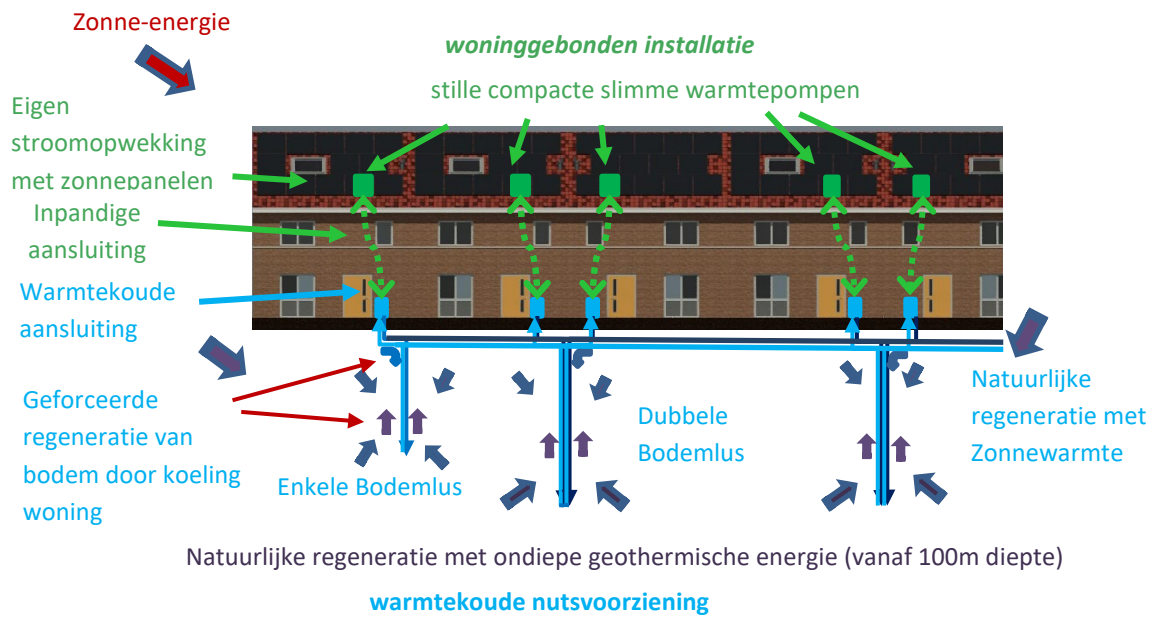
#### **3.3.1 Diep gesloten bodemenergiesysteem**

Voor situaties waar het toegestaan is tot 300 m + in de bodem te boren is het mogelijk om zonder externe warmtekoude bronnen de bodem in balans te houden. Dit resulteert in het meest eenvoudige systeem. Een diep gesloten dubbele bodemlus van ca. 300 m + wordt aangesloten op een warmtekoudenet, waarop het broncircuit van de stille compacte warmtepompen in de woningen wordt aangesloten. Deze warmtepomp vervangt de bestaande cv-ketel en levert warmte voor verwarming en warm tapwater zonder dat de bestaande verwarmingsinstallatie ingrijpend hoeft te worden aangepast.

De in de winter aan de bodem onttrokken warmte wordt deels in de zomer weer aangevuld door de woning passief te koelen. De rest van de warmte komt van de omliggende grond, die vanaf maaiveld tot 100m diepte wordt aangevuld door zonnewarmte en van onderaf vanaf 100 m diepte door ondiepe geothermische energie. In de zomer wordt geothermische warmte in de bodem via de bodemlus naar boven getransporteerd door het water in de bodemlus te circuleren. De bodem functioneert hierbij zowel als lokale warmtekoudebron als warmtekoudeopslag. Door de hogere temperaturen in de diepe bodemlus kan gewoon met water zonder antivriesmiddelen worden gewerkt.

## HELENA GESLOTEN BODEM-ENERGIECONCEPT

Diepe gesloten bodemlussen direct aangesloten op warmtepomp



Figuur 6.2 – Diep gesloten bodemlussysteem

In onderstaande lay-out voor huizenblok de Berkelse Wal in Berkel & Rodenrijs zijn de individuele woningen aangesloten op een warmtekoudenet met daarop aangesloten bodemlussen onder de straat /stoep in de openbare ruimte. Het warmtekoudenet wordt daarbij direct aangesloten op



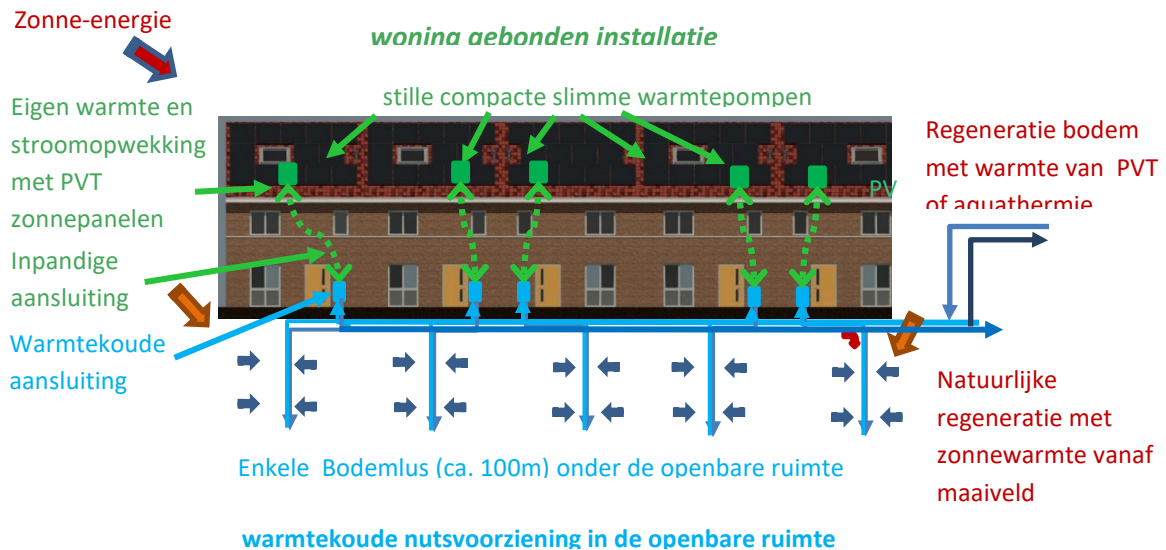
Fig. 6.3 Bodemlussen aangesloten op warmtekoudenet met natuurlijke regeneratie vanuit de omliggende grond en koeling woning

### 3.3.2 Lokaal ondiep gesloten Bodemenergieconcept

In dichtbebouwde woonwijken of in geval van restricties tot de toegestane bodemdiepte, kan de bodem onvoldoende zelf-regenererend vermogen hebben. In dat geval kan de uit de bodem onttrokken warmte via het warmtekoudenet en de gesloten bodemlussen in de zomer worden aangevuld met warmte uit PVT zonnepanelen op daken van de woningen en gebouwen of uit aquathermie van het nabij gelegen open water

#### HELENA GESLOTEN BODEMENERGIECONCEPT

##### Ondiepe gesloten bodemlussen aangesloten op warmtekoudenet



Figuur 6.4 – Ondiep gesloten bodemlussysteem

Met PVT panelen op het dak van de woning kan dat eventueel individueel per woning. Daarbij wordt het warmtecircuut van de PVT panelen direct aangesloten op het broncircuit van de warmtepomp. Nadeel is dat de woninggebonden installatie complexer wordt met een grotere kans op lekkages in het PVT systeem. Met name speelt dit een rol op schuine daken met slechte toegang tot de hydraulische connecties van de PVT zonnepanelen.

Op een plat dak van een huizenblok is de toegang tot de hydraulische connecties veel beter. In dit geval wordt een collectief PVT-systeem op een groot plat dakoppervlak via een warmtewisselaar aangesloten op het warmtekoudenet. Ook kan warmte uit aquathermie uit het nabijgelegen open water via een warmtewisselaar worden gewonnen om de onttrokken warmte in de bodem aan te vullen.

Het voordeel van een warmtekoudenet is ook dat de deellast over verschillende bodemlussen verspreid kan worden. Verder biedt dit warmtenet de mogelijkheid voor geleidelijke groei van het deelname percentage. In eerste instantie wordt het warmtenet aangelegd met het benodigde aantal bodemlussen plus een x procent groeipercentage. In een later stadium kunnen dan eventueel aanvullende bodemlussen hierop worden aangesloten.

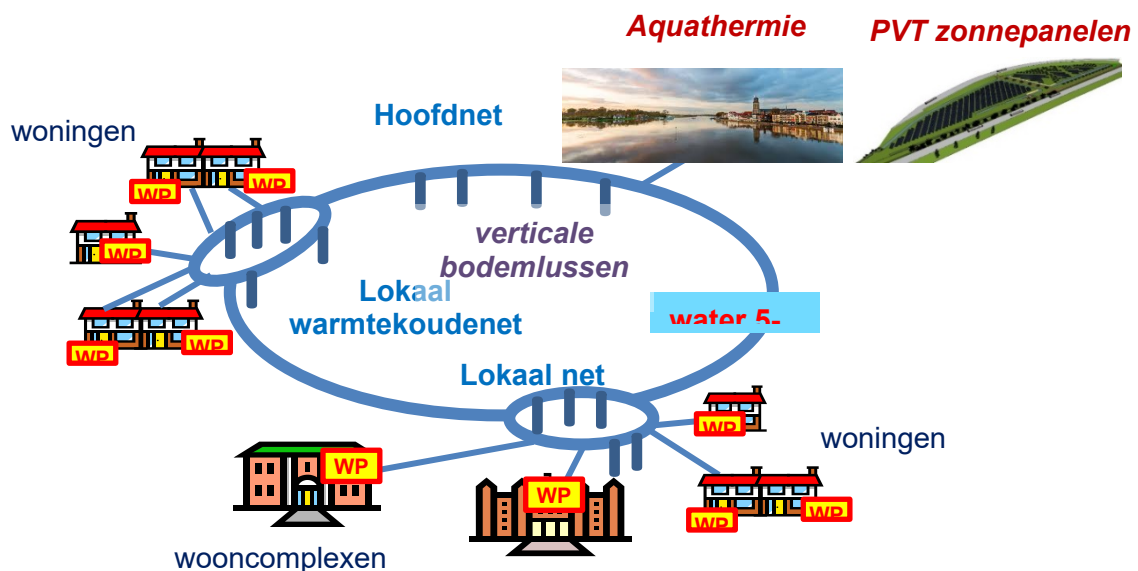




Fig. 6.5 Bodemlussen aangesloten op warmtekoudenet met optionele extra regeneratie met collectief PVT- of aquathermiesysteem

### 3.3.3 Centraal gesloten bodemenergiesysteem

Als sprake is van een waterwingebied of een beschermd waterwingebied is het niet toegestaan om gesloten bodemlussen ter plaatse van het huizenblok of de woonwijk in de grond te brengen. Ook is het mogelijk dat in dichtbebouwde steden het niet praktisch of wenselijk is op de daken een (collectief) PVT systeem aan te brengen voor regeneratie van de bodem. In dat geval kunnen de bodemlussen en additionele warmtebronnen uit aquathermie of PVT zonneparken buiten het gebied centraal worden gesitueerd. Via een warmtekoudenet wordt de warmte-koude vervolgens naar het betreffende huizenblok of woonwijk getransporteerd.



