



# Technische verdieping

*Bewonersinitiatieven Provincie Zuid-Holland*

---


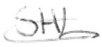
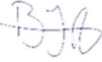

## Laan van Meerdervoort, Den Haag

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



## Documentbeheer

De ondergetekende projectleider van VHGM verklaart dat het ontwerp, voor zover van toepassing, onafhankelijk van de opdrachtgever is 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>	Bernd Abeling	29 augustus 2025	
<b>Gecontroleerd door</b>	Milan de Blok	4 september 2025	

### Definitief

	Naam	Datum	Paraaf
<b>Aangepast door</b>	Bernd Abeling	21 januari 2026	
<b>Goedgekeurd door</b>	Dick van Harlingen	11 februari 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 / (06) 82 01 48 50  
**E-mailadres** [info@vhgm.nl](mailto:info@vhgm.nl) / milandeblok@vhgm.nl

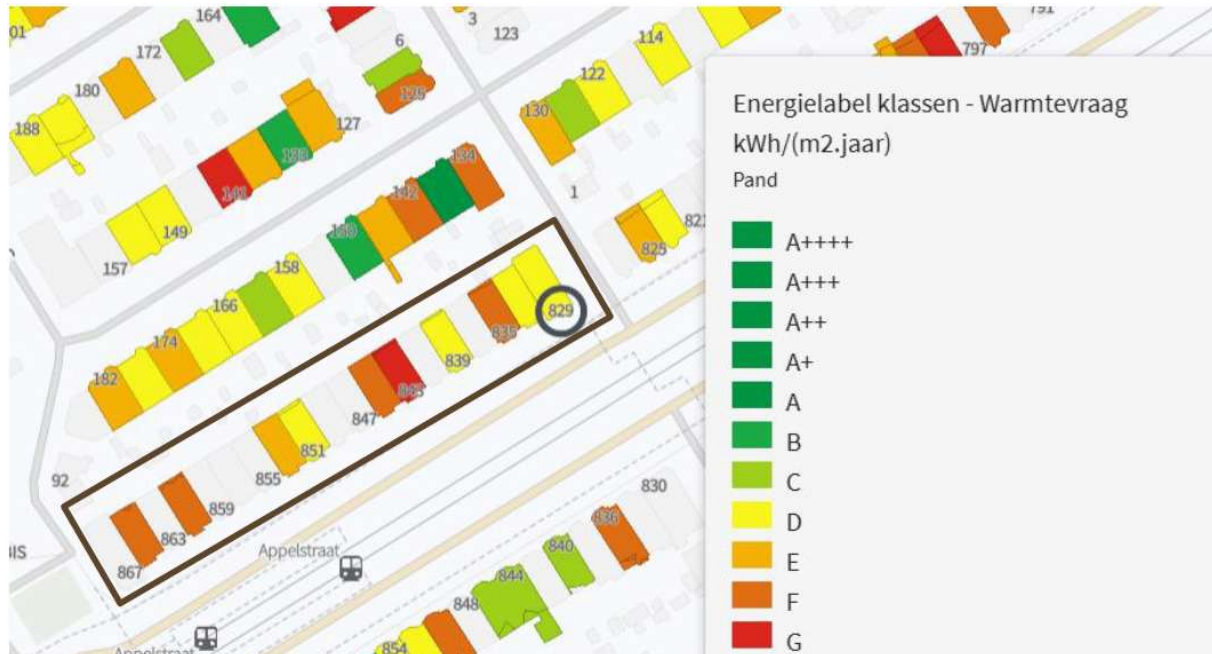
## INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>5</b>
1.1	Toelichting	5
<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>12</b>
<b>5</b>	<b>INPASBAARHEID WARMTEWISSELAARS</b>	<b>15</b>
5.1	Ondergrondse obstakels	15
5.2	Potentiële bronlocaties	16
<b>6</b>	<b>CONCLUSIE</b>	<b>21</b>

## 1 Inleiding

Het pilotproject 'Laan van Meerdervoort, Den Haag', omvat een woonblok van ca. 21 rijwoningen aan de Laan van Meerdervoort, tussen de Hyacintweg en de Kamillestraat. Binnen het pilotproject bestaat voldoende draagvlak onder de bewoners, zodoende kunnen alle woningen in de pilot meegenomen worden. De woningen hebben energielabels (voor zover bekend) D of lager en stammen uit bouwjaar 1926. Doordat sommige woningen geïsoleerd hebben kan het energielabel afwijken van de realiteit.

**Figuur 1.1** Overzicht van de pilotlocatie Laan van Meerdervoort, Den Haag



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

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

Scenario	Vermogen (kW)
Gemiddeld verbruik	8,0*

\*O.b.v. indicatieve formule Deltares

In deze rapportage is gerekend met het gemiddelde verbruik. Aandachtspunt bij een verdere uitwerking is de grote variabiliteit met betrekking tot het warmteverlies per woning. Het energielabel bij de woningen verschilt daarnaast ook sterk en fluctueert tussen label D en G.

