



# Technische verdieping

*Bewonersinitiatieven Provincie Zuid-Holland*

---





## Pilotlocatie Waterloop, Delft

Dit rapport is opgesteld in opdracht van  
**Provincie Zuid-Holland & Next2Company**



## Documentbeheer

De ondergetekende projectleider van VHGM verklaart dat de uitgevoerde werkzaamheden, voor zover van toepassing, onafhankelijk van de opdrachtgever zijn uitgevoerd conform de eisen van BRL SIKB 11000 en het daarbij horende protocol.

### Concept

	Naam	Datum	Paraaf
<b>Opgesteld door</b>	Bernd Abeling	6 juni 2025	
	Sieta Luichies	6 juni 2025	
<b>Aangevuld door</b>	Milan de Blok	24 juli 2025	
<b>Gecontroleerd door</b>	Milan de Blok	7 augustus 2025	

### Definitief

	Naam	Datum	Paraaf
<b>Aangepast door</b>	Dick van Harlingen	14 januari 2026	
<b>Goedgekeurd door</b>	Bernd Abeling	29 januari 2026	

Disclaimer: Dit vooronderzoek is geen volledig ontwerpdokument en kan ook niet als zodanig worden gebruikt. De uitgangspunten uit een vooronderzoek kunnen afwijken ten opzichte van de uitgangspunten die gebruikt worden in het ontwerp.

## De volgende partijen zijn betrokken bij het tot stand komen van dit rapport

### Opdrachtgever

**Naam** Provincie Zuid-Holland – Afdeling Mobiliteit en Milieu  
**Bezoekadres** Zuid-Hollandplein 1  
2596 AW Den Haag  
**Contactpersoon** Mevr. Julia Sialino  
**Telefoonnummer** (06) 44 71 54 24  
**E-mailadres** j.sialino@pzh.nl

### Adviseur buurtinitiatieven

**Naam** Next2Company  
**Bezoekadres** John M. Keynesplein 12-46  
1066 EP Amsterdam  
**Contactpersoon** Dhr. Gerbert Hengelaar  
**Telefoonnummer** (06) 83 54 79 50  
**E-mailadres** G.Hengelaar@next2company.com

### Adviseur ondergronds

**Naam** VHGM  
**Adres** Leidsevaart 580  
2014 HT Haarlem  
**Contactpersoon** Dhr. Milan de Blok  
**Telefoonnummer** (023) 584 11 22  
**E-mailadres** [info@vhgm.nl](mailto:info@vhgm.nl) / milandeblok@vhgm.nl

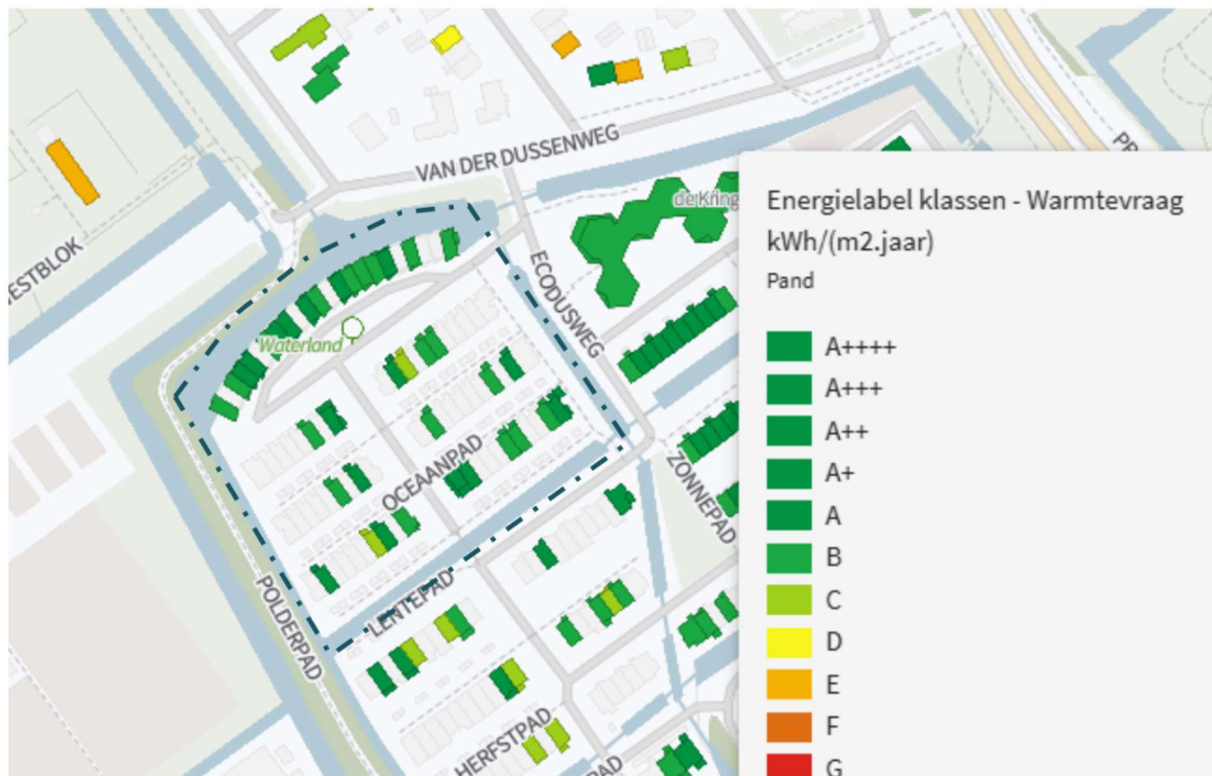
## INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>PILOTPROJECT WATERLOOP, DELFT</b>	<b>5</b>
1.1	Toelichting	6
<b>2</b>	<b>GRONDWATERSTAND EN -STROMING</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>BODEMOPBOUW EN MOGELIJKE BOORDIEPTE</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>SYSTEEMCONCEPTEN EN COLLECTIVITEIT</b>	<b>11</b>
4.1	Circulatiemedium: water tegenover antivriesmengsel	13
<b>5</b>	<b>INPASBAARHEID WARMTEWISSELAARS</b>	<b>14</b>
5.1	Ondergrondse obstakels	14
5.2	Cluster 1: Oceaanpad 1 t/m 10	15
5.3	Cluster 2: Rivierpad 1 t/m 9	16
5.4	Cluster 3: Waterloop 23 t/m 37 (oneven)	16
5.5	Cluster 4: Oceaanpad 11 t/m 21	17
5.6	Cluster 5: Rivierpad 10 t/m 21	17
5.7	Cluster 6: Waterloop 1 t/m 21 (oneven)	18
5.8	Cluster 7: Waterloop 2 t/m 46 (even)	18
5.9	Voorstel inpassing warmtewisselaars	20
<b>6</b>	<b>CONCLUSIE</b>	<b>21</b>