Figuur 6.6 – Centraal bodemenergie systeem aangesloten op centraal PVT of aquathermiesysteem

### **3.4 Helena all-electric energiemanagementsysteem**

Een belangrijk onderdeel van het Helena-all-electric concept is het Helena energiemanagement en opslagsysteem. Dit systeem bestaat uit optimale energie-efficiëntie, optimale benutting van de eigen opgewekte stroom en warmte en vermindering van het energieverbruik door monitoring van energieproductie en energieverbruik.

#### **3.4.1 Optimale energie-efficiëntie**

Het voordeel van bodemenergie is dat de aanvoertemperatuur constant is. De energie-efficiëntie van de bodemwarmte is ook onder zeer koude omstandigheden relatief hoog, waardoor het elektriciteitsverbruik bij deze weersomstandigheden in vergelijking met luchtwarmtepompen relatief laag is. Voor de optimale energie-efficiëntie van het warmtepompsysteem wordt de temperatuur van het water van het warmteafgiftesysteem afgestemd op de warmtebehoefte. De temperatuur voor het warmteafgiftesysteem wordt daarom middels een stooklijn afgestemd op de buitentemperatuur en het type verwarming. Bij radiatoren zal de stooklijn hoger worden ingesteld dan bijvoorbeeld bij lage-temperatuur-convectoren of vloerverwarming. Hoe kouder het buiten hoe hoger de temperatuur van het water in het warmteafgiftesysteem wordt ingesteld.

De energie-efficiëntie van het warmtepompsysteem kan verder worden verhoogd door verhoging van de brontemperatuur door bijvoorbeeld toepassing van diepe gesloten bodem energiesystemen of het broncircuit voor te verwarmen door de ventilatielucht die naar buiten treedt.

#### **3.4.2 Optimale benutting van de eigen opgewekte warmte en stroom**

Bij voorkeur wordt het dak volledig gebruikt voor de stroomproductie met PV en/of PVT zonnepanelen. De stroomproductie voor de huishoudelijke apparatuur, de warmtepomp en eventueel de elektrische auto is daarbij maatgevend. In geval van regeneratie van het bodemenergiesysteem met PVT panelen zal het aantal PVT panelen worden berekend voor op de warmtebehoefte voor regeneratie van het bodemenergiesysteem.

Voor een optimale benutting van de eigen opgewekte stroom en warmte is opslag noodzakelijk. Het gesloten bodemenergiesysteem slaat de warmte van de zomer op in de bodem voor gebruik in de winter. De warmtepomp kan overdag met een slimme regeling de stroom van de zonnepanelen gebruiken om de woning overdag alvast voor te verwarmen voor de avond. Zie ook Bijlage WP3. Afhankelijk van de weersverwachting, de stroomproductie en het verbruiksprofiel van de bewoner verwarmt de warmtepomp de woning al voor of stelt de warmtepomp de verwarming iets uit. Dit biedt ook mogelijkheden om de piekbelasting van de eigen elektrische aansluiting en het lokale net af te vlakken en binnen de 3 x 15 A aansluitwaarde te blijven.

Ook de elektrische auto kan met "vehicle to grid (V2G)" technologie worden ingezet als thuisbatterij of eventueel als virtuele buurtbatterij. Overdag wordt de opgewekte elektriciteit in de batterij van de elektrische auto (EV) opgeslagen en via V2G of V2X technologie op een later tijdstip weer aan het net terug geleverd.

In het reguliere woon-werk scenario laadt de auto overdag op het werk op, levert in de avond stroom aan de woning, laadt 's nachts gedurende daluren met stroom van het net van de offshore windparken weer op en levert in de ochtend weer stroom aan de woning, waarna op

het werk de auto weer wordt bijgeladen. In het thuiswerkscenario staat de elektrische auto in de wijk, laadt overdag stroom op van de PV panelen op de daken, levert in de avond stroom aan de woning, Laadt 's nachts weer op en 's ochtends weer terug, etc.

Ook dit biedt mogelijkheden de piekbelasting van de eigen elektrische aansluiting en het lokale net af te vlakken.

### **3.4.3 Vermindering van het energieverbruik**

De data van de verschillende energiesystemen wordt via een logger in een database verzameld en verwerkt en aan eindgebruikers, zoals woningeigenaren, woningcorporaties, installateurs en netbeheerders in een overzichtelijke visualisatieomgeving gepresenteerd. Deze informatie stelt eindgebruikers in staat om hun energieverbruik en energieproductie te optimaliseren. Installateurs kunnen hiermee snel nagaan of het energiesysteem optimaal presteert.

Het monitoring systeem helpt mogelijk ook mee om de grootste energieverbruikers op te sporen en doelgericht energiebesparende maatregelen te nemen om vervolgens weer inzicht in het effect van deze maatregelen te krijgen.

### **3.4.4 Vermindering van de piekbelasting in het lokale elektriciteitsnet**

De piekproductie van stroom in de zomer valt niet samen met de piek van het stroomverbruik. In de winter is de vraag naar elektriciteit in de ochtend en avond het grootst. Dit zorgt in de zomer overdag voor een piekbelasting in het lokale net als gevolg van de stroomproductie van de PV panelen en in de winter als gevolg van piekbelasting in de vraag van huishoudelijke apparatuur, elektrische koken, verlichting, warmtepomp en eventueel de elektrische auto.

Het Helena energiemanagementsysteem gaat daarom uit van een slimme warmtepomp regeling die is gekoppeld aan een slim energiemanagement en opslagsysteem, waarbij de elektrische auto eventueel als thuisbatterij kan worden ingezet. De slimme warmtepomp kan daarbij slim en flexibel ingezet worden om pieklasten in het lokale elektriciteitsnet te voorkomen en optimaal gebruik te maken van de warmteopslagcapaciteit van de muren van de bouwschil van de woning, zoninstraling, de weersverwachting en lage stroomtarieven gedurende daluren.

Met dit energiemanagementsysteem wordt de capaciteit van het lokale elektriciteitsnet optimaal benut. Ingrijpende verzwaring van het lokale elektriciteitsnet kan hiermee in combinatie met het Helena gesloten bodemenergiesysteem worden voorkomen.

## **3.5 Wijkuitvoeringsplan**

### **3.5.1 Selectie woonwijk**

Nederland kent verschillende type woonwijken al naar gelang het bouwjaar en de bouwstijl:

- Pluriforme monumentale woonwijken  
Dit zijn oude dichtbebouwde binnensteden met monumentale panden, die zich slecht lenen voor lokale opwekking en opslag van energie. De opwekking en opslag van energie zal veelal buiten de wijk moeten plaatsvinden.
- Oude uniforme vooroorlogse en naoorlogse woonwijken

Dit waren oorspronkelijk uniforme wijken maar in de loop der jaren zijn deze woningen vele malen verbouwd of gerenoveerd, waardoor deze woonwijken een pluriform karakter hebben gekregen. De isolatie van de bouwschil is per woning wisselend en over het algemeen matig tot slecht. Het dak is niet altijd geschikt voor zonnepanelen. De sociale woningen in deze wijken hebben met de cv-ketel in een keukenkastje vaak geen ruimte voor een warmtepomp.

- **Gestapelde bouw**  
Dit zijn vaak woonwijken uit de jaren '60 en '70 met een hoge dichtheid aan appartementsgebouwen. Deze woonwijken zijn redelijke ruim opgezet met groot plat dak oppervlak, geschikt voor PVT panelen en bodemenergiesystemen.
- **Woonwijken met eengezinswoningen jaren '80 – '90**  
Dit zijn woonwijken met over het algemeen matig geïsoleerde woningen maar wel voorzien van een mechanisch ventilatiesysteem. De kozijnen en het oude dubbelglas in deze woningen voldoet eigenlijk niet meer aan de moderne eisen.
- **Woonwijken vanaf begin '2000**  
Dit zijn woonwijken met redelijk tot goed geïsoleerde woningen, waarbij zonder ingrijpende maatregelen de cv-ketel kan worden vervangen door een warmtepomp.

Ook de bewoners van deze karakteristieke woonwijken hebben hun eigen profiel.

Bij de selectie voor het aardgasvrij maken van een bepaalde woonwijk is gekozen voor een stap voor stap aanpak van gemakkelijk naar moeilijk. Het ligt dan voor de hand om een woonwijk uit de beginjaren 2000 te kiezen. De woningen van deze woonwijken zijn zonder ingrijpende aanpassing van de bouwschil en het bestaande verwarmingssysteem geschikt voor toepassing van de huidige generatie compacte warmtepompen. De cv-ketel van deze woningen loopt tegen het einde van zijn technische levensduur. Het bewonersprofiel van deze woonwijken bestaat over het algemeen uit mensen van jonge en middelbare leeftijd met financiële ruimte, die openstaan voor de vernieuwing.

Het label A huizenblok Berkelse Wal (bouwjaar 2015) in de Havenbuurt label A en B woningen uit de jaren 2002 – 2015 in Berkel en Rodenrijs voldoet aan het profiel van een jonge woonwijk uit begin jaren 2000.

Als er ervaring met dit type wijken is opgedaan kan vervolgens stap voor stap gekozen worden voor wijken, die moeilijker aardgasvrij te maken zijn. Dit geeft deze oudere woonwijken de tijd om de isolatiewaarde van de bouwschil te verbeteren.