### 1.1 Toelichting

In dit document wordt gesproken over het gebouwzijdig vermogen en het bodemzijdig vermogen. Het gebouwzijdig 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 bodemzijdig vermogen is het vermogen dat geleverd wordt door de bodem. Onderstaande formule geeft weer hoe het bodemzijdig 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

Op basis van gegevens van TNO-DINOloket en de Grondwaterkaart van Nederland zijn de grondwaterstand en -stijghoogten in verschillende watervoerende pakketten geanalyseerd. De samenstelling van de Nederlandse ondergrond varieert per locatie. Om mogelijke uitdagingen bij het boren te identificeren, is het relevant inzicht te verkrijgen in deze ondergrond. Hoge grondwaterstanden kunnen extra risico's creëren tijdens het boren. In tabel 2.1 worden de betreffende gegevens weergegeven.

**Tabel 2.1 Gegevens grondwaterstanden en stijghoogte**

Watervoerend pakket	Gemiddelde grondwaterstand/stijghoogte	Fluctuatie
Freatisch pakket	0,0 m -mv	± 0,2 m
WVP1	0,6 m -mv	± 0,2 m
WVP2	1,3 m -mv	± 0,2 m
WVP3	1,4 m -mv	± 0,3 m
WVP4	Onvoldoende data*	Onvoldoende data*

\* Op deze diepte is rondom de projectlocatie te weinig ondergronddata beschikbaar om op dit moment een eenduidige uitspraak te doen over de situatie in de ondergrond

Uit tabel 2.1 blijkt dat er een kans is op overlast van artesisch (opwellend) grondwater tijdens het uitvoeren van de boorwerkzaamheden. De grondwaterstand van het freatische pakket staat mogelijk nabij of boven het maaiveld, afhankelijk van het seizoen. Tijdens periodes van een hoge grondwaterstand dienen er extra maatregelen getroffen te worden, bijvoorbeeld het gebruik van boorspoeling of verhoogd opstellen.

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	5 - 15 m/jaar	ZO
WVP2	1 - 2 m/jaar	ZO
WVP3	< 1 m/jaar	ZO
WVP4	Onvoldoende data*	Onvoldoende data*

\* Op deze diepte is rondom de projectlocatie te weinig ondergronddata beschikbaar om op dit moment een eenduidige uitspraak te doen over de situatie in de ondergrond

De grondwaterstroming in watervoerend pakket 1 is relatief hoog. Dit wordt hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door de aanwezigheid van duinen ten noordwesten van de projectlocatie. Het duinzand heeft over het algemeen een hoge doorlatendheid, en doordat de duinen hoger gelegen zijn stroomt het grondwater weg richting het lager gelegen binnenland. De stroomsnelheid in de overige watervoerende pakketten kan als zeer laag worden beschouwd. Een hoge grondwaterstroming kan een positief effect hebben op de regeneratieve eigenschappen van de bodem, waardoor er over een lange periode minder afkoeling in de bodem plaats zal vinden.

### 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 geïnfiltreerd, 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, dan is dat zeker mogelijk.

Bij diepere boringen spelen de volgende 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.
- Naarmate er dieper geboord wordt dient de onderlinge afstand tussen boringen (h.o.h.-afstand) groter te worden om te voorkomen dat de ene boring de ander doorboort. Boorbedrijven zullen voor dieptes van 300 à 350 m, h.o.h.-afstanden hanteren van 10 à 15 meter. Een grotere h.o.h.-afstand betekent dat er ruimtelijk minder boringen per hoeveelheid grond gerealiseerd kunnen worden.
- Tevens geldt dat naarmate er dieper geboord wordt meer pompenergie nodig is om het circulatiemedium rond te pompen. Omdat een warmtepomp dit extra drukverlies niet zonder meer kan overbruggen zijn aanpassingen nodig naar bijvoorbeeld grotere lusdiameters, dubbele U-lussen of zelfs triple U-lussen. Hier zit een verhogende kostencomponent aan, maar kan interessant zijn wanneer meerdere systemen bij elkaar worden geboord om zo het aantal boringen te beperken en daarmee ook de interferentie.
- Bij boordieptes dieper dan 500 meter onder het maaiveld treedt de Mijnbouwwet in werking. Naast het feit dat ook de vier genoemde boorders zelden tot nooit tot deze dieptes boren, dienen er vergunningen bij het Rijk te worden aangevraagd. Dergelijke procedures nemen meer tijd en financiële middelen in beslag. Voor de particuliere woningbouw en mini-warmtenetten wordt deze oplossing momenteel niet als rendabel beschouwd.