## 1 Pilotproject Waterloo, Delft

Het pilotproject 'Waterloop, Delft', omvat 83 rijwoningen aan de Waterloo, de Zeestraat, het Rivierpad en het Oceaanpad. De woningen zijn onderverdeeld in 6 blokken rijtjeswoningen van 8 à 11 woningen. Aan de noordzijde wordt het pilotgebied begrensd door een groter blok bestaande uit 23 rijwoningen. Binnen het pilotproject bestaat een duidelijke voorkeur om alle woningen in de pilot mee te nemen. De woningen hebben (voor zover bekend) energielabels tussen A en C en stammen uit bouwjaar 1995.

**Figuur 1.1** Overzicht van de pilotlocatie Waterloo, Delft



Next2Company heeft op basis van het gasverbruik een inschatting gemaakt van de vermogensbehoefte van de woningen. Onderstaande tabel 1.1 geeft de ingeschatte vermogens van de pilotwoningen weer.

**Tabel 1.1** Vermogensbehoefte van de woningen binnen het pilotproject

Scenario	Vermogen (kW)
Gemiddeld verbruik	4,9*

\*O.b.v. indicatieve formule Deltares

Met de opdrachtgever is afgesproken dat in dit onderzoek het gemiddeld verbruik wordt aangehouden voor alle woningen binnen de scope.

## 1.1 Toelichting

In dit document wordt gesproken over het gebouwszijdig vermogen en het bodemszijdig vermogen. Het gebouwszijdig vermogen, of vermogen per woning, is het thermisch warmteverlies van een woning (wat minimaal aan vermogen nodig is) om de woning te kunnen verwarmen bij zeer lage buitentemperaturen. Op basis hiervan wordt de warmtepomp geselecteerd. Het bodemszijdig vermogen is het vermogen dat geleverd wordt door bodem. Onderstaande formule geeft weer hoe het bodemszijdig vermogen van een woning berekend wordt.

$$P_{Bodem} = P_{Gebouw} * \left(1 - \left(\frac{1}{COP}\right)\right)$$

Om onderstaande formule op te kunnen lossen is een waarde voor de COP benodigd. COP staat voor Coëfficiënt Of Performance en dit geeft het rendement van warmtepomp weer. De COP-waarde betreft de verhouding tussen bronenergie en het aandeel elektrische energie. Wanneer een warmtepomp een COP van 4 heeft, dan is er maar één deel elektriciteit nodig voor 4 delen warmte. De resterende 3 delen worden uit de bodem onttrokken.

Omdat er in dit stadium nog geen COP-waarde bekend is, wordt er in dit document gewerkt met kengetallen voor de COP. Volgens VHGM zijn deze rendementen met moderne warmtepompen realistisch. In tabel 1.2 zijn de COP's weergegeven voor een systeem dat werkt met 100% leidingwater (water) als circulatiemedium en een variant waarbij een water-antivriesmiddel (glycol) wordt toegepast als circulatiemedium. Deze uitgangspunten zullen verderop in dit document toegelicht worden.

**Tabel 1.2 COP-waarden bij een warmtepomp met water- of een water-antivriesmengsel als circulatiemedium**

Circulatiemedium	COP
Water	6
Antivriesmengsel	5

## 2 Grondwaterstand en -stroming

De grondwaterstand in de verschillende pakketten die worden doorboort is van belang en kan een risico vormen tijdens aanleg waar de booraannemer mitigerende maatregelen voor moet nemen zoals verhoogd opstellen en/of boren met boorspoeling. De grondwaterstroming is van belang aangezien hoe hoger de stroming is des te voordeliger voor het gesloten bodemenergiesysteem. Deze uitgangspunten zijn onderzocht en belangrijk voor een lager stadium.

Op basis van de gegevens van TNO-DINOloket en de Grondwaterkaart van Nederland zijn de grondwaterstand en stijghoogten in de verschillende watervoerende pakketten onderzocht. In tabel 2.1 worden deze gegevens opgesomd.

**Tabel 2.1 Gegevens grondwaterstanden en stijghoogte**

Watervoerend pakket	Gemiddelde grondwaterstand/stijghoogte	Fluctuatie
Freatisch pakket	0,8 m -mv	± 0,5 m
WVP1	7,8 m -mv	± 0,7 m
WVP2	2,0 m -mv	± 0,3 m
WVP3	1,8 m -mv	± 0,3 m
WVP4	1,7 m -mv	± 0,3 m

Uit tabel 2.1 blijkt dat er geen kans is op overlast van artesisch (opwellend) grondwater tijdens het uitvoeren van de boorwerkzaamheden. De grondwaterstand van het freatische pakket staat mogelijk minder dan 30 cm onder het maaiveld, afhankelijk van het seizoen. De lage grondwaterstand in watervoerend pakket 1 wordt veroorzaakt door een grondwateronttrekking in de omgeving.

Vervolgens is ook de Darcy grondwaterstromingssnelheid berekend en is de stromingsrichting van het grondwater bepaald. De resultaten hiervan zijn in tabel 2.2 weergegeven.