### **3.5.2 Selectie gesloten bodemenergiesysteem**

In het voorgaande zijn een aantal gesloten bodemenergiesysteem beschreven. Als er geen restricties zijn met betrekking tot de toegestane of gewenste bodemdiepte dan hebben diepe gesloten bodemenergiesystemen tot ca. 300m diepte de voorkeur bij grootschalige uitrol in de openbare ruimte van een woonwijk. Zware geautomatiseerde boormachines kunnen dan worden ingezet, waardoor de kosten per woning lager worden. Diepe bodemlussen hebben verder als bijkomend voordeel dat met een hogere brontemperatuur gewerkt kan worden, waardoor mogelijk geen antivries nodig is en de warmtepomp met een hogere energie-efficiëntie kan werken. Bij diepe bodemlussen kan via natuurlijke regeneratie geothermische energie worden

gebruikt om de in de winter onttrokken warmte aan te vullen. Complicerende en kostenverhogende PVT zonnepanelen met kans op lekkages zijn dan niet nodig.

In geval van restricties m.b.t. de toegestane bodemdiepte voor bodemlussen, kan met PVT panelen en koeling van de woning de bodem voor een ruim opgezette woonwijk met lokale warmte in balans worden gebracht. Met name grote platte daken van bijvoorbeeld appartementsgebouwen of huizenblokken met goede toegang tot de hydraulische connecties zijn geschikt voor toepassing van ondiepe bodemlussen in combinatie met PVT panelen. Voor individuele woningen met schuine daken is dit minder geschikt i.v.m. de slechte toegang tot de hydraulische connecties, tenzij deze hydraulische connecties voldoen aan de eisen, die voor moeilijk toegankelijke locaties worden gesteld, bijvoorbeeld ondergrondse bodemlussen.

Als de lokale warmte voor regeneratie van de bodemlussen niet lokaal beschikbaar is, bijvoorbeeld in het geval van dichtbebouwde binnensteden, kunnen de bodemlussen via een warmtekoudenet aangesloten worden op een centrale warmtebron, zoals aquathermie of een PVT zonnepark.

In het geval de woonwijk in een waterwingebied of water beschermd gebied ligt, kunnen de bodemlussen eventueel bij de centrale warmtebron in de bodem worden gebracht, zoals bijvoorbeeld in de bodem onder een PVT zonnepark.

## **3.6 Installatie scope**

### **3.6.1 Warmtekoude nutsvoorziening**

De warmtekoude nutsvoorziening bestaat uit de volgende scope onderdelen:

- Verticale bodemwarmtewisselaar (VBWW), ook wel bodemlus genoemd
- Horizontale deel van de VBWW tot en met de warmtekoude aansluiting in de woning
- Warmtekoudenet, waarop de bodemlussen kunnen worden aangesloten. In dit geval sluit het horizontaal deel op het warmtenet aan.
- Afleverset voor het meten van de geleverde warmtekoude

Het warmtekoudenet maakt het mogelijk om niet bij start alle bodemlussen te hoeven te installeren maar alleen de bodemluscapaciteit benodigd voor de woningeigenaren, die bij aanleg ook hun cv-ketel willen vervangen (x % deelname) of aangeven dat zij dat in de komende paar jaar (y% deelname) willen doen. Zie ook de hieronder beschreven mogelijke aanlegscenario's.

### **3.6.2 Woning gebonden installatie**

Zodra de woning is voorzien van een warmtekoude aansluiting, kan de woningeigenaar ervoor kiezen gebruik te maken van de aanbieding van de installateur om de cv-ketel door een warmtepompsysteem te vervangen en eventueel PV zonnepanelen op zijn dak te laten monteren. Voor de woningeigenaar heeft dat als voordeel dat de woningeigenaar volledig ontzorgd wordt. De woningeigenaar kan er echter ook voor kiezen het allemaal later zelf te regelen.

Hieronder een korte samenvatting van de in pandige installatiewerkzaamheden:

- vervanging cv-ketel door combiwarmtepomp:
  - verwijderen cv-ketel;

- verwijderen rookgaskanaal van dak incl. isolatie en aftimmering opening;
- installatie inwandige bronleiding op vulset in trapkast;
- verhogen aansluitwaarde naar minimaal 3 x 25 A, indien van toepassing;
- uitbreiding groepenkast;
- aanbrengen elektrische 3-fase aansluiting in meterkast voor warmtepomp;
- installatie ontkoppel buffertank voor warmteafgiftesysteem in geval van radiatoren / convectoren;
- installatie expansievat warmtekoude bronsysteem;
- installatie buitentemperatuur sensor voor warmtepomp;
- installatie combi-warmtepomp incl. geïntegreerde passief koelunit;
- installatie monitoring warmtekoude- en stroomverbruik;
- installatie tapwatermeter in geval van woningcorporatie;
- vervanging radiatoren woonkamer door LTV convectoren of click-on booster ventilatoren geschikt voor koeling, indien van toepassing;
- vervanging verdeler vloerverwarming woonkamer geschikt voor warmtepomp;
- ingebruikname en na-regeling verwarmingssysteem.
- vervanging gaskooktoestel (indien van toepassing):
  - installatie aansluiting 2x 230 V in meterkast voor inductie kookplaat;
  - verwijderen gaskooktoestel;
  - plaatsing inductiekookplaat.
- installatie PV panelen:
  - installatie onderconstructie en PV-panelen buiten op dak;
  - doorvoer bekabeling door dak naar binnen;
  - aansluiting meterkast voor omvormer;
  - installatie omvormer;
  - ingebruikname PV-systeem.

### 3.7 Selectie aanlegstrategie

Voor de aanleg strategie kan tussen een aantal aanlegstrategieën gekozen worden, die hieronder worden besproken:

#### 3.7.1 Alle woningen een warmtekoude-aansluiting met bodemlus

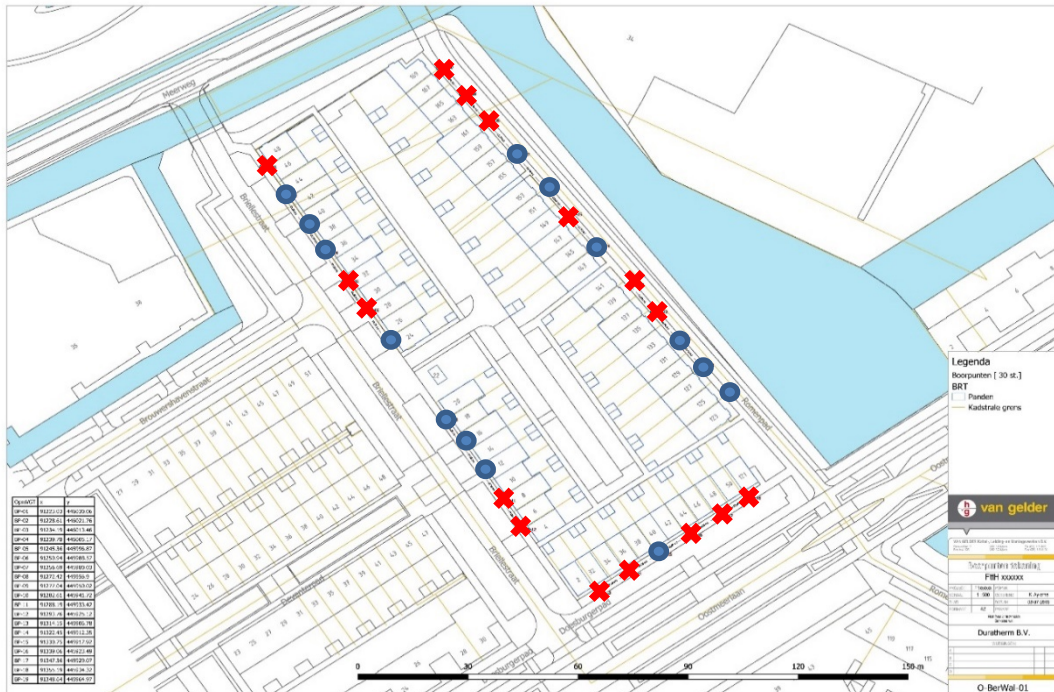
Bij deze wijkaanpak krijgt elke woning een warmtekoude-aansluiting die als nutsvoorziening direct is aangesloten op een bodemlus ongeacht of de woningeigenaar ervoor kiest om zijn cv-ketel te vervangen door een warmtepomp. De woningeigenaar/bewoner kan dan zelf het moment kiezen waarop de cv-ketel wordt vervangen door een stille compacte slimme warmtepomp. De woningeigenaar betaalt bij aansluiting een eenmalige aansluitvergoeding en gaat jaarlijks een vastrecht betalen op het moment dat de warmtepomp wordt aangesloten op de warmtekoudeaansluiting.

Het eigendom van gesloten bodemlussen wordt in een energiecoöperatie gebracht. Beheer en onderhoud wordt door een nutsbedrijf en serviceproviders gedaan.



## AANLEGSTRATEGIE

### Alle woningen krijgen een bodemlusaansluiting



Figuur 6.7 – Alle bij aanvang deelnemende ( ● ) en later deelnemende ( ✖ ) woningen direct aangesloten op een bodemlus

Het nadeel is dat de niet-gebruikte bodemlussen voorgefinancierd moeten worden met extra financieringslasten voor het nutsbedrijf. Ook het risico dat niet alle woningeigenaren uiteindelijk meedoen is kostenverhogend.

Deze aanlegstrategie heeft als voordeel dat in één keer de bodemenergie infrastructuur wordt aangelegd en de straat maar één keer wordt opgebroken. De woonwijk is dan in één keer “aardgasvrij ready”. Bij deze optie wordt de warmtepomp direct op de bodemlus aangesloten. Een warmtekoudenet die de bodemlussen onderling verbindt is dan niet nodig. Dit verlaagt investerings- en exploitatiekosten.

Deze aanlegstrategie kan daarom aantrekkelijk zijn bij een hoog percentage initiële deelname, zoals in geval een woningcorporatie de eigenaar is van het huizenblok of het appartementengebouw.



### 3.7.2 Alleen deelnemende woningen een aansluiting op een individuele bodemlus

In dit geval krijgen alleen die woningen een warmtekoude-aansluiting, die hebben aangegeven dat zij hun cv-ketel willen vervangen door een waterwaterwarmtepomp.