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. Het maaiveld van de projectlocatie ligt op een hoogte van ca. 1,5 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 weer tot een diepte van 240 meter onder maaiveld, waarbij iets 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 Laan van Meerdervoort 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. 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: 1,5 m +N.A.P.			Samenstelling	Geohydrologische eenheid	Doorlaatvermogen [m <sup>2</sup> /d]
mv	Tot	-15	Zand met enkele kleilaag	Deklaag	-
-15	Tot	-54	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 1	1.000 – 1.500
-54	Tot	-62	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 1	-
-62	Tot	-76	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 2a	100 – 300
-76	Tot	-82	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 2	-
-82	Tot	-91	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 2b	50 – 150
-91	Tot	-106	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 3	-
-106	Tot	-110	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 2c	25 – 75
-110	Tot	-122	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 4	-
-122	Tot	-146	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 3a	100 – 150
-146	Tot	-158	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 5	-
-158	Tot	-181	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 3b	175 – 225
-181	Tot	-221	Complexe laag	Slecht doorlatende laag 6	-
-221	Tot	-237	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 3c	75 – 100
-237	Tot	-300	Complexe laag	Slecht doorlatende laag 7	-
-300	Tot	-345	Midden tot fijn zandpakket	Watervoerend pakket 4	200 – 300
Vanaf -345			Complexe laag	Geohydrologische basis	-

In de context van de geohydrologische schematisering heeft de geohydrologische basis betrekking op de onderkant van het geohydrologische schema en deze heeft over het algemeen een slechte doorlatendheid. Het is technisch mogelijk om dieper te boren dan de geohydrologische basis, maar naarmate een boring dieper gaat wordt de beschikbare informatie over de ondergrond geringer. In het geval van de projectlocatie is er gekozen om de diepte van het geohydrologische schema te beperken tot 350 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 3.3 laat zien dat de warmtegeleidingscoëfficiënt bij diepere boorprofielen iets afneemt, is dit verschil beperkt. De drie boorprofielen kunnen per meter gemiddeld evenveel warmte en koude opslaan dankzij de vergelijkbare warmtecapaciteit. Dit betekent dat ook diepere boringen in zandpakketten 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 luslengte		Suboptimale luslengte		Maximale luslengte	
Luslengte	m -mv	180		240		350	
Grondwatertemperatuur	°C	11 -12		11 – 13		11 – 15	
Warmtegeleidingscoëfficiënt	W/m*K	2,05		1,99		1,94	
Warmtecapaciteit	MJ/m <sup>3</sup> *K	2,43		2,43		2,43	
Opbrengst warmtewisselaar (bodemzijdig)	kW	Water	4,5	Water	6,0	Water	8,8
		antivries	7,2	antivries	9,6	antivries	14,0
Rendement verwarmingsbedrijf	C.O.P.	Water	6	Water	6	Water	6
		antivries	5	antivries	5	antivries	5
Beschikbaar vermogen warmtepompen (gebouwzijdig)	kW	Water	5,4	Water	7,2	Water	10,5
		antivries	9,0	antivries	12	antivries	17,5

In tabel 3.2 valt op dat 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 bevrozing bestaat wanneer de verdampertemperaturen in de warmtepomp 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 systemen met een antivriesmengsel lager is dan die met een watersysteem, waardoor een groter aandeel elektrische energie zal worden verbruikt.

## 4 Systeemconcepten en collectiviteit

Bij gesloten systemen zijn drie basissysteemconcepten gangbaar:

- Individueel systeem: een eigen warmtewisselaar met een eigen warmtepomp. Eén gebruiker.
- Klein-collectief: één of enkele warmtewisselaars 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 lus 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 warmtewisselaars met een centrale technische ruimte, waarbij zowel een collectieve warmtepomp als individuele warmtepompen mogelijk zijn. Van enkele tientallen tot honderden gebruikers.

In deze pilot wordt hoofdzakelijk gefocust op het klein-collectieve systeemconcept, waarbij als fall-back 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. De kleurcodering in de tabellen correspondeert met de boordieptes in tabel 3.3 (groen 180 meter, geel 240 meter en rood 350 meter diepte). Een blauw gearceerde cel geeft aan dat er niet voldoende vermogen kan worden verkregen met één wisselaar en dat er meerdere wisselaars benodigd zijn.

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

Circulatiemedium	Vermogen per woning	Vermogen bodemzijdig 1 won.	Vermogen bodemzijdig 2 won.	Vermogen bodemzijdig 3 won.
-	kW	kW	kW	kW
water	8,0	6,7	13,4	20,1
antivriesmengsel	8,0	6,4	12,8	19,2

Uit de gegevens in tabel 4.1 blijkt dat het niet mogelijk is om twee woningen op één warmtewisselaar aan te sluiten wanneer er uitsluitend water als circulatiemedium wordt gebruikt. Bij een antivriesmengsel als medium kan dit wél: in dat geval zijn twee woningen op een gedeelde lus van 350 meter lengte te verbinden.