**Tabel 2.2 Gegevens grondwaterstroming en stromingsrichting**

Watervoerend pakket	Grondwaterstroming	Richting
WVP1	>20 m/jaar	NNO
WVP2	1 – 3 m/jaar	ONO
WVP3	Onbekend, geen gegevens	-
WVP4	< 1 m/jaar	O

De grondwaterstroming in watervoerend pakket 1 is relatief hoog. Dit wordt hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door de nabijgelegen grondwateronttrekking. De stroomsnelheid in de overige watervoerende pakketten kan als laag worden beschouwd.

### 3 Bodemopbouw en mogelijke boordiepte

Als men kijkt naar de mogelijkheden om gesloten bodemenergiesystemen toe te passen in relatie tot de bodemopbouw dan is er zeer veel mogelijk. In tegenstelling tot een open bodemenergiesysteem wordt er geen grondwater onttrokken en geïnfilteerd, maar vindt de warmte-uitwisseling plaats door middel van geleiding in een gesloten leidingsysteem. Dankzij dit karakter is het vinden van een geschikte grove zandlaag veel minder van belang. Wat wel een belangrijk aspect is, is het feit dat zand beter geleidt dan klei en dat er in de zandlagen in de meeste gevallen sprake is van grondwaterstroming. Het is daarom nog steeds voordelig om de warmtewisselaars zoveel mogelijk in zandgrond te plaatsen. Als het echter een voordeel oplevert om toch gebruik te gaan maken van de diepere kleilagen, bijvoorbeeld wanneer dat wél kansen voor een collectief systeem creëert of de mate van interferentie met andere systemen beperkt, dan is dat wenselijk.

Hierin spelen twee factoren mee:

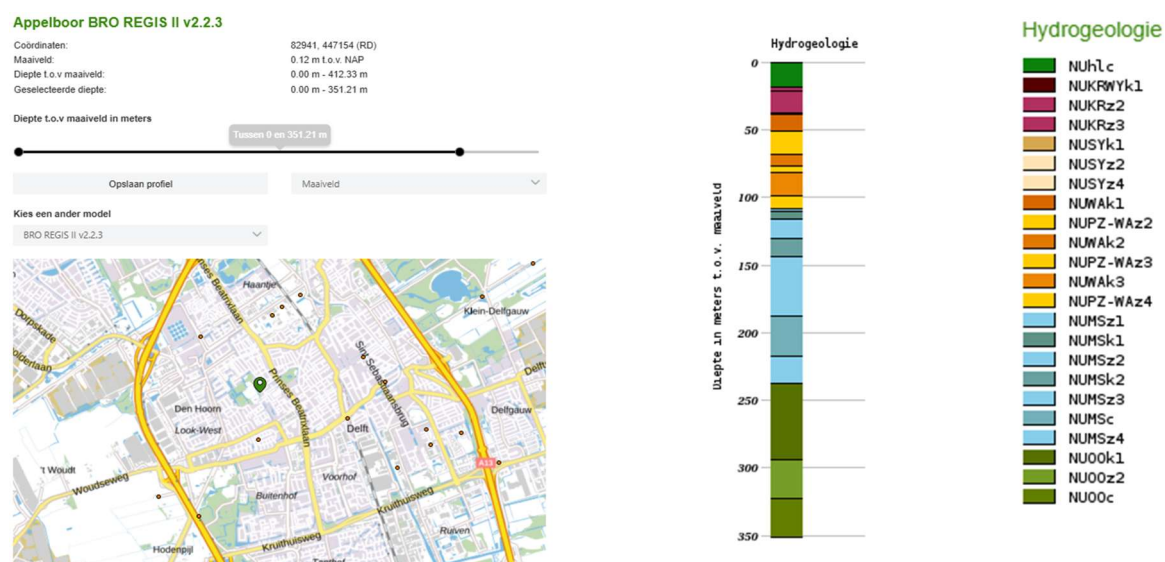
- Boringen dieper dan 300 à 350 meter worden als 'technisch bijzonder' beschouwd. Niet iedere boormaatschappij op de markt heeft de middelen en capaciteit voor dergelijke diepe boringen.
- Bij boordieptes dieper dan 500 meter onder het maaiveld treedt de Mijnbouwwet in werking. Dergelijke procedures nemen meer tijd en financiële middelen in beslag.

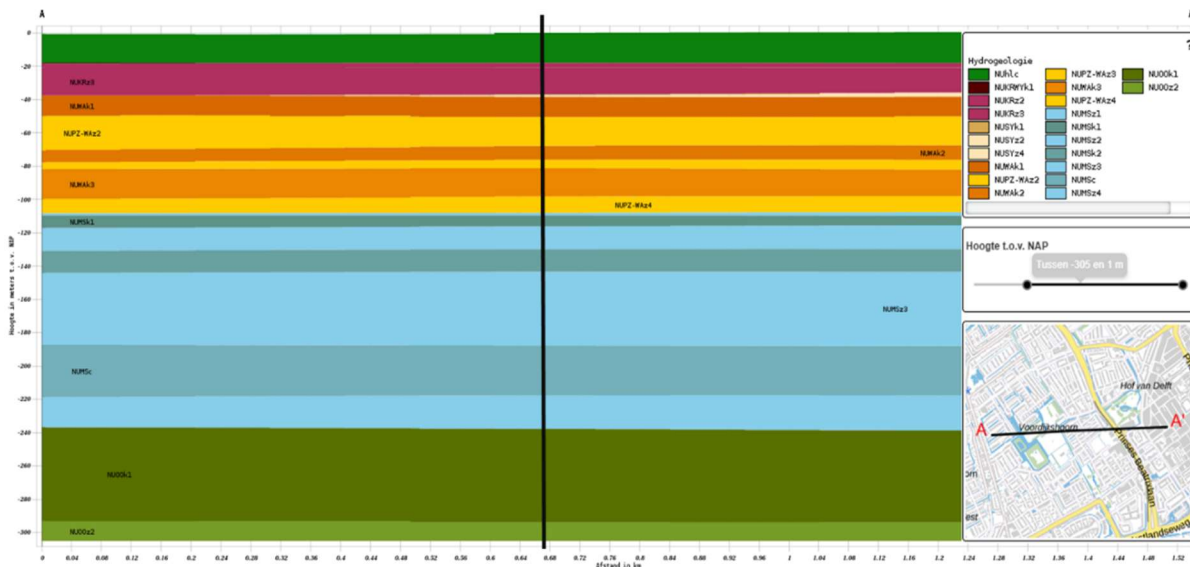
Om de bodemgeschiktheid voor het aanleggen van gesloten bodemenergiesystemen te analyseren is op basis van het DINOloket, model Regis II V2.2.3 een doorsnede van de bodemopbouw gemaakt (figuur 3.1).