Figuur 6.8 – Alleen deelnemende woningen (groen) aangesloten op individuele bodemlussen

De woningeigenaren betalen dan een eenmalige aansluitbijdrage en jaarlijks een servicefee voor onderhoud en beheer van de bodemlussen.

Bij deze optie wordt het eigendom van de bodemlussen in de openbare ruimte via een woning gebonden recht van opstal direct aan de woning gekoppeld. Bij verkoop van de woning gaat het eigendom van de bodemlussen direct naar de nieuwe eigenaar. Bij deze optie is in beginsel geen meetinrichting noodzakelijk voor verrekening van de warmtekoude. De woningeigenaar wekt immers zelf zijn warmtekoude op. Over de geleverde warmtekoude hoeft dan ook geen Btw. of andere belastingen te worden betaald.

De financiering van deze “woning gebonden installatie” kan tegen een gunstige looptijd en rente vanuit het nog op te richten warmtefonds of andere gunstige leningsfaciliteiten van de overheid of andere instanties geregeld worden.

Nadeel is dat hiermee de woonwijk niet “aardgasvrij ready” is. De niet-deelnemende bewoners kunnen dan niet het moment kiezen om hun cv-ketel door een warmtepomp te laten vervangen en moeten dan afwachten of er weer een initiatief komt om de woningen van een warmtekoude-aansluiting op een bodemlus te voorzien.

Bij einde levensduur van de ketel zijn de niet-deelnemende woningeigenaren gedwongen om de cv-ketel te vervangen door een nieuwe cv-ketel. In geval van een tweede rondgang van de boorinstallatie zal de straat weer open gaan en ontstaat er weer overlast.

Het voordeel is dat in dit geval geen niet-gebruikte bodemlussen hoeven te worden voorgefinancierd. Ook is er geen risico dat de aangelegde bodemlussen nooit gebruikt worden.

### 3.7.3 Alle woningen een warmtekoude aansluiting op een warmtekoudenet

Bij deze optie krijgen alle woningen een warmtekoude aansluiting in hun woning, die is aangesloten op een warmtekoudenet. Dit warmtenet wordt dus voor 100 % van de woningen van het betreffende huizenblok of woonwijk aangelegd. Afhankelijk van het deelnamepercentage (x%) en de verwachte deelname in de komende jaren (y%) worden een aantal bodemlussen op basis van  $x\% + y\%$  deelname op het warmtekoudenet aangesloten. Het huizenblok of de woonwijk is hiermee aardgasvrij ready. Het eigendom van de warmtekoude aansluiting, het warmtekoudenet en de aangesloten bodemlussen worden in een energiecoöperatie en/of nutsbedrijf /service provider voor beheer en onderhoud ondergebracht. Een service provider zorgt daarbij voor het onderhoud en beheer van het warmtenet en de bodemlussen in de openbare ruimte, zoals bijvoorbeeld de registratie in het Klic Kadaster en de verplichte jaarlijkse rapportage van de bodemtemperatuur ter plaatse van de bodemlussen.



Figuur 6.9 Alle woningen aangesloten op een warmtekoudenet (100 % capaciteit, groen + blauw + rood) en bodemlussen berekend voor x% deelname bij aanvang (groen) en verwachte Y% deelname in 2 jaar (blauw),

Het nadeel is dat op voorhand voor alle woningen moet worden geïnvesteerd in een collectief warmtenet inclusief de warmtekoude aansluitingen in de woningen. Deze kosten zijn echter relatief laag.

Voordeel is dat hiermee het huizenblok of de woonwijk “aardgasvrij ready” is. De straat hoeft niet opnieuw opgebroken te worden. Ook bewoners (y%) die zich in 1 of 2 jaar bedenken kunnen nog eenvoudig hun cv-ketel vervangen door een warmtepomp. Pas als de benodigde capaciteit boven de  $X\% + Y\%$  komt, zullen in de woonwijk lokaal aanvullende bodemlussen in de openbare ruimte moeten worden aangebracht. De straat hoeft dan slechts lokaal ter plaatse van de locatie van de bodemlus te worden opgebroken. Een ander voordeel van deze aanleg strategie is dat

het huizenblok of de woonwijk zich kan ingroeien in de energietransitie. Voor de netbeheerder en woningeigenaren is dit een aantrekkelijke aanlegstrategie omdat de netbeheerder en woningeigenaar zich zo geleidelijk kunnen instellen op de energietransitie in de wijk. Bij aanvang hoeven bijvoorbeeld niet de onderstations of het lokale netwerk ingrijpend verzaagd te worden. Woningeigenaren kunnen intussen eventueel hun woning beter isoleren.

Met het geleidelijk toenemend aantal elektrische auto's en warmtepompen kan de netbeheerder met slimme bidirectionele laadpalen de virtuele opslagcapaciteit van de elektrische auto's in de woonwijk benutten om de vraag- en aanbodpieken in de woonwijk af te vlakken.

Een ander voordeel is dat met een blok voor blok aanpak de energietransitie gefaseerd kan worden uitgevoerd. Naarmate er meer ervaring en draagvlak ontstaat zal het deelname percentage (x% + Y%) toenemen. Na installatie van het laatste blok, kan de boormachine nog een keer een rondgang door de wijk maken om waar nodig het aantal bodemlussen aan te vullen.

### 3.7.4 Vergelijking aanlegstrategiën

In de tabel hierna zijn de verschillende aanlegscenario's voor het Helena all-electric gesloten bodemenergieconcept vergeleken met een open bron WKO systeem. Daaruit volgt dat het aanleg scenario 3 het beste schaalbaar is en de meeste flexibiliteit biedt m.b.t. het percentage deelnemers dat besluit bij start (x%) en binnen 2 jaar (y%) zijn cv-ketel te vervangen door een water-waterwarmtepomp (WP).

	Helena all-electric gesloten bodemenergieconcept			Ref. WKO
Aanlegscenario	1	2	3	
	Alle woningen een bodemlus	Deel woningen een bodemlus	alle woningen warmtekoudenet + deel bodemlus	alle woningen warmtekoudenet + WKO
Deelname WP bij aanvang	x%	x %	x %	x%
Deelname WP na 2 jaar	x% + y %	x%	x% + Y%	X% + Y%
Warmtekoudenet	Nee	nee	Ja	ja
Warmtekoude-aansluiting	100 %	X %	100 %	100 %
Bodemlus	100 %	x%	x% + Y%	WKO 100%
Ingroei deelname	nee	nee	ja	nee

## 3.8 Selectie bedrijfsmodel

Het bedrijfsmodel voor de exploitatiefase is afhankelijk van wie het eigendom heeft van het bodemenergiesysteem en of er sprake is van collectieve voorzieningen. Voor realisatie en beheer en onderhoud van een gesloten bodemenergiesysteem kan gekozen worden voor een woninggebonden bodemenergiesysteem in eigendom van de woningeigenaar of van een warmtekoudenutsvoorziening in eigendom van een nutsbedrijf. Hieronder worden drie bedrijfsmodellen besproken.

### 3.8.1 Individueel bodemenergiesysteem in eigendom van woningeigenaar

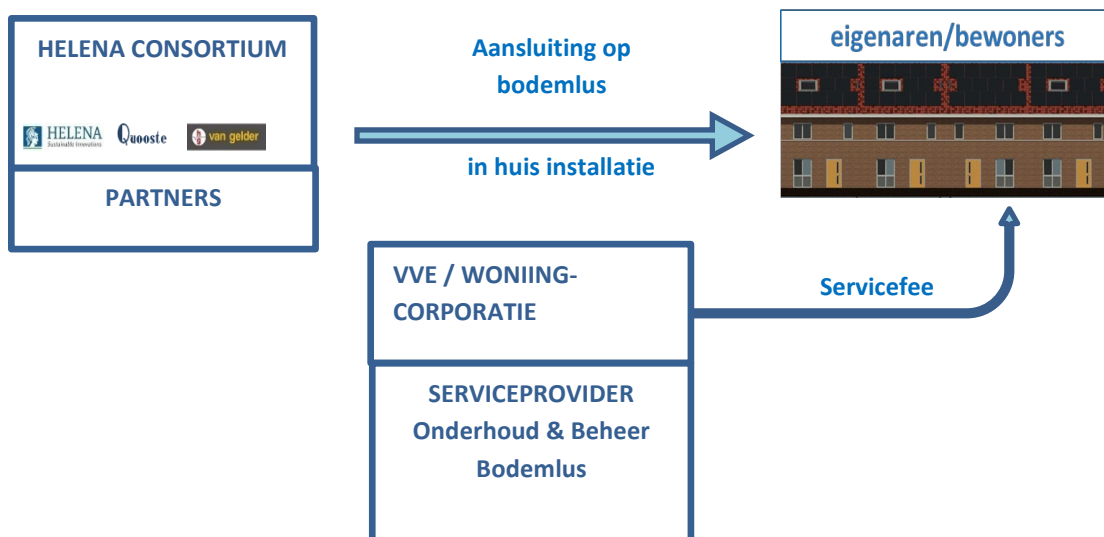
Het bedrijfsmodel op basis van een individueel woninggebonden bodemenergiesysteem is geschikt voor uitrol met een hoog deelname percentage. Alle woningen krijgen in dit geval een warmtekoude-aansluiting op hun eigen bodemlus in de openbare ruimte. Met een recht van opstal worden de verticale gesloten bodemlus en de horizontale aansluiting aan de woning gekoppeld. De woningeigenaar is in dit geval eigenaar van de warmtekoude-opwekking en -opslaginstallatie.

Een serviceprovider zorgt daarbij voor het onderhoud en beheer van de bodemlussen in de openbare ruimte, zoals de registratie in het Klic Kadaster en de verplichte jaarlijkse rapportage van de bodemtemperatuur ter plaatse van de bodemlussen.

Bij dit bedrijfsmodel is in beginsel geen meetinrichting noodzakelijk voor verrekening van de warmtekoude. De woningeigenaar wekt immers zelf zijn warmtekoude op. Over de geleverde warmtekoude hoeft dan ook geen Btw. of andere belastingen te worden bepaald.

De financiering van deze “woning gebonden installatie” kan tegen een gunstige looptijd en rente vanuit het nog op te richten warmtefonds of andere gunstige leningsfaciliteiten van de overheid of andere instanties aan woningeigenaren plaatsvinden.