In onderstaande tabel worden een aantal scenario's uitgewerkt, waaronder een scenario waarin het hele blok op hetzelfde systeem aangesloten wordt. Daarnaast worden kleinere clusters onderzocht als alternatief omdat het niet altijd technisch haalbaar zal zijn om een heel blok op hetzelfde systeem aan te sluiten. Dit komt o.a. doordat de Autoriteit Consument en Markt (ACM) strengere eisen stelt bij systemen met meer dan 10 verbruikers, waaronder het aanvragen van een warmtevergunning.

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

Cluster	Aantal woningen	Gebouwszijdig vermogen per cluster
	n	kW
Hele blok	21**	168
3 clusters	7	56
7 clusters	3	24
Splitsing 1*	11**	88
Splitsing 2*	10	80

\* Een mogelijkheid is om het systeem in tweeën te splitsen. Omdat het gaat om een oneven aantal woningen in het blok zal één systeem iets groter worden dan de ander.

\*\* In verband met verplichtingen richting de ACM is het waarschijnlijk niet gewenst om een systeem aan te leggen met meer dan 10 woningen per systeem

Uit bovenstaande tabel volgen de benodigde gebouwszijdige vermogens. 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 is om te voorzien in dit vermogen. Zie hiervoor tabel 4.3.

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

Cluster	Bodemzijdig vermogen kW	Benodigde luslengte m	Aantal bronnen benodigd per cluster		
			180 m	240 m	350 m
-					
Hele blok	140*	5.600	15	24	16
3 clusters	46,7	1.868	11	8	6
7 clusters	20,0	800	5	4	3
Splitsing 1	73,3*	2.932	17	13	9
Splitsing 2	66,7	2.668	15	12	8

\* Wanneer het bodemzijdige vermogen van een gesloten systeem de grenswaarde van 70 kW overschrijdt wordt het systeem vergunnings- in plaats van meldingsplichtig. Dit is niet perse een complexe vergunning om te verkrijgen, wel zijn de indieningsvereisten enigszins zwaarder en kan de doorlooptijd tot 22 weken in beslag nemen in plaats van 4 weken in het geval van een melding. Het opsplitsen van het cluster kan de vergunningsverplichting voorkomen.

Ditzelfde wordt gedaan voor systemen met een antivriesmengsel als circuliatiemedium en uitgaande van een COP van 5. Zie tabel 4.4

**Tabel 4.4 Benodigde systeemdimensies per cluster – antivriesmengsel als circuliatiemedium**

Cluster	Bodemzijdig vermogen (kW) gemiddeld	Benodigde luslengte (m) gemiddeld	Aantal bronnen benodigd per cluster		
			180m	240m	350m
-					
Hele blok	134,4*	3.360	19	14	10
3 clusters	44,8	1.120	7	5	4
7 clusters	19,2	480	3	2	2
Splitsing 1	70,4*	1.760	10	8	5
Splitsing 2	64,0	1.600	9	7	5

\* Wanneer het bodemzijdige vermogen van een gesloten systeem de grenswaarde van 70 kW overschrijdt wordt het systeem vergunnings- in plaats van meldingsplichtig. Dit is niet perse een complexe vergunning om te verkrijgen, wel zijn de indieningsvereisten enigszins zwaarder en kan de doorlooptijd tot 22 weken in beslag nemen in plaats van 4 weken in het geval van een melding. Het opsplitsen van het cluster kan de vergunningsverplichting voorkomen.

Het is aan te raden om ingewikkelde vergunningsprocedures te vermijden indien de situatie dit toelaat. Zodoende is het devies om het bodemzijdig vermogen van het te realiseren warmtenet onder de 70 kW te houden en daarmee de vergunningsplicht voor het aanleggen van een gesloten systeem te vermijden, en het aantal verbruikers (lees: huishoudens) op 10 of lager te houden en daarmee de vergunningsplicht bij de ACM te vermijden.

De situatie laat dat in dit geval toe. Er kan namelijk gekozen worden om, indien alle huishoudens binnen de projectlocatie deelnemen, het blok in drieën of in zevenen te splitsen, waarbij huishoudens respectievelijk in clusters van zeven of drie huizen worden ingedeeld.

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 eentje van 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 is er minder luslengte, dus minder aantal bronnen benodigd om te voorzien in dezelfde warmtevraag. De inpasbaarheid van het systeem wordt verder behandeld in hoofdstuk 5.



Uit figuur 5.1 blijkt dat de meeste ondergrondse infrastructuur aan de voorkant (straatkant) onder het trottoir gerealiseerd is. Daarnaast zijn er diverse aftakkingen in de vorm van huisaansluitingen te zien in de voortuinen van de woningen.

De aanwezigheid van kabels en leidingen creëert extra uitdagingen wat betreft het inpassen van het systeem, omdat deze bestaande infrastructuur het beoogde mini-warmtenet kan blokkeren. Om schade aan bestaande infrastructuur te voorkomen kan het zijn dat er beperkte ruimte beschikbaar is voor de realisatie. Daarnaast kunnen netbeheerders aanvullende regels stellen aan werken in de ondergrond.