In tabel 3.1 is vervolgens een schematisering van de bodem weergegeven. Hiervoor zijn drie grondlagenstaten verkregen via DINOloket, zijnde B37E0271, B37E2884 en B37E0481. Deze boringen liggen op een afstand tussen ca. 0,8 tot 1,1 kilometer van de onderzoekslocatie.

Het maaiveld van de projectlocatie ligt op een hoogte van ca. 0,5 m -N.A.P.

**Figuur 3.1 Bodemopbouw (projectlocatie weergegeven met zwarte lijn)**





Uit de analyse blijkt dat de optimale boordiepte, als wordt gekeken naar de geleidingscapaciteit, rond de 190 meter onder het maaiveld ligt (groene rij in tabel 3.1). De gele rij geeft de tweede optie tot een diepte van 240 meter onder maaiveld weer, waarbij minimaal wordt ingeleverd op de warmtegeleidende capaciteit van de bodem, maar wel zo'n 50 meter extra wisselaar geplaatst kan worden. Dieper dan 240 meter onder het maaiveld komen we ter plaatse van de pilotlocatie Waterloop alleen fijne zanden en klei tegen. De rood gekleurde rij in tabel 3.1 geeft de maximale boordiepte tot 320 meter onder het maaiveld weer. Dieper boren is mogelijk, maar zeldzamer in de markt doordat het complexer is waardoor 320 m als maximaal is bestempeld. 500 m is de werkelijke maximale diepte, maar wordt niet als realistisch gezien. Verder inzicht in de vermogens die op de verschillende dieptes haalbaar zijn is beschikbaar in tabel 3.2.

**Tabel 3.1 Geohydrologische schematisering**

Diepte t.o.v. N.A.P. [in m] mv: 0,5 m -N.A.P.		Samenstelling	Geohydrologische eenheid	Doorlaatvermogen [m <sup>2</sup> /d]
mv	Tot -18	Leem; zand en zandige klei	Deklaag	
-18	Tot -38	Grof zandpakket	Watervoerend pakket 1a	500 – 1.000
-38	Tot -50	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 1a	-
-45 à -50	Tot -68	Grof zandpakket	Watervoerend pakket 1b	200 - 500
-68	Tot -76	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 1b	-
-76	Tot -81	Grof zandpakket	Watervoerend pakket 1c	50 - 125
-81	Tot -98	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 1c	-
-98	Tot -110	Grof zandpakket	Watervoerend pakket 1d	120 - 300
-110	Tot -116	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 2a	-
-116	Tot -130	Matig grof tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 2a	75 - 150
-130	Tot -143	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 2b	-
-143	Tot -188	Matig grof tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 2b	225 - 450
-188	Tot -218	Complexe eenheid; zand en klei gemend	Stoorlaag 1	75 - 150
-218	Tot -238	Matig grof tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 2c	100 - 200
-238	Tot -294	Klei en zandige klei	Slecht doorlatende laag 3	-
-294	Tot -322	Fijn tot matig grof zand	Watervoerend pakket 3	150 - 300
Dieper dan -322		Klei	Geohydrologische basis	-

De geohydrologische basis heeft betrekking op de onderkant van het geohydrologisch schema en heeft over het algemeen een slechte doorlatendheid. Het is technisch mogelijk om te boren in de geohydrologische basis, maar de boorsnelheid neemt dan wel significant af. Ook is de beschikbare informatie over de ondergrond geringer naarmate een boring dieper wordt. In het geval van de projectlocatie is er voor gekozen om de diepte van het geohydrologische schema te beperken tot 320 m -mv.

De keuze om warmtewisselaars bij voorkeur in zandpakketten te plaatsen is gebaseerd op de relatief hoge warmtegeleidingscoëfficiënt van zand ten opzichte van klei of leem. Een hogere thermische geleidbaarheid zorgt immers voor een efficiëntere warmteoverdracht tussen bodem en warmtewisselaar. Hoewel tabel 3.2 laat zien dat de warmtegeleidingscoëfficiënt bij diepere boorprofielen iets afneemt, is dit verschil beperkt. De drie boorprofielen kunnen, dankzij de gelijke warmtecapaciteit, per meter gemiddeld evenveel warmte en koude opslaan. Dit betekent dat ook diepere boringen in kleilagen technisch goed uitvoerbaar en effectief blijven voor energieopslag en -winning.