**Individueel woninggebonden bodemenergiesysteem**  
**Bodemlus en warmtepompinstallatie in eigendom van woningeigenaar**



**3.8.2 Collectief bodemenergiesysteem in eigendom van VVE of Woco**

Bij een collectief systeem zijn de bodemlussen aangesloten op een warmtekoudenet. In dit geval is er sprake van levering van laagwaardige warmtekoude aan de warmtepompen in de woningen. Voor kleine lokale systemen is de warmtewet mogelijk niet van toepassing. Een collectief bodemenergiesysteem kan dan in eigendom van een VVE of woningcorporatie (Woco) worden gebracht.

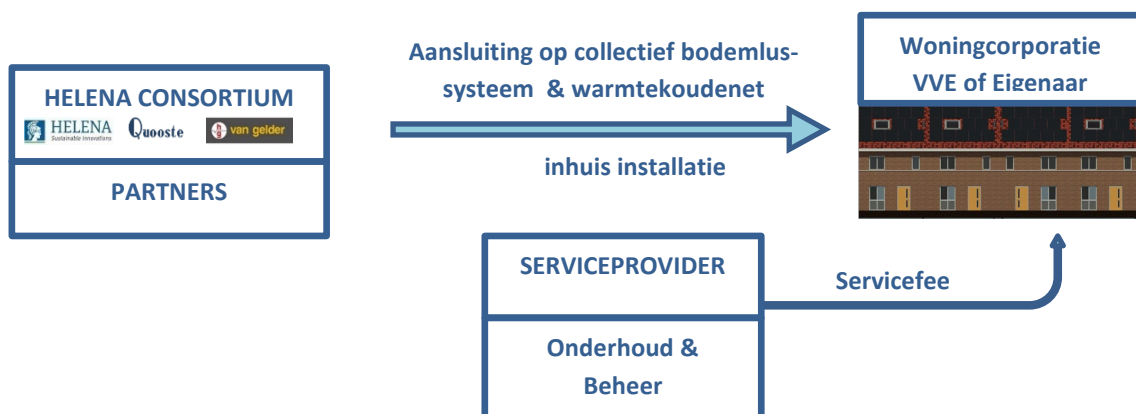
Het lokale warmtenet en de daarop aangesloten bodemlussen in de openbare ruimte komen dan met een recht van opstal in eigendom van de VVE of de woningcorporatie. De VVE of woningcorporatie betaalt dan een service fee aan een service provider voor beheer en onderhoud van het bodemenergiesysteem en eventueel de (collectieve) warmtepompinstallaties in de woningen of gebouwen.

Bij deze eigendomsverhouding is mogelijk wel een meetinrichting noodzakelijk voor interne verrekening van de warmtekoude voor de individuele bewoners.

In geval van verrekening met de huur in het kader van de EPV regeling is monitoring van de energie geleverd voor verwarming én tapwater nodig. Over de geleverde warmtekoude hoeft dan geen belasting te worden betaald. De woningeigenaren (VVE of woningcorporatie) wekken en slaan immers zelf hun warmtekoude op. Wel wordt er natuurlijk belasting betaald voor de stroom die de warmtepomp verbruikt.

### Collectieve gebouwgebonden bodemenergiesysteem

Bodemlus, warmtenet en warmtepompinstallatie in eigendom van VVE of woningcorporatie



### 3.8.3 Collectief bodemenergiesysteem in eigendom van warmtebedrijf

Bij een collectief systeem zijn de bodemlussen aangesloten op een warmtekoudenet. Bij een systeem met een warmtelevering van een zekere omvang is de warmtewet van toepassing. In dit geval is er sprake van levering van laagwaardige warmtekoude aan de warmtepompen in de woningen via een warmtenet. Bij een bedrijfsmodel voor een grootschalig collectief warmtenet aangesloten op gesloten bodemlussen wordt het eigendom en beheer en onderhoud bij een nutsbedrijf ondergebracht. In dat geval is het nutsbedrijf de opdrachtgever van de installatiepartij(en). Het nutsbedrijf is verantwoordelijk voor de exploitatie inclusief beheer en onderhoud door een serviceprovider. De aandelen van het lokale nutsbedrijf kunnen eventueel met participatie van de woningeigenaren/ bewoners worden ondergebracht in een energiecorporatie.

Het nutsbedrijf rekent aan de wooneigenaren een aansluitbijdrage voor het aansluiten van de

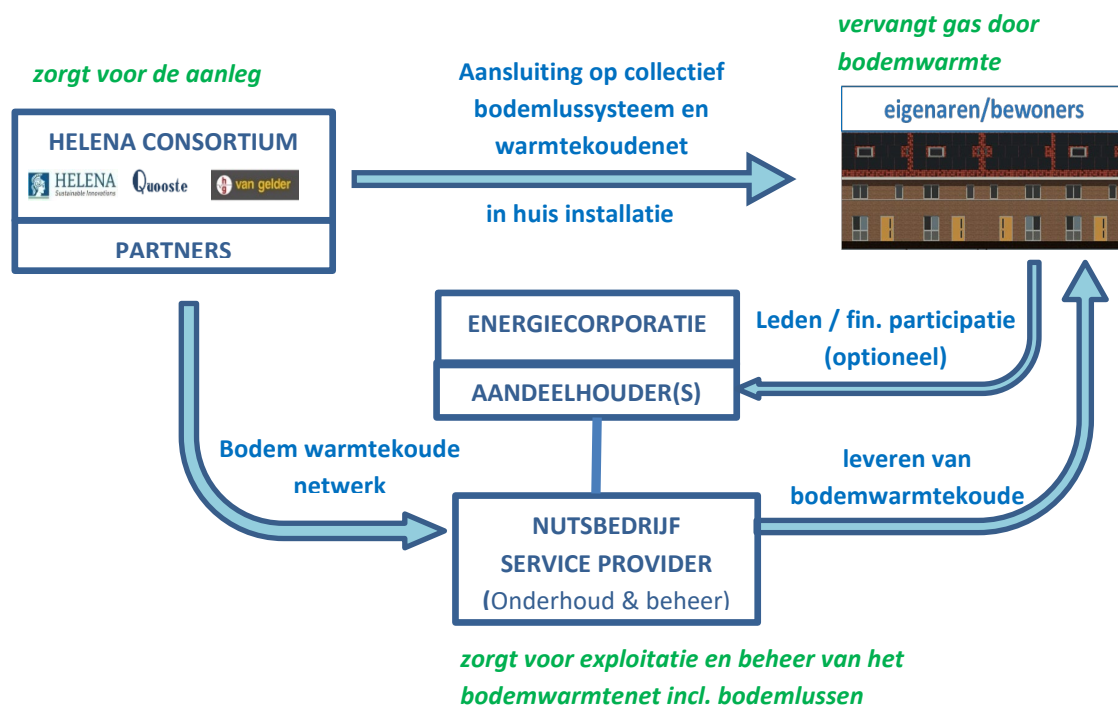


woning op de warmtekoudenutzvoorziening, een vastrecht voor het gebruik van die voorziening en een vergoeding voor de geleverde warmtekoude. Het nutsbedrijf vestigt een recht van opstal voor de nutsvoorziening in de openbare ruimte met de gemeente.

Bij dit bedrijfsmodel is een meetinrichting noodzakelijk voor verrekening van de warmtekoude voor de individuele bewoners. In geval van levering aan woningen van woningcorporaties is voor verrekening met de huur de EPV regeling van toepassing. De verbruikte energie voor zowel verwarming én tapwater dient dan apart gemeten en gemonitord te worden. Over de warmtekoude-opwekking en -opslag geleverd door het warmtebedrijf zal Btw en waarschijnlijk ook energiebelasting moeten worden betaald.

### COLLECTIEF BODEM-ENERGIESYSTEEM ALS NUTSVOORZIENING

#### Bodemplussen en warmtenet in eigendom van warmtebedrijf



### 3.9 Organisatiestructuur

De aanleg van warmtekoude infrastructuur met daarop aangesloten warmtepompsysteem vraagt om een integrale aanpak van samenwerkende partijen. De dimensionering van de bodemlus wordt immers bepaald door de warmtepompcapaciteit, die weer afhankelijk is van de warmtevraag van de woning. Ook de wijkaanpak vraagt om een integrale aanpak om interferentie tussen de bodemplussen te voorkomen en om ervoor te zorgen dat het lokale stroomnet niet overbelast raakt. Het Helena bodemenergieconcept gaat daarom uit van een geïntegreerde aanpak en daarbij behorende organisatiestructuur.

De organisatiestructuur voor ontwikkeling & realisatie is voor alle aanlegscenario's en bedrijfsmodellen een consortium van samenwerkende bedrijven (Helena Consortium). Dit consortium ontwikkelt en realiseert de hierboven beschreven installatiescope. Dit consortium bestaat uit een kernteam (Helena Sustainable Innovations, Quooste & Van Gelder), dat de

warmtekoudenutzvoorziening realiseert en de lokale of regionale partners aanstuurt, zoals o.a. installatiebedrijven, warmtepompleveranciers, data monitoring & visualisatie en draagvlakontwikkeling.

## HELENA CONSORTIUM



Initiatiefnemer  
Systeemintegratie



Projectmanagement  
Contractmanageme



Ondergrondse & bovengrondse  
infrastructuur

## PARTNERS

Lokale en regionale  
Installatiebedrijven

Warmtepomp  
leveranciers

Data monitoring  
& visualisering

Draagvlakontwikkeling &  
veranderingsmanagement

### **Systeemintegratie**

De systeemintegrator bewaakt de systeemintegratie van de infrastructuur en woninggebonden installatie zowel technisch als financieel economisch, waarbij wordt uitgegaan van de laagste woonlasten en maatschappelijke kosten.

### **Overeenkomsten en Contracten**

Projectmanagement en contractmanagement is verantwoordelijk voor het raamwerk van contracten en overeenkomsten, dat nodig is voor een integrale aanpak door samenwerkende partijen.

### **Infrastructuur**

De aannemer van de ondergrondse infrastructuur is verantwoordelijk voor de ontwikkeling en realisatie van de ondergrondse infrastructuur inclusief de bodemlussen, het warmtekoudenet, de huisaansluiting en het inbrengen van de warmtekoede-leidingen tot in de woning.