## 5.2 Potentiële bronlocaties

Met inachtneming van ondergrondse en bovengrondse obstakels moet gekeken worden naar de mogelijkheden tot het inpassen van het beoogde mini-warmtenet. In figuur 5.2 is een satellietfoto te zien met daaroverheen een kadastrale kaart. Dit geeft een helder beeld van welke grond tot de projectlocatie behoort, en welke grond niet.

**Figuur 5.2 Satellietfoto met kadastrale kaart als overlay, rode arcering is projectgebied**



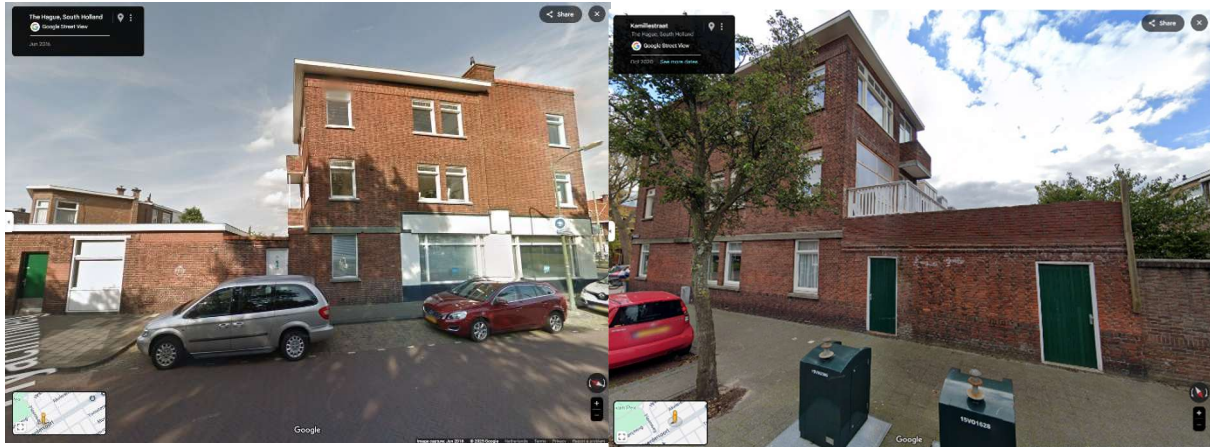
Doormiddel van satellietfoto's en Google Streetview kan in kaart worden gebracht welke locaties mogelijk geschikt en ongeschikt zijn.

### Achterkant woonblok

Een logische zet zou het realiseren zijn van het mini-warmtenet aan de achterkant van het woonblok in de achtertuinten van de deelnemende woningen. Hier is immers geen sprake van ondergrondse obstakels en hoeft het systeem niet in de openbare ruimte te worden gerealiseerd.

Dit is echter praktisch onuitvoerbaar als men naar figuur 5.2 kijkt of via Google Streetview (figuur 5.3) rondom het blok loopt, aangezien de achtertuinten ingesloten zijn door omliggende bebouwing. Vanaf de straat is het zodoende niet mogelijk om met werkmaterieel, zoals een boorstelling, in de achtertuinten te komen zonder het inzetten van een mobiele kraan.