**Tabel 3.2 Thermische bodemparameters voor de drie opties en haalbare vermogens**

Parameter	Eenheid	Optimale diepte		Suboptimale diepte		Maximale diepte	
Einddiepte	m	190		240		320	
Grondwatertemperatuur	°C	11 -12		11 – 13		11 – 14,5	
Warmtegeleidingscoëfficiënt	W/m*K	2,03		2,00		1,94	
Warmtecapaciteit	MJ/m <sup>3</sup> *K	2,43		2,43		2,43	
Opbrengst warmtewisselaar (bodemzijdig)	kW	Water	4,8	Water	6	Water	8
		Antivries	7,6	Antivries	9,6	Antivries	12,8
Rendement verwarmingsbedrijf	C.O.P.	Water	6	Water	6	Water	6
		Antivries	5	Antivries	5	Antivries	5
Beschikbaar vermogen warmtepompen (gebouwzijdig)	kW	Water	5,8	Water	7,2	Water	9,6
		Antivries	9,5	Antivries	12	Antivries	16

In tabel 3.2 valt ten tweede op dat er aanzienlijk meer vermogen kan worden verkregen uit systemen die als circuliatiemedium niet met water maar met een antivriesmengsel worden gevuld. Dit komt doordat bij toepassing van water het risico op bevriezing bestaat wanneer de verdampertemperaturen de 0 °C bereiken (equivalent 3 °C à 4 °C aanvoertemperatuur richting de warmtepomp). Wanneer een antivriesmiddel is toegevoegd wordt dit risico vermeden en kan het systeem 'doorwerken' tot lagere temperaturen in de bodem. Bedenk hierbij wel dat het rendement van de antivriessystemen lager is dan de watersystemen, waardoor een groter aandeel elektrische energie zal worden verbruikt.

## 4 Systeemconcepten en collectiviteit

Bij gesloten systemen zijn drie basissysteemconcepten gangbaar:

- Individueel systeem: een eigen bodemlus met een eigen warmtepomp. Eén gebruiker.
- Klein-collectief: één of enkele bodemlussen met meerdere eigen warmtepompen. 2 tot ca. 12 gebruikers. Dit concept is weer onder te verdelen in de tussenvormen tussen 2 en 12 woningen. Het meest simpele concept is het delen van één boring met 2 woningen. Het meest complexe concept is een x-aantal diepe bronnen voor 12 woningen, die op een gezamenlijk distributienetje zijn aangesloten.
- Collectief systeem: een gedeeld veld van bodemlussen met centrale of eigen warmtepompen. Van enkele tientallen tot honderden gebruikers.

In deze pilot wordt hoofdzakelijk gefocust op het klein-collectieve systeemconcept, waarbij als fallback gebruik wordt gemaakt van de individuele optie in het geval dat de aansluiting op een klein-collectief niet realistisch is.

Wanneer de informatie uit tabellen 1.1 en 3.2 wordt geïntegreerd begint de potentie tot collectiviteit duidelijk te worden. Als eerste wordt gekeken naar het klein-collectieve systeemconcept waarbij één gedeelde warmtewisselaar wordt gerealiseerd voor twee woningen; de twee-onder-een-bron aanpak. Onderstaande tabel 4.1 geeft deze informatie weer. De kleurcodering in de tabellen correspondeert met de boordieptes in tabel 3.1 (groen 190 meter, geel 240 meter en rood 320 meter diepte). Een blauw gearceerde cel geeft aan dat er niet voldoende vermogen kan worden verkregen met één boring en dat er meerdere wisselaars benodigd zijn.

**Tabel 4.1 Potentie tot collectiviteit – water tegenover antivriesmengsel**

Scenario	Vermogen per woning	Vermogen bodemzijdig 1 won.	Vermogen bodemzijdig 2 won.	Vermogen bodemzijdig 3 won.
-	kW	kW	kW	kW
Water	4,9	4,1	8,2	12,3
Antivriesmengsel	4,9	3,9	7,8	11,7

Uit de gegevens van tabel 4.1 blijkt dat het mogelijk is om twee woningen op een lus van de maximale diepte samengewerkt aan te sluiten wanneer uitsluitend water als circuliatiemedium wordt gebruikt. Bij toepassing van een antivriesmengsel als circuliatiemedium is het mogelijk om drie woningen op één lus van de maximale diepte aan te sluiten.

In onderstaande tabel 4.2 wordt per rij woningen gekeken naar het verwachte benodigd vermogen indien alle woningen in die rij aangesloten worden op hetzelfde cluster.

**Tabel 4.2 Inventarisatie clusters en bepaling benodigd vermogen**

Cluster	Aantal woningen binnen cluster	Benodigd gebouwzijdig vermogen
-	n	kW
Oceaanpad 1 t/m 10	10	49
Rivierpad 1 t/m 9	9	44,1
Waterloop 23 t/m 37 (oneven)	8	39,2
Oceaanpad 11 t/m 21	11	53,9
Rivierpad 10 t/m 21	11	53,9
Waterloop 1 t/m 21 (oneven)	11	53,9
Waterloop 2 t/m 46 (even)	23	112,7

In de laatste kolom van tabel 4.2 worden de benodigde gebouwzijdige vermogens vermeld.

Uitgaande van een COP van 6 voor systemen met water als circuliatiemedium kan het vermogen uit tabel 4.3 omgerekend worden naar het geschatte bodemzijdig vermogen van het systeem, oftewel het vermogen dat uit de bodem wordt onttrokken. Uitgaande van een onttrekking van 25 W per meter (bodemzijdig vermogen) warmtewisselaar kan bepaald worden hoeveel meters aan warmtewisselaar nodig zijn om te voorzien in dit vermogen; zie hiervoor tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Benodigde systeemdimeisies per cluster – water als circuliatiemedium**

Cluster	Bodemzijdig vermogen kW	Benodigde luslengte m	Aantal bronnen benodigd		
			190m	240m	320m
Oceaanpad 1 t/m 10	40,8	1.650	9	7	5
Rivierpad 1 t/m 9	36,8	1.500	8	6	5
Waterloop 23 t/m 37 (oneven)	32,7	1.350	7	5	4
Oceaanpad 11 t/m 21	44,9	1.850	9	7	6
Rivierpad 10 t/m 21	44,9	1.850	9	7	6
Waterloop 1 t/m 21 (oneven)	44,9	1.850	9	7	6
Waterloop 2 t/m 46 (even)	93,9*	3.780	20	16	12

\* Wanneer het bodemzijdige vermogen van een gesloten systeem de grenswaarde van 70 kW overschrijdt, wordt het systeem vergunningplichtig in plaats van meldingplichtig, met zwaardere indieningsvereisten en een langere doorlooptijd.