### **Installatie**

De lokale installatiebedrijven met regionale dekking voor service en onderhoud zijn verantwoordelijk voor de woninggebonden installaties. Zij zijn het directe aanspreekpunt voor de woningeigenaar voor wat betreft de woninggebonden installatie, zoals o.a. de warmtepomp, het warmteafgiftesysteem, de PV- panelen, ombouw van de meterkast en leiding & kabelwerk in huis. De lokale installatiebedrijven zijn ook verantwoordelijk voor inbedrijfstellen en ingebruikname van het warmtepompsysteem, inregeling, eventueel storingsherstel en service en onderhoud. De lokale installatiebedrijven zijn ook het contactpunt naar de warmtepompleverancier bij ingebruikname en storingen van het systeem.

### **Warmtepompsysteem**



De preferred warmtepompleveranciers leveren de warmtepomp aan de installateur, die zorgt voor de installatie. De warmtepompleverancier geeft aan de bewoner garantie op de warmtepomp.

### Data monitoring & visualisering

Het bedrijf dat verantwoordelijk is voor datamonitoring & visualisering verzamelt de data van de verschillende systemen, verwerkt die data en presenteert die data in een visualiseringsomgeving voor de eindgebruikers, zoals woningeigenaren/bewoners, woningcorporaties, installateurs en netbeheerders.

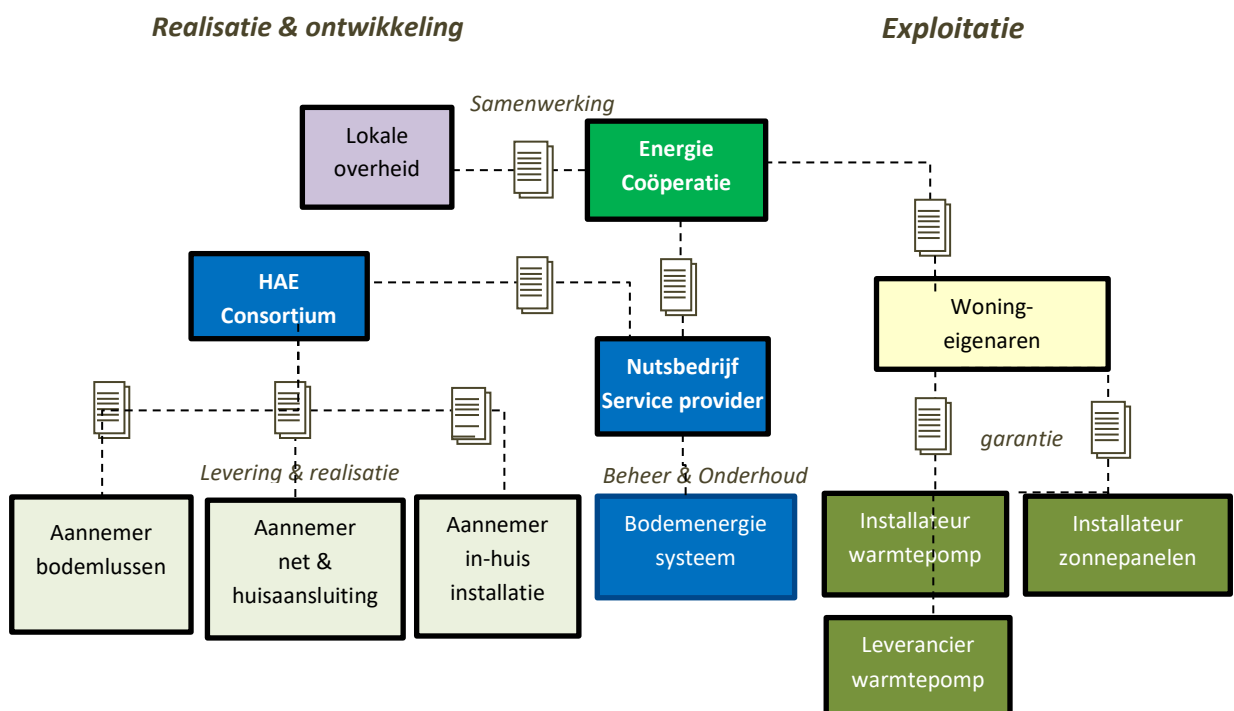
### Draagvlakontwikkeling en veranderingsmanagement

Het Helena consortium en samenwerkende partijen en bewoners/woningeigenaren worden bij het doorlopen van de transitie ondersteund door een bedrijf dat is gespecialiseerd in draagvlakontwikkeling, veranderingsmanagement en communicatie.

## 3.10 Ontwikkeling & realisatie en Exploitatie

De organisatiestructuur voor de ontwikkeling & realisatiefase en exploitatiefase is zo ingericht dat alle partijen hun eigen rol kunnen blijven invullen. Het Helena Consortium vervult de rol als initiatiefnemer en projectontwikkelaar. De gemeente blijft in haar rol van bevoegd gezag, eigenaar en beheerder van de openbare ruimte en dienstverlener aan haar inwoners en bedrijven. De woningeigenaren/bewoners en woningcorporatie blijven als eigenaar van de woning of het gebouw baas over hun eigen energievoorziening. De energiecoöperatie vervult haar rol als eigenaar en beheerder van de warmtekoudenutsvoorziening. De leveranciers en installatiepartijen blijven in hun rol van installateur en leverancier.

### ORGANISATIESTRUCTUUR



Het nutsbedrijf is verantwoordelijk voor de exploitatiefase. Een energie-coöperatie waarvan woningeigenaren lid kunnen zijn kan eventueel als aanhouder zijn van het nutsbedrijf deelnemen. Woningeigenaren kunnen mogelijk via de energiewerkgroep financieel participeren in het nutsbedrijf. Het nutsbedrijf kan een service provider aansturen, die het beheer & onderhoud doet. De energiewerkgroep kan met de lokale overheid afspraken maken over eventuele bijdragen in de aansluitkosten en/of de woninggebonden installatie.

#### **Overeenkomst gemeente**

Met de gemeente zal met het nutsbedrijf een overeenkomst worden gesloten om afspraken te maken over de randvoorwaarden, die de gemeente stelt m.b.t. de ondergrondse infrastructuur in de openbare ruimte en belangen van de bewoners. De gemeente kan in overleg met de energiewerkgroep of bewonersgroep besluiten een eventuele bijdrage toe te kennen aan de woningeigenaren in de aansluitkosten van de warmtekoudenutsvoorziening en de onrendabele kosten van de woninggebonden warmtepompinstallatie. Het Helena Consortium kan hierin faciliteren.

#### **Overeenkomst energiewerkgroep**

Met het Nutsbedrijf zal door het Helena Consortium een overeenkomst worden gesloten voor de overdracht van de warmtekoudenutsvoorziening van het Helena Consortium aan het nutsbedrijf voor beheer- en onderhoud. Daarin zullen de afspraken die met de gemeente zijn gemaakt worden opgenomen. De energiewerkgroep c.q. het warmtebedrijf is verantwoordelijk voor de exploitatie van de warmtekoudenutsvoorziening. Het Helena Consortium vestigt een recht van opstal voor de warmtekoudenutsvoorziening met de gemeente en draagt dit recht van opstal bij oplevering over aan de energiewerkgroep. Het nutsbedrijf stelt een service provider aan voor het beheer en onderhoud van de warmtekoudenutsvoorziening en registratie van het netwerk bij het Klic Kadaster.

#### **Overeenkomsten met woningeigenaren / bewoners**

De overeenkomsten met woningeigenaren/bewoners betreffen de levering/aanleg overeenkomst voor de woninggebonden installatie met daarin o.a. garanties voor de installatie en een onderhoud en servicecontract, waarin ook de monitoring van het systeem is geregeld.

#### **Overeenkomsten met partners**

Met de partners zal een samenwerkingsovereenkomst worden opgesteld.

### **3.11 Financieel**

#### **3.11.1 Algemeen**

De aanleg van de warmte koude nutsvoorziening en de installatie van de woninggebonden installatie hebben hun eigen kosten/baten en financieringsstructuur. Het zijn echter wel communicerende vaten. Zo vertalen de investerings- en exploitatiekosten van de warmte koude nutsvoorziening zich in een eenmalige aansluitvergoeding, een jaarlijks vastrecht en eventueel een vergoeding voor de geleverde warmte, die bepalend zijn voor de woonlasten van de woningeigenaren. Hieronder wordt ingegaan op de financiële aspecten van de warmte koude nutsvoorziening en de woning gebonden installatie.

### **3.11.2 Warmtekoudenutsvoorziening**

#### **Investeringskosten**

De investeringskosten bestaan uit de kosten voor engineering, werkvoorbereiding, projectmanagement en bouwmanagement, omgevingsmanagement inclusief vergunningen, aanleg bodemlussen, aanleg warmtekoudenet (optie) en het inbrengen van de bronleidingen tot warmtekoude-aansluiting in de woning.

#### **Exploitatiekosten**

De exploitatiekosten bestaan uit financieringskosten, voorfinanciering van niet gebruikte warmtekoudenutsvoorzieningen, beheer en onderhoud, transactiekosten, monitoring bodembalans, registratiekosten Klic Kadaster, precario gemeente en algemene overheadskosten.

#### **Financiering**

De investeringskosten worden deels extern gefinancierd uit de eenmalige aansluitbijdrage van de woningeigenaren en externe financiering. De exploitatiekosten worden gedekt vanuit het jaarlijks vastrecht voor het gebruik van de vaste warmtekoude aansluiting en eventueel een vergoeding voor de geleverde warmtekoude. In beginsel zal het nutsbedrijf financieel op eigen benen moeten kunnen staan.

### **3.11.3 Woning gebonden installatie**

Een woning naar all-electric brengen kost geld, dat niet iedere bewoner of woningeigenaar heeft of daarvoor wil gebruiken. Om een woning van het gas los naar all-electric te brengen moet van alles geregeld en uitgezocht worden, zoals subsidies, vergunningen, financiering en allerlei technisch zaken, etc. Het Helena all-electric concept gaat uit van een laagdrempelige totaalaanpak inclusief financiering, waarbij de bewoner/ woningeigenaar volledig wordt ontzorgd en geïnformeerd.

Uitgangspunt voor de energietransitie is dat de woonlasten niet hoger worden. M.a.w. de financieringslasten van de benodigde investeringen mogen niet hoger zijn dan de berekende besparing in de energiekosten voor de betreffende woning.