**Figuur 5.3 Streetviewfoto, zijkant woonblok gezien vanaf de Hyacintweg/Kamillestraat**

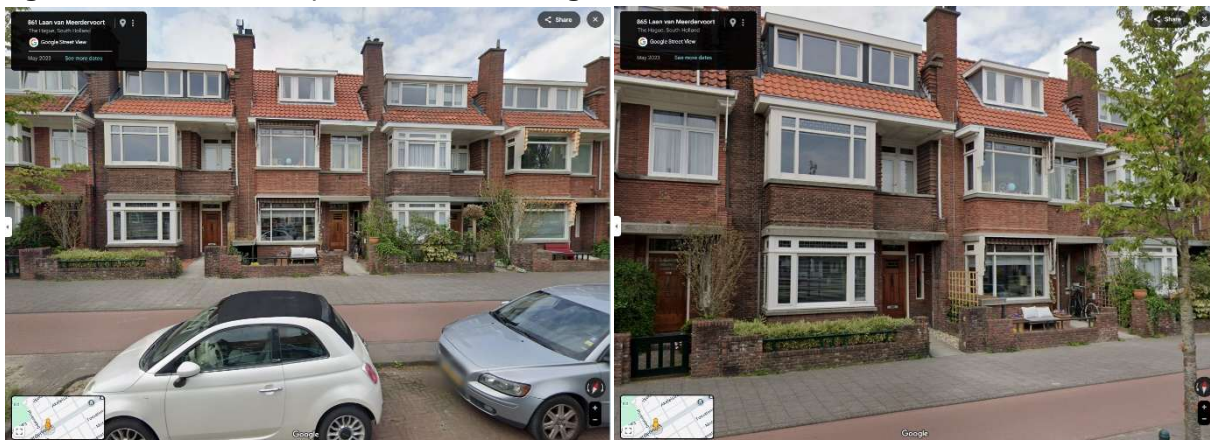


### Voorkant woonblok, eigen terrein

Een andere logische zet zou zijn, het realiseren van het mini-warmtenet aan de voorkant van het woonblok in de voortuinen van de deelnemende woningen. Hier zijn voornamelijk de huisaansluitingen gerealiseerd van verschillende ondergrondse infrastructuur, en ook hierbij hoeft het systeem niet op gemeentegrond gerealiseerd te worden.

Dit is echter niet haalbaar als men via Google Streetview (figuur 5.4) naar de voortuinen kijkt, aangezien elke voortuin is voorzien van een bakstenen muur. Daarnaast zijn de voortuinen vrij klein, naar schatting 2 bij 6 meter groot en bieden deze zodoende niet voldoende ruimte om zonder WIOR-vergunning aan de slag te gaan.

**Figuur 5.4 Streetviewfoto, voorkant woonblok gezien vanaf de Laan van Meerdervoort**

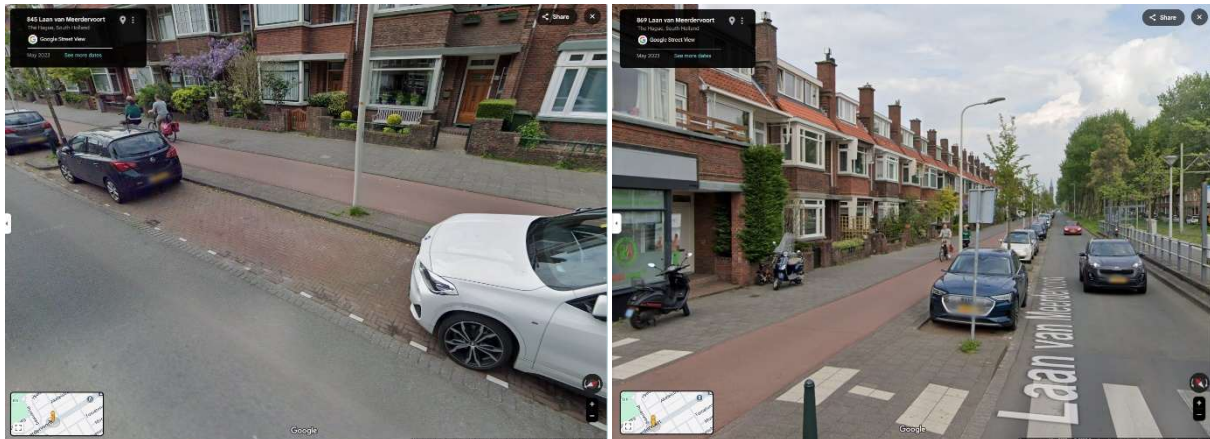


### **Voorkant woonblok, openbare ruimte**

Aangezien het mini-warmtenet op eigen terrein praktisch niet haalbaar lijkt te zijn, zal er gekeken moeten worden naar de openbare ruimte. Dit is het meest voor de hand liggend om aan de voorkant van het woonblok te realiseren. Het fietspad of de weg is hiervoor ongeschikt, omdat deze geasfalteerd zijn en dus niet eenvoudig open te trekken zijn. Het trottoir en de parkeervakken langs de weg zijn betegeld, en kunnen makkelijker verwijderd worden om ruimte te maken voor de beoogde werkzaamheden.

Naar verwachting zal de meeste ondergrondse infrastructuur onder het trottoir gerealiseerd zijn, waardoor de verwachting zal zijn dat er beperkte ruimte beschikbaar is voor het inpassen van het systeem in de stoep. Indien de keuze gaat naar het inpassen van het systeem in de parkeervakken, dan zal de meest economische optie zijn om met het leidingwerk op zo min mogelijk plekken onder het fietspad door te gaan. Om het aantal kruisingen te voorkomen kan worden ingezet op grotere clusters, waarbij alle warmtewisselaars binnen het cluster aangesloten zijn op een aanvoer- en retourhoofdleiding die het fietspad kruist. Wel dient er rekening gehouden te worden met het feit dat de Laan van Meerdervoort ter hoogte van de projectlocatie (deels) afgezet zal moeten worden gedurende de aanleg van het mini-warmtenet.