Ditzelfde wordt gedaan voor systemen met een antivriesmengsel als circuliatiemedium en uitgaande van een COP van 5 en een onttrekking van 40 W per meter; zie hiervoor tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Benodigde systeemdimeisies per cluster – Antivries als circuliatiemedium**

Cluster	Bodemzijdig vermogen kW	Benodigde luslengte m	Aantal bronnen benodigd		
			190m	240m	320m
Oceaanpad 1 t/m 10	39,2	1.000	5	4	3
Rivierpad 1 t/m 9	35,3	900	5	4	3
Waterloop 23 t/m 37 (oneven)	31,3	800	4	3	2
Oceaanpad 11 t/m 21	43,1	1.100	6	4	3
Rivierpad 10 t/m 21	43,1	1.100	6	4	3
Waterloop 1 t/m 21 (oneven)	43,1	1.100	6	4	3
Waterloop 2 t/m 46 (even)	90,1*	2.300	12	9	7

\* Wanneer het bodemzijdige vermogen van een gesloten systeem de grenswaarde van 70 kW overschrijdt, wordt het systeem vergunningplichtig in plaats van meldingplichtig, met zwaardere indieningsvereisten en een langere doorlooptijd.

Het is aan te raden om ingewikkelde vergunningprocedures te vermijden indien de situatie dit toelaat. Zodoende is het advies om het bodemzijdig vermogen van het te realiseren systeem onder de 70 kW te houden. Hiermee wordt de vergunningplicht voor het aanleggen van een gesloten systeem vermeden. Daarnaast wordt aangeraden het aantal verbruikers (lees: huishoudens) op 10 of lager te houden en daarmee de vergunningsplicht bij de ACM te vermijden.

In het geval van dit project is dit aan de orde wanneer alle huishoudens aan de Waterloop 2 t/m 46 aangesloten worden op hetzelfde warmtenet en de warmtevergunning van toepassing is. Tevens valt het systeem boven de drempelwaarde van 70 kW bodemzijdig vermogen, waardoor het wordt geclassificeerd als groot systeem en onder de vergunningsplicht vanuit het bevoegd gezag valt. Zodoende is het advies om deze rij in kleinere clusters op te splitsen.

#### 4.1 Circulatiemedium: water tegenover antivriesmengsel

Nu resteert de vraag of het systeem idealiter gevuld wordt met circulatiemedium water of met een water- en antivriesmengsel. Het voordeel van een antivriesmengsel is dat het systeem meer warmte per meter warmtewisselaar kan onttrekken en dat er voor een vergelijkbaar bodemzijdig vermogen dus minder meters warmtewisselaar benodigd zijn. Dit grotere verschil tussen bron- en afgiftetemperatuur zorgt echter ook voor een hoger elektriciteitsgebruik. Bovendien zal de circulatiepomp van de warmtepomp meer energie verbruiken als de vloeistof een hogere viscositeit heeft. Ook heeft een antivriesmengsel een hogere kostprijs ten opzichte van water en is het gebruik van sommige antivriesvarianten niet toegestaan, omdat ze een gevaar kunnen vormen voor het milieu bij lekkage.

In dat opzicht is de afweging tussen water en antivriesmengsel als circulatiemedium in de kern een keuze tussen hogere aansluitkosten met lagere energielasten of lagere aansluitkosten met hogere energielasten.

Daarnaast speelt de beschikbare ruimte voor het realiseren van de warmtewisselaars ook een belangrijke rol. In het geval van een antivriesmengsel zijn er minder meters warmtewisselaar benodigd om te voorzien in dezelfde vermogensvraag en zijn er dus ook minder bronnen benodigd. Indien er voldoende ruimte aanwezig is voor het inpassen van de warmtewisselaars, dan is het advies om deze uit te voeren met water als circulatiemedium. Indien de beschikbare ruimte beperkt is, dan kan een circulatiemedium met een antivriesmengsel goed ingezet worden. De inpasbaarheid van de systemen wordt verder behandeld in hoofdstuk 5.

## 5 Inpasbaarheid warmtewisselaars

Een van de centrale vragen bij het kiezen voor een systeemconcept en het uitwerken van de details is de bepaling waar de bronnen moeten komen. Idealiter worden bronnen op het eigen terrein geplaatst. Wanneer dit niet mogelijk is kan worden gekeken of er bronlocaties gevonden kunnen worden in de openbare ruimte.

Toestemming verkrijgen en werken in de openbare ruimte brengen een extra dimensie complexiteit met zich mee. Zo moeten o.a.:

- Vergunningen worden aangevraagd voor het recht van opstal van de bron op openbaar terrein.
- Een WIOR-vergunning worden aangevraagd om toestemming te verkrijgen op het werken in openbare ruimte.
- De bronnen en bijbehorende kabels en leidingen bij het Kadaster verplicht geregistreerd worden zodat bekend is dat er infrastructuur aanwezig is (wet WIOR).
- Verkeersverstoringen e.d., indien verwacht, onderzocht, onderbouwd en opgevangen worden.
- Een vrij uitgebreid dossier opgesteld worden en overleggen met de gemeente gevoerd worden.

### 5.1 Ondergrondse obstakels

Onderstaande figuur 5.1 geeft de ligging van ondergrondse infrastructuur weer. Deze informatie is vanuit het Kadaster door middel van een KLIC-oriëntatieverzoek verkregen.

**Figuur 5.1 Ondergrondse obstakels (KLIC-oriëntatieverzoek)**



De aanwezigheid van kabels en leidingen creëert extra uitdagingen voor het inpassen van de warmtewisselaars en het distributienet, omdat deze bestaande infrastructuur het beoogde mini-warmtenet kan blokkeren. Doordat er voldoende afstand tot bestaande infrastructuur gehouden moet worden, kan het zijn dat er beperkte ruimte beschikbaar is voor de realisatie. Daarnaast kunnen netbeheerders aanvullende regels stellen aan werken in de ondergrond nabij hun infrastructuur.