Een samenwerking van gespecialiseerde bedrijven kan met een grootschalige aanpak de bestaande woningen blok voor blok en woonwijk voor woonwijk effectief in één keer aanpakken. Dat is veel efficiënter, goedkoper en ook beter dan bijvoorbeeld met intensieve begeleiding de bewoners en woningeigenaren het zelf uit te laten zoeken. Met deze grootschalige aanpak door professionele bedrijven ondersteund door de publieke partijen kan maximaal geprofiteerd worden van de schaal- en leereffecten en kunnen de kosten zo laag mogelijk worden gehouden. Met een professionele aanpak kan bovendien de kwaliteit beter geborgd worden.

Desondanks zal er met de huidige gasprijs en markt een bijdrage nodig zijn in de zogenaamde onrendabele top van de benodigde investeringen om de woonlasten niet hoger te laten worden.

Om alle bewoners in een huizenblok of woonwijk te bewegen als alternatief voor de

gasaansluiting een warmtekoude aansluiting in hun woning te installeren, zal die aansluiting in eerste instantie gratis moeten zijn. D.w.z. dat de eenmalige aansluitbijdrage voor de warmtekoude-aansluiting inclusief warmtekoudenet met een bijdrage van de regionale overheid volledig gecompenseerd moeten worden. Van de woningeigenaren, die daar niet aan mee willen werken, kan eventueel later daarvoor een aansluitvergoeding gevraagd worden, zoals ook bij de vervanging van slimme meters gebeurt.

De investeringskosten van de bodemlussen zelf worden in het jaarlijks vastrecht verrekend. Bij vervanging van de cv-ketel door een warmtepompinstallatie kan bij de vaststelling van de bijdrage in de investeringskosten daarmee rekening worden gehouden.

## **4.0 Leerervaringen**

Uit de ontwikkeling van de Totaalaanpak kunnen de volgende leerervaringen worden getrokken:

1. De ontwikkeling van het Totaalpakket biedt gemeentes, woningeigenaren, financieringsinstellingen en installatie bedrijven en leveranciers de mogelijkheid om direct aan de slag te gaan met het versneld en betaalbaar aardgasvrij maken van bestaande woonwijken.
2. Een gesloten bodemenergiesysteem kan met de ontwikkelde methodologie voor vrijwel alle type woonwijken worden toegepast
3. De ontwikkelde methodologie is schaalbaar en kan gefaseerd worden toegepast, waarbij eerst alle woningen van een warmtekoude aansluiting worden voorzien en vervolgens stapsgewijs de cv-ketels worden vervangen door warmtepompen.

## **5.0 Aanbevelingen**

De volgende aanbevelingen kunnen worden gemaakt voor verder onderzoek en ontwikkeling:

1. Test deze aanpak uit op huizenblok Berkelse Wal en ontwikkel op basis van die ervaringen een grootschalige wijkaanpak voor andere woonhuizen en woonwijken.
2. Ontwikkel het business en bedrijfsmodel verder met ervaringscijfers uit de praktijk
3. Onderzoek hoe het bedrijfsmodel in de huidige warmtewet kan worden ingepast en wat de nieuwe warmtewet 2.0 betekent voor het bedrijfsmodel

## Bijlage WP 7 - Methodiek voor het verkrijgen van draagvlak

### 1.0 Doel

Het doel is om een methodiek en middelen te ontwikkelen draagvlak te ontwikkelen voor het Helena all-electric concept bij provincies, gemeentes, woningeigenaren en bewoners, netbeheerders, financieringsinstellingen, installatiebedrijven en leveranciers.

### 2.0 Werkwijze

De werkwijze, die is gevolgd, is eerst na te gaan wat op dit moment het draagvlak bij betrokken partijen is om bestaande woonwijken c.q. de eigen woning aardgasvrij te maken en wat daarin de huidige trend is.

Daarnaast is gekeken in hoeverre provincies, gemeentes, adviseurs, woningeigenaren, bewoners, netbeheerders, financiële instellingen en installateurs en leveranciers bekend zijn met het Helena all-electric bodemenergieconcept.

Op basis van dit vooronderzoek en input van informatie bijeenkomsten voor Pilot fase 2 “Huizenblok Berkelse Wal” heeft Collective Minds een team samengesteld van marktspecialisten, wetenschappers, researchers, designers en communicatiedeskundigen om draagvlak te creëren en het all-electric concept voor een brede groep toegankelijk te maken.

Daarvoor zijn een communicatiestrategie en communicatiemiddelen ontwikkeld, o.a. met de ontwikkeling van een format voor een informatiebijeenkomst, visualisaties van het systeem, een website die de communicatie rondom de doelstelling moet verhelderen en een animatie die in heldere bewoordingen het Helena all-electric concept toegelicht.

Collective Minds heeft deze middelen ontwikkeld met input van bewoners, woningeigenaren, communicatie-experts, wetenschappers, ambtenaren en marktspecialisten. Het bureau Spark.sx werd ingezet om de resultaten inhoudelijk vorm te geven.

### 3.0 Resultaat

#### 3.1 Inventarisatie draagvlak

Bij de aanvang van dit project eind 2018 ging het in het publieke debat nog nauwelijks over de energietransitie. Op bouwbeurzen was het goed zoeken naar de bedrijven die met duurzame totaaloplossingen kwamen. En consumenten waren er eigenlijk nog niet zo mee bezig. Geleidelijk begon dit te veranderen. Heel langzaam kwam een maatschappelijk debat op gang over een mogelijk gasvrije toekomst, wie dat zou moeten betalen en de enorme opgave die dat betekent voor ons land en de wereld. Tegelijk kwamen in de media de verhalen naar buiten over warmtepompinstallaties die niet goed werkten, hoge stroomkosten opleverden en bovendien veel geluidsoverlast en kostbaar in aanschaf waren. Gemeentes en provincies wisten niet goed hoe zij hun wijken van het aardgas af zouden moeten krijgen en woningeigenaren en bewoners werden enerzijds overspoeld met een scala van aardgasvrije oplossingen, waartoe men door de bomen het bos niet maar zag. Voor consumenten was –en is- er vaak nog geen touw aan vast te

knopen, zijn vrijwel alle oplossingen maatwerk en zijn de kosten nog te hoog. En uit onderzoek van Motivaction blijkt dat de energievoorziening in Nederland zo goed en stabiel is, dat consumenten nauwelijks urgentie voelen bij omschakeling naar een duurzame oplossing. Ze willen wel, maar ze hoeven (nog) niet. En dus wachten veel Nederlanders nog af waar de overheid mee komt.

Afgezien van een groep *early adopters* konden de meeste bestuurders, netbeheerders, leveranciers, installateurs, financiële instellingen en bewoners en eigenaren maar moeilijk hun weg vinden langs de aangeboden oplossingen, als die er al waren. Beslissers bleken vaak ook onbekend met de mogelijkheden van gesloten bodemenergiesystemen om lokaal energie op te wekken, op te slaan en om te zetten in bruikbare energie. Als er al partijen zijn die hiervoor de nodige schaalbare technische oplossingen hebben gevonden – dan hebben ze dat verhaal nooit aan de grote klok gehangen. Mocht het ons lukken om de juiste oplossing te vinden, dan wilden wij dat beter doen.

### **3.2 De eerste stappen naar het verkrijgen van draagvlak**

De eerste stappen die we zetten waren contact opnemen met Elisabeth van de Grift en Shannon Spruit van de faculteit Techniek, Bestuur en Management aan de Universiteit Delft die uitvoerig kwalitatief onderzoek hebben gedaan naar bewonerservaringen in de discussie over de plaatsing van windmolens. Zij spraken enkele jaren met bewoners, bestuurders en ondernemers rond de bouw van windmolens in Noord-Nederland.

Uit hun onderzoek kwamen waardevolle inzichten naar voren die als vertrekpunt dienden voor onze zoektocht naar de draagvlakopgave. Ze hadden veel kennis over hoe er wel en niet geparticipeerd wordt in de energiewereld en konden dus aangeven wat de smaakverschillen zijn en wanneer er conflicten ontstaan over energieprojecten. Zij schreven een aantal lessen op vanuit hun onderzoek naar energieconflicten.

Ga de wijk in, zie kansen voor burgerparticipatie, zorg dat je weerstand ook interpreteert als betrokkenheid, sluit aan bij bestaande netwerken, wees herkenbaar als persoon, overweeg iets terug te geven aan de minder bedeelden in een wijk, communiceer duidelijk over de effecten van de bouw, neem alle zorgen serieus en belangrijkste van allemaal: blij communiceren.

Burgers wil je graag informeren over ontwikkelingen die mogelijk leiden tot een start van het project en niet te veel lastig vallen met technische details. Collega's van het project kunnen daar juist van smullen, en zien het liefst elke update verschijnen. Gemeentes en woningbouwverenigingen hebben misschien meer interesse in de achtergrondinformatie over opschaling en inbedding in de regio, maar veel vragen die ze mogelijk hebben, zouden onbeantwoord blijven.

We hebben ook onderzocht hoe de bewoner zich als consument mogelijk zou gedragen. We hebben vanuit de markt onderzocht welke vragen er leven bij zowel de *early adopters* als de huiseigenaren die in aanmerking komen voor het totaalproduct. Hiervoor hebben we ook een informatieavond belegd in de wijk waar het project moet plaatsvinden. Hierop kwamen enkele geïnteresseerden af, waaronder mensen uit het veld en bewoners. Uit deze avond bleek welwillendheid naar het project, maar zorgen en verwarring over de verder te nemen stappen. Terecht, want op sommige vragen was nog geen goed antwoord op dat moment.

Wel konden we zo een kleinschalig kwalitatief marktonderzoek doen: hoe zouden we de markt het beste kunnen betreden als aanbieder en welke voorwaarden zijn te koppelen vanuit de verschillende doelgroepen? We hebben op die manier wat angsten in kaart kunnen brengen en die kunnen benoemen en adresseren op de website.

### **3.3 Communicatietraject**

Besloten werd om een communicatietraject op te zetten dat er vanuit ging dat er nog niet op korte termijn veel nieuws gedeeld zou kunnen worden, maar dat er wel een solide basis voor communicatie zou moeten bestaan rond het project. De meest cruciale vraag in dat traject werd wie nu precies de doelgroep was van deze communicatie – iets dat hand in hand ging met voortgang van de innovatie zelf. Nadat de vraag telkens terugkwam, is besloten om op de site ruimte te maken voor de benadering van verschillende doelgroepen, maar in de algemene communicatie uit te gaan van een mogelijke bewoner als hoofddoelgroep. Door de toekomst te schetsen voor die bewoner, kan het hele verhaal rondom een schaalbare oplossing voor (vrijwel) CO2-neutraal wonen helder worden uitgelegd.