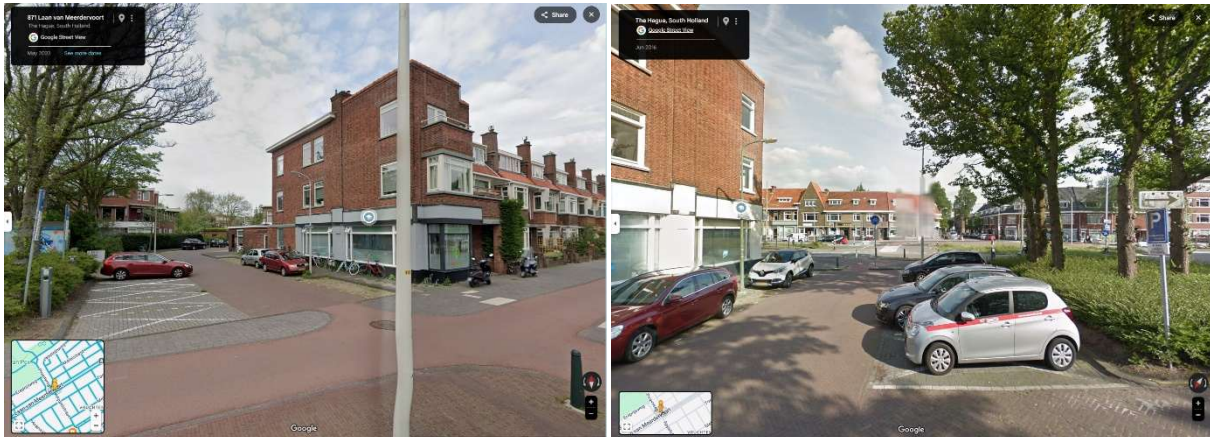
**Figuur 5.5 Streetviewfoto, voorkant woonblok gezien vanaf de Laan van Meerdervoort**



### **Zijkant woonblok t.h.v. de Hyacintweg, openbare ruimte**

Een andere mogelijke positie voor de aanleg van het mini-warmtenet is aan de Hyacintweg ter hoogte van de parkeervakken. De weg en de parkeervakken op deze plek zijn voorzien van stenen welke makkelijk verwijderd kunnen worden om ruimte te maken voor boor- en graafwerkzaamheden. Het nadeel is echter dat de woningen die meer gesitueerd zijn aan de kant van de Kamillestraat hier heel ver van af liggen, en om deze woningen aan te kunnen sluiten een erg lang leidingtracé nodig is. In dat geval is het de overweging waard het blok in tweeën te splitsen en te verdelen over twee systemen.

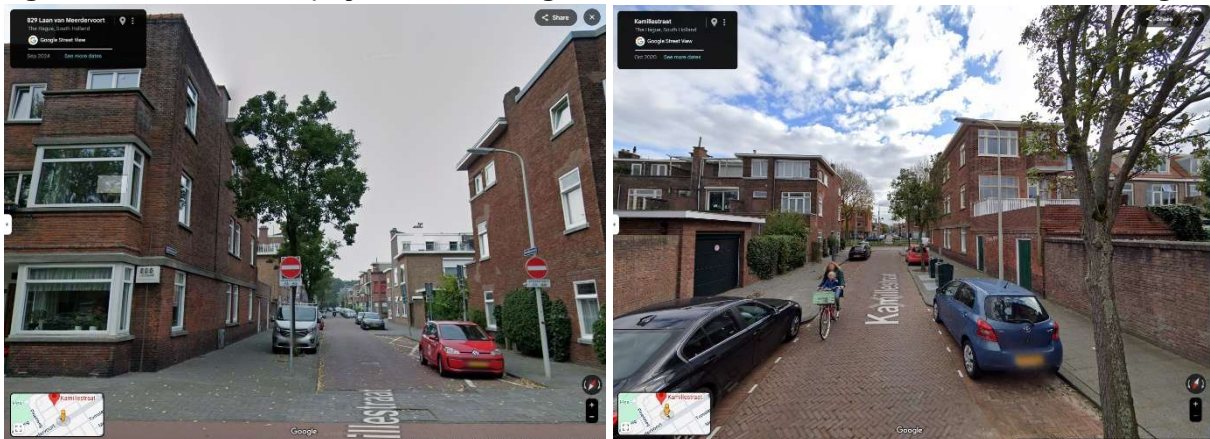
**Figuur 5.5 Streetviewfoto, zijkant woonblok gezien vanaf de Laan van Meerdervoort/Hyacintweg**



**Zijkant woonblok t.h.v. de Kamillestraat, openbare ruimte**

Een andere mogelijke positie voor de aanleg van het mini-warmtenet is naast het woonblok ter hoogte van de Kamillestraat. De weg, trottoir en de parkeervakken op deze plek zijn voorzien van stenen welke makkelijk verwijderd kunnen worden om ruimte te maken voor boor- en graafwerkzaamheden. Het nadeel is echter dat hiervoor wederom een tijdelijke wegfzetting nodig zal zijn. Deze zal echter minder ingrijpend zijn doordat het om een zijstraat gaat. Daarnaast geldt dat de woningen die meer gesitueerd zijn aan de kant van de Hyacintweg hier heel ver van af liggen, en om deze woningen aan te kunnen sluiten een erg lang leidingtracé nodig is. In dat geval is het de overweging waard het hele blok in meerdere clusters te splitsen en te verdelen.