## 5.2 Cluster 1: Oceaanpad 1 t/m 10

Onderstaande figuur 5.2 geeft de ligging van het cluster in combinatie met de kadastrale kaart weer.

**Figuur 5.2 Kadastrale kaart van het eerste cluster van 10 woningen en uitzicht vanaf punt A**



Uit de figuren blijkt dat er ter plaatse van de voordeuren aan het Oceaanpad een zeer beperkte eigen ruimte is om bronnen te kunnen plaatsen. De poort is te smal om diepe boringen in te kunnen voorzien. Naast huisnummer 10 kunnen bronnen geplaatst worden. De achtertuinen worden niet als realistisch gezien voor diepe boringen aangezien het niet mogelijk is daar te boren zonder alle tuinen inclusief schuttingen overhoop te halen. Aan de zijkant van nummer 10 zijn ca. 3 boringen mogelijk waarmee een collectief systeem met antivries als circulatiemedium mogelijk is. Om het systeem met water als circulatiemedium te realiseren is niet voldoende ruimte indien ook de andere blokken van bodemenergie worden voorzien. Indien niet alle woningen meedoen ontstaan er wel weer mogelijkheden.

### 5.3 Cluster 2: Rivierpad 1 t/m 9

Onderstaande figuur 5.3 geeft de ligging van het cluster in combinatie met de kadastrale kaart weer.

**Figuur 5.3 Kadastrale kaart van het tweede cluster van 9 woningen en het uitzicht vanaf punt A**

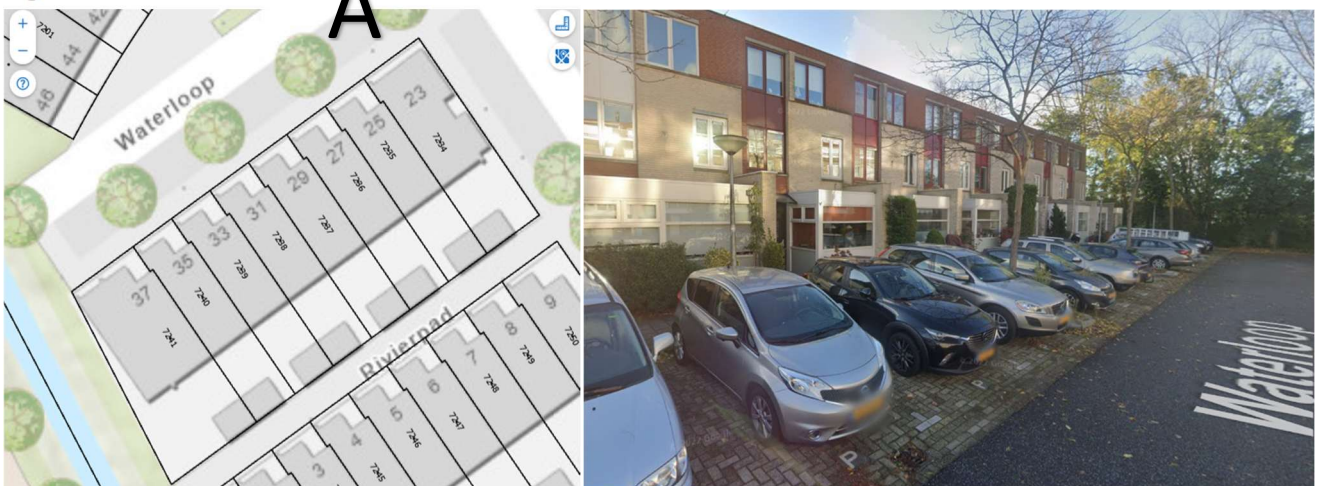


De situatie ter plaatse van het tweede cluster is praktisch gelijk aan de hierboven omschreven situatie in het eerste cluster. Ook hier heeft het de voorkeur om rond de parkeervakken naast nummer 9 te boren. De verwachting is dat marktpartijen niet in deze steeg kunnen boren vanwege de grootte van boorstellingen en veiligheid.

### 5.4 Cluster 3: Waterloop 23 t/m 37 (oneven)

Onderstaande figuur 5.4 geeft de ligging van het cluster in combinatie met de kadastrale kaart weer.

**Figuur 5.4 Kadastrale kaart van het derde cluster van 8 woningen en uitzicht vanaf punt A**

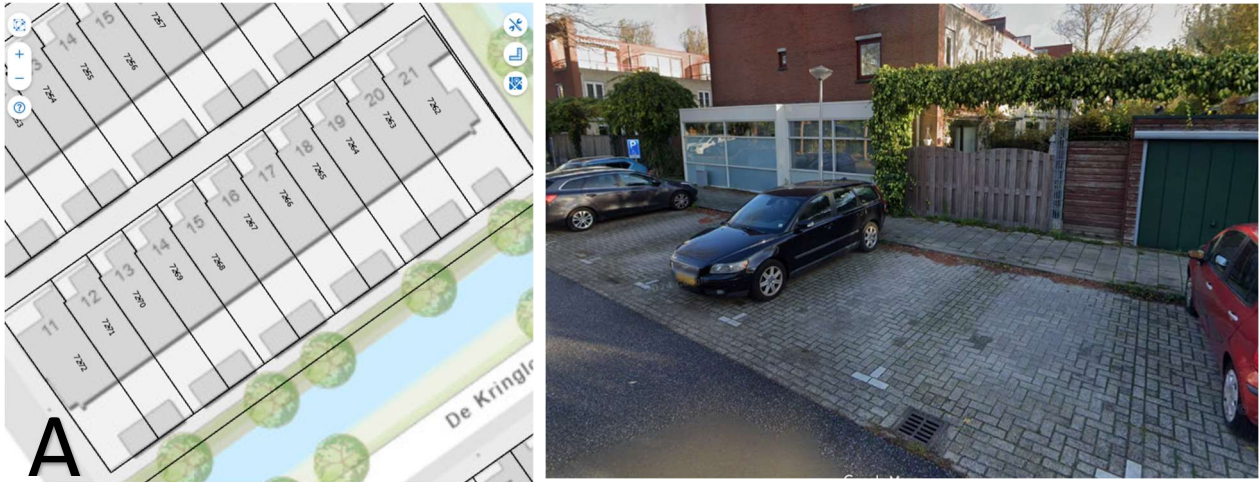


De situatie ter plaatse van het derde cluster biedt wel mogelijkheden om bij de voordeuren te boren. Boren in de parkeervakken en het leidingwerk door het trottoir wordt als realistische oplossing gezien.