Er is een communicatieplan opgesteld dat uitging van een website met achtergrondinformatie, een animatie die het concept uitlegt vanuit de ogen van een bewoner met ongeveer acht artikelen die het project schetsen voor verschillende doelgroepen en invalshoeken en er is een eigen huisstijl ontwikkeld. Het werd gezien als kans om in een nieuwe beeldtaal te kunnen communiceren, om een moderne stijl te ontwikkelen die lijkt op een blik in een schitterende toekomst, maar toch laagdrempelig en Hollands blijft. We wilden bovenal optimisme uitstralen.

### **3.4 Klantvraag**

Uiteindelijk heeft al dit onderzoek geleid tot het kunnen ontwikkelen van een breed communicatiepakket dat getoetst is bij mensen uit het veld. Daaruit kwamen positieve reacties over de helderheid van het verhaal, het optimisme van de oplossing en het vertrouwen in de beperking van de overlast bij een eventuele verbouwing. Verbeterpunten kwamen na kritiek van experts dat de communicatie technisch oppervlakkig bleef en daarom de innovatie nog niet helder genoeg communiceerde. Ook bleek dat toen het hele project eindelijk opgeleverd kon worden de technische en organisatorische details van het project dankzij de vele innovaties alweer dermate veranderd waren, dat de communicatiemiddelen eigenlijk direct alweer aan een update toe waren.

Alle communicatiemiddelen die ontwikkeld zijn voor draagvlakcreatie van de eerste innovaties in het project van Helena All Electric Wonen, zijn uiteindelijk opgegaan in de nieuwe communicatie voor de volgende stap van dit project. En dat zijn nieuwe bewonersbijeenkomsten, 1-op-1 gesprekken en digitale mogelijkheden om de energie in de buurt vast te houden.

## **4.0 Leerervaringen**

De volgende leerervaringen kunnen worden getrokken:

1. Het draagvlak voor de energietransitie wordt gehinderd door het feit dat er nog geen goed beeld is hoe die energietransitie aangepakt zou kunnen worden. Met een heldere communicatiestrategie zou het Helena All-electric concept daar verandering in kunnen



- brenge
2. De eerste stappen zijn gezet in het ontwikkelen van een communicatiestrategie en communicatiepakket om draagvlak te verkrijgen voor een wijkaanpak om woonwijken aardgasvrij te maken. Daar hoort ook een helder beschreven plan van aanpak bij.

## 5.0 Aanbevelingen

Het volgende wordt aanbevolen voor verder onderzoek en ontwikkeling:

1. MMIP TEUE-919001 Deelproject 4  
Ontwikkel een transitie-enthousiasmeringspakket:
  - 1.1. dat bewoners/woningeigenaren een helder beeld geeft van de aanpak en hen volledig ontzorgt en helpt bij de transitie
  - 1.2. dat direct betrokken partijen helpt bij de ontwikkeling en realisatie

## Bijlage WP 8 - All-electric concept voor woningcorporaties

### 1.0 Doel

Bestuurders van woningcorporaties worstelen met het dilemma hoe zij hun woningbestand gestructureerd en tegen lage kosten van-het-gas-los naar all-electric bijna nul-op-de-meter kunnen brengen. Enerzijds voelen woningcorporaties zich afhankelijk van externe langlopende en onzekere projecten, zoals de aanleg van warmtenetten en benutting van bijvoorbeeld geothermie en anderzijds worden zij geconfronteerd met extreem hoge kosten van ingrijpende aanpassingen om de bouwschil en/of ventilatiesysteem op de BENG 1 norm voor bijna energie neutrale gebouwen (BENG) te brengen. Daarnaast is er de problematiek van gespikkeld bezit, waarbij een woonwijk of een huizenblok bestaat uit woningen in bezit van woningcorporaties en particuliere huiseigenaren.

Doel is een aanpak voor woningcorporaties te ontwikkelen, die rekening houdt met gespikkeld bezit, die de transitie voor woningcorporaties betaalbaar en versneld van-het-gas-los naar bijna all-electric nul-op-de-meter mogelijk maakt en die woningcorporaties onafhankelijk maakt van regionaal nog te ontwikkelen infrastructuur.

### 2.0 Werkwijze

De werkwijze, die is gevolgd, is om eerst de knelpunten te inventariseren, die woningcorporaties verhinderen hun bestaande woningbestand aardgasvrij te maken. Daarvoor hebben HelenaSI en Dregmans met twee middelgrote (Wonen Midden-Delfland en Wooninvest in Leidschendam-Voorburg) en een grote woningcorporatie (Vestia in Rotterdam) een aantal gesprekken gevoerd. Op uitnodiging van TKI Urban Energy is ook door HelenaSI op 12 juni 2019 deelgenomen aan een bijeenkomst met door TKI Urban Energy geselecteerde woningbouwverenigingen. Vervolgens is met een intensief iteratieproces met de andere werkpakketten een uniforme aanpak aardgasvrije wijken ontwikkeld, die geschikt is voor zowel woningcorporaties als particuliere huiseigenaren.

### 3.0 Resultaat

#### 3.1 Resultaat gesprekken

Uit de gesprekken kwam naar voren dat de woningcorporaties op dit moment vooral hun financiële middelen en inspanningen richten op de taak om hun huidige woningbestand naar minimaal Label B te brengen. De huidige EPV regeling is vooral gericht op deze taakstelling. Er zijn op dit moment (maart 2020) voor woningcorporaties geen positieve of negatieve prikkels om hun woningbestand aardgasvrij te maken. De cv-ketel zit hen immers niet in de weg, zoals een van de woningcorporaties het samenvatte. Woningcorporaties wachten over het algemeen de uitkomst van Transitievisie Warmte van de gemeentes af om bijvoorbeeld desinvesteringen in warmtepompen te voorkomen in het geval de gemeente mocht besluiten een hoge temperatuur warmtenet in de woonwijk aan te leggen.

Ook de benodigde financiële middelen zijn vanuit de rijksoverheid hier (nog) niet beschikbaar voor gemaakt. Een van de woningcorporaties had net 2 jaar geleden de bestaande cv-ketel vervangen door een nieuwe cv-ketel en vond het moeilijk aan de bewoners uit te leggen om na 2 jaar die cv-ketel weer te vervangen door een warmtepomp. Dit druiste in tegen de circulaire

principes.

De woningcorporaties merkten ook op dat in met name de oudere sociale woningbouw de ruimte voor een combi-warmtepomp zeer beperkt is. De bestaande cv-ketels zijn vaak in een ruimte geplaatst, die niet groter is dan een keukenkastje.

Uit de gesprekken bleek ook dat in veel gevallen sprake is van gespikkeld bezit met in één huizenblok of appartementengebouw woningen in bezit van zowel woningcorporatie als particuliere huiseigenaren. Een aanpak aardgasvrije wijken voor woningcorporaties zou daarom ook geschikt moeten zijn voor dit gespikkeld woningbezit.

Er is daarom iteratief met de andere werkpakketten een uniforme aanpak aardgasvrije wijken ontwikkeld, die zowel geschikt is voor woningcorporaties als voor particuliere huiseigenaren. Er is daarbij wel aandacht besteed aan de problematiek van de oudere sociale woningbouw met betrekking tot de isolatiewaarde van de bouwschil, bestaande verwarmingsinstallaties en de zeer beperkte ruimte voor warmtepompen.

### **3.2 Aanpak aardgasvrije wijken voor woningcorporaties**

Er is iteratief met de andere werkpakketten een uniforme aanpak aardgasvrije wijken ontwikkeld, die zowel geschikt is voor woningcorporaties als voor particuliere huiseigenaren. Er is daarbij specifiek aandacht besteed aan de problematiek van de oudere sociale woningbouw met betrekking tot de isolatiewaarde van de bouwschil, bestaande verwarmingsinstallaties en de zeer beperkte ruimte voor warmtepompen. Voor de EPV regeling is voor huurwoningen is het meten van het warmwaterverbruik nodig. Dit kan echter vrij eenvoudig in het ontwikkelde data monitoringsysteem worden geïmplementeerd. Zie werkpakket WP2 .

De oudere sociale woningbouw stelt ook hogere eisen aan de te ontwikkelen compacte, stille en slimme (doorstroom-) warmtepomp, die in een keukenkastje zou moeten passen en een afgifte temperatuur van 70 °C zou moeten kunnen leveren. De ontwikkeling van de compacte 3 KW Vaillant warmtepomp, zoals toegepast bij de eerste installatie van de proefwoning, laat zien dat dit geen onmogelijke opgave. Een betaalbare stille compacte warmtepomp van die specificaties is mogelijk. Voor een huizenblok of een appartementengebouw kan in bepaalde gevallen ook een collectieve warmtepompinstallatie worden overwogen.

Ook de methodiek en het instrumentarium voor draagvlakontwikkeling zijn voor bewoners van huurwoningen van woningcorporaties toepasbaar. Zie voor het bovenstaande de werkpakketten WP 1 t/m 7.

## **4.0 Leerervaringen**

Uit het bovenstaande kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

1. Aanpak aardgasvrije wijken voor woningcorporaties  
De ontwikkelde aanpak aardgasvrije wijken is geschikt voor gespikkelde woonwijken of huizenblokken met woningen deels in bezit van woningcorporaties en particuliere huiseigenaren.
2. Oudere sociale woningbouw  
Het aardgasvrij maken van de oudere sociale woningbouw stelt hogere eisen aan

bijvoorbeeld de specificaties voor een betaalbare compacte stille en slimme warmtepomp.

## **5.0 Aanbevelingen**

De volgende aanbevelingen voor verder onderzoek en ontwikkeling kunnen worden gemaakt:

1. Ontwikkel een individueel compact warmtepompsysteem voor de oudere sociale woningbouw
2. Ontwikkel een collectief compact warmtepompsysteem voor de oudere sociale woningbouw
3. Ontwikkel een (financierings-)regeling die daar waar nodig eerdere regelingen vervangt en de Woningcorporaties aanzet tot het tijdig aardgasvrij maken van hun woningbezit.