**Figuur 5.5 Streetviewfoto, zijkant woonblok gezien vanaf de Laan van Meerdervoort/Kamilleweg**



### 5.3 Ruimtelijke inpassing bronlocaties

Scenario 2 collectieven: splitsing in 2 systemen met ieder 5 boringen. Leidingwerk door parkeervakken en trottoir.



Scenario 7 collectieven:



## 6 Conclusie

Aandachtspunten met betrekking tot de grondwaterstanden rond de projectlocatie zijn de kans op artesisch grondwater in het freatische pakket en een hoge grondwaterstand in het eerste watervoerend pakket gedurende natte periodes. De grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket is relatief hoog door de werking van de nabijgelegen duinen, echter zal het effect van de hoge grondwaterstroming in deze laag gering zijn doordat het pakket een dikte van circa 30 meter heeft.

De bodemsamenstelling rondom de projectlocatie bestaat uit verschillende zand- en kleilagen, waarbij zandlagen optimaal zijn door hun hoge geleidbaarheid. Om zo veel mogelijk hiervan te profiteren moeten de warmtewisselaars zoveel mogelijk in zandlagen gerealiseerd worden. Zodoende is gekozen voor de luslengtes 190 m -mv, 240 m -mv en 350 m -mv. Op basis van de gekozen luslengtes kan vervolgens een inschatting gemaakt worden van de opbrengst uit de bodem per luslengte, zowel uitgewerkt met water als met antivriesmengsel als circulatiemedium. Hieruit blijkt dat er met een antivriesmengsel als circulatiemedium meer energie per meter lus uit de bodem onttrokken kan worden, maar met een lager rendement als gevolg.

Het blok kan op verschillende manieren ingedeeld worden, en hiervoor zijn voor een aantal scenario's de benodigde vermogens, luslengtes en het aantal warmtewisselaars berekend, voor zowel water als voor antivriesmengsel. Belangrijk is dat het bodemzijdig vermogen onder de 70 kW gehouden wordt om complexe vergunningstrajecten te voorkomen, en dat het aantal gebruikers per warmtenet bij voorkeur 10 of minder is vanwege regelgeving vanuit de ACM. Doordat een warmtenet met antivriesmengsel als circulatiemedium meer energie per meter uit de bodem kan onttrekken, heeft het als voordeel dat er minder bronnen nodig zijn om dezelfde hoeveelheid energie aan de bodem te onttrekken. Let wel op het lagere rendement en als gevolg hogere elektrakosten. De uiteindelijke keuze hangt af van hoeveel huishoudens daadwerkelijk zullen deelnemen, op welke manier deze deelnemers ingedeeld kunnen worden in mogelijke clusters, de realisatiekosten en de beschikbare ruimte.

Gezien het realiseren van een dergelijk mini-warmtenet op eigen terrein zonder tussenkomst van een kraanwagen geen optie is, zal er gefocust moeten worden op de beschikbare ruimte in de openbare ruimte rondom de projectlocatie. Ook in de openbare ruimte is er sprake van beperkende factoren, zo zal er voldoende rekening gehouden moeten worden met bestaande ondergrondse infrastructuur, zoals kabels en leidingen aan de voorkant van de projectlocatie. Indien (delen van) het warmtenet in een straat gerealiseerd zullen worden, dan mag er gerekend worden op verkeershinder en meer schakelmomenten met de gemeente. De systemen in het trottoir realiseren leidt tot minder verkeershinder, maar ook hier zullen afzettingen nodig zijn en afstemming met de gemeente. In dat opzicht lijkt de parkeerplaats aan de Hyacintweg een kansrijke locatie te zijn met het oog op bestaande ondergrondse infra en het minimaliseren van verkeershinder, maar is het de vraag of deze locatie voldoende ruimte biedt om in de gehele energievraag van het blok te voorzien.

Daarnaast moet er een afweging gemaakt worden of de projectlocatie als blok op één warmtenet aangesloten wordt, met daarbij de wetenschap dat de realisatie van een dergelijk systeem niet meer meldingsplichtig is, maar onderhevig is aan een vergunning. Dit heeft mogelijk wel weer als voordeel dat gelijktijdigheid een grotere rol gaat spelen, waardoor het systeem minder zwaar wordt. Het opsplitsen van de systemen voorkomt een mogelijke vergunningplicht, maar moet mogelijk compenseren voor interferentie tussen de onderliggende systemen van het warmtenet.

Voor de projectlocatie is de realisatie van een mini-warmtenet haalbaar. Wel dienen nadere uitwerkingen plaats te vinden en moeten de hierboven genoemde overwegingen en maatregelen zorgvuldig worden meegenomen.