## 5.5 Cluster 4: Oceaanpad 11 t/m 21

Onderstaande figuur 5.5 geeft de ligging van het cluster in combinatie met de kadastrale kaart weer.

**Figuur 5.5 Kadastrale kaart van het vierde cluster van 11 woningen en uitzicht vanaf punt A**



De situatie ter plaatse van het vierde cluster is praktisch gelijk aan de situatie in het eerste cluster, echter heeft dit woonblok 11 woningen in de rij in plaats van 10. De enige bruikbare openbare ruimte zouden de zichtbare parkeervakken naast woning nummer 11 zijn.

## 5.6 Cluster 5: Rivierpad 10 t/m 21

Onderstaande figuur 5.6 geeft de ligging van het cluster in combinatie met de kadastrale kaart weer.

**Figuur 5.6 Kadastrale kaart van het vijfde cluster van 11 woningen en uitzicht vanaf punt A**



De situatie ter plaatse van het vijfde cluster is praktisch gelijk aan de situatie in het tweede cluster, echter heeft ook dit woonblok 11 woningen in de rij in plaats van 9. Ook hier zou het mogelijk zijn om de achtertuinen met een kleine boorwagen te betreden via de steeg. Ook hier kunnen 3 boringen in en rond de parkeervakken naast nummer 10 gerealiseerd worden.

## 5.7 Cluster 6: Waterloop 1 t/m 21 (oneven)

Onderstaande figuur 5.7 geeft de ligging van het cluster in combinatie met de kadastrale kaart weer.

**Figuur 5.7 Kadastrale kaart van het zesde cluster van 11 woningen en uitzicht vanaf punt A**



De situatie ter plaatse van dit blok biedt wel mogelijkheden om nabij de voordeuren te boren. Boren in de parkeervakken en het leidingwerk door het trottoir wordt als realistische oplossing gezien.

## 5.8 Cluster 7: Waterloop 2 t/m 46 (even)

Het zevende en laatste cluster is het enige binnen het pilotproject dat de grenswaarde van 70 kW bodemzijdig vermogen zou overschrijden, zowel wanneer er een watergevuuld systeem wordt gerealiseerd als wanneer er een antivriessysteem wordt gerealiseerd. Hierdoor zou het systeem vergunningplichtig zijn. Het opdelen van dit cluster in een westelijk en een oostelijk gedeelte geeft de mogelijkheid om zonder noodzaak tot een vergunningsaanvraag te werken. Door te werken met voldoende grote bronafstanden kan een ongewenste hoeveelheid interferentie worden voorkomen.

Onderstaande figuren 5.8 en 5.9 geven de ligging van het cluster in combinatie met de kadastrale kaart en de zichtlijnen vanaf de westelijke en oostelijke zijden weer.

**Figuur 5.8 Kadastrale kaart van het zevende cluster van 23 woningen**



In figuur 5.8 valt te zien dat dit cluster de enige groep is die makkelijk bereikbare eigen grond aan de voorzijde van de woning heeft. Het aanleggen van bronnen op de rand van het eigen perceel is goed mogelijk. Gezien de relatief smalle beukmaat van de woningen en de benodigde tussenafstanden tussen de bronnen zal er dan om de woning een bron op de oprit worden aangelegd.

**Figuur 5.9 Zichtlijnen W-O (links, A) en O-W (rechts, B)**



## 5.9 Voorstel inpassing warmtewisselaars

Op basis van bovenstaande analyse is door VHGM een voorstel opgesteld voor het inpassen van de warmtewisselaars aan de Waterloop. Dit voorstel (zie figuur 5.10) gaat uit van een collectief systeem per rij woningen. In dit voorstel is de langste rij woningen, Waterloop nr. 2 t/m 46, opgesplitst in twee clusters. Bij het inpassen van de warmtewisselaars is zo veel mogelijk rekening gehouden met de beschikbare ruimte, de aanwezige ondergrondse infrastructuur en afstand tussen de clusters ten behoeve van onderlinge negatieve interferentie.

Omdat er niet bij elke rij woningen aan de zijde van de voordeuren plek is, worden deze met name in de Zeestraat gepland. Dit maakt dat de boringen relatief dicht op elkaar komen. Indien alle woningen meedoen dient te worden uitgegaan van de diepste variant (320 m) met antivriesmiddel om de haalbaarheid te borgen. Dit is echter een indicatie en dient in het ontwerp nauwkeurig te worden berekend.

**Figuur 5.10** Indicatieve indeling bronnen en leidingtracés



## 6 Conclusie

Als we naar de boordiepte kijken dan is er veel mogelijk. De optimale (190), suboptimale (240) en maximale (320) dieptes kunnen worden bereikt. Een aantal blokken zijn, aan de voorkant, niet goed te bereiken met een grote boorwagen die deze dieptes kan bereiken. Daarom is gekeken naar de parkeervakken naast de blokken om van daaruit het leidingwerk naar de voordeur van de woningen te kunnen brengen.

De clusters aan de Waterloop kunnen eventueel gebruik maken van een collectieve oplossing op openbare grond ter plaatse van de parkeervakken aan Waterloop. Cluster 7 heeft een zeer goede potentie om zich in tweeën te delen en zo de vergunningsplicht te kunnen beperken en de bronnen op eigen terrein te kunnen plaatsen.