



Technische verdieping

Bewonersinitiatieven Provincie Zuid-Holland


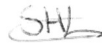


Ternatestraat, Den Haag

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
Opgesteld door	Bernd Abeling	6 juni 2025	
	Sieta Luichies	6 juni 2025	
Aangevuld door	Bernd Abeling	12 augustus 2025	
Gecontroleerd door	Milan de Blok	18 september 2025	

Definitief

	Naam	Datum	Paraaf
Aangepast door	Erik van der Plas	21 januari 2026	
Goedgekeurd door	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 B.V.
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/ milandeblok@vhgm.nl

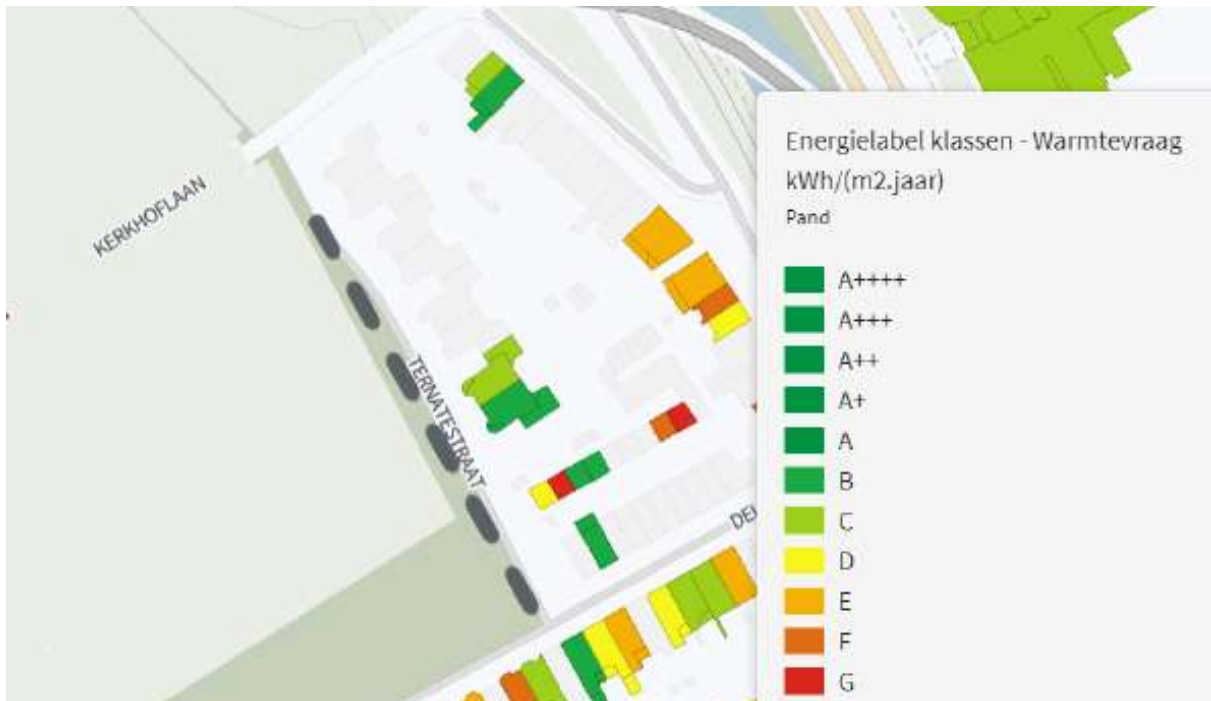
INHOUDSOPGAVE

1	PILOTPROJECT TERNATESTRAAT, DEN HAAG	5
1.1	Toelichting	6
2	GRONDWATERSTAND EN -STROMING	7
3	BODEMOPBOUW EN MOGELIJKE BOORDIEPTE	8
4	SYSTEEMCONCEPTEN EN COLLECTIVITEIT	12
5	INPASBAARHEID WARMTEWISSELAARS	15
5.1	Ondergrondse obstakels	15
5.2	Potentiële bronlocaties	16
5.3	Ruimtelijke inpassing bronnen	19
6	CONCLUSIE	20

1 Pilotproject Ternatestraat, Den Haag

Het pilotproject Ternatestraat, Den Haag, betreft een rij van 8 woningen aan de Ternatestraat, gelegen tussen de Kerkhoflaan, Delistraat en de Koninginnegracht. De woningen uit het pilotproject stammen uit de periode 1996-1997 en hebben op basis van het bouwbesluit naar verwachting minimaal een Rc-isolatiewaarde van 2,5. De omliggende blokken rondom de projectlocatie zijn op het moment niet geschikt om mee te nemen in de analyse, omdat deze woningen uit de periode vóór 1900 stammen.

Figuur 1.1 Overzicht van de pilotlocatie Ternatestraat, Den Haag



Next2Company heeft op basis van het gasverbruik van de pilotwoningen 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	8,6*

*O.b.v. indicatieve formule Deltares

Als er met het gemiddelde gasverbruik als maatstaf wordt gewerkt, wordt aanbevolen om de samenwerking op te zoeken om zo de variabiliteit binnen het verbruik van de woningen enigszins te middelen. De energielabels van de woningen liggen, voor zover bekend, tussen label A en C.

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 grondwaterstanden en -stijghoogten in de 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	0,7 m -mv	± 0,2 m
WVP1	1,5 m -mv	± 0,2 m
WVP2	1,3 m -mv	± 0,2 m
WVP3	1,4 m -mv	± 0,3 m
WVP4	Geen data*	Geen data*

* Van deze diepte rondom de projectlocatie is 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 geen kans is op overlast van artesisch (opwellend) grondwater tijdens het uitvoeren van de boorwerkzaamheden. De grondwaterstand van het freatische pakket is mogelijk minder dan 50 cm onder het maaiveld, afhankelijk van het seizoen.

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	4 - 9 m/jaar	ZO
WVP2	< 2 m/jaar	ZO
WVP3	< 1 m/jaar	ZZO
WVP4	< 1 m/jaar	ZZO

De grondwaterstroming in watervoerend pakket 1 is relatief hoog. Dit wordt hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door de nabijgelegen grondwateronttrekkingen en/of 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 laag worden beschouwd. Een hoge grondwaterstromingssnelheid kan een positief effect veroorzaken 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

Kijkend naar de mogelijkheden om gesloten bodemenergiesystemen toe te passen in relatie tot de bodemopbouw is er zeer veel mogelijk. In tegenstelling tot een open bodemenergiesysteem wordt er geen grondwater onttrokken en geïnfiltrerd, 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 cruciaal. Wat wel een belangrijk aspect is, is het feit dat warmte beter door zand dan door klei geleid wordt 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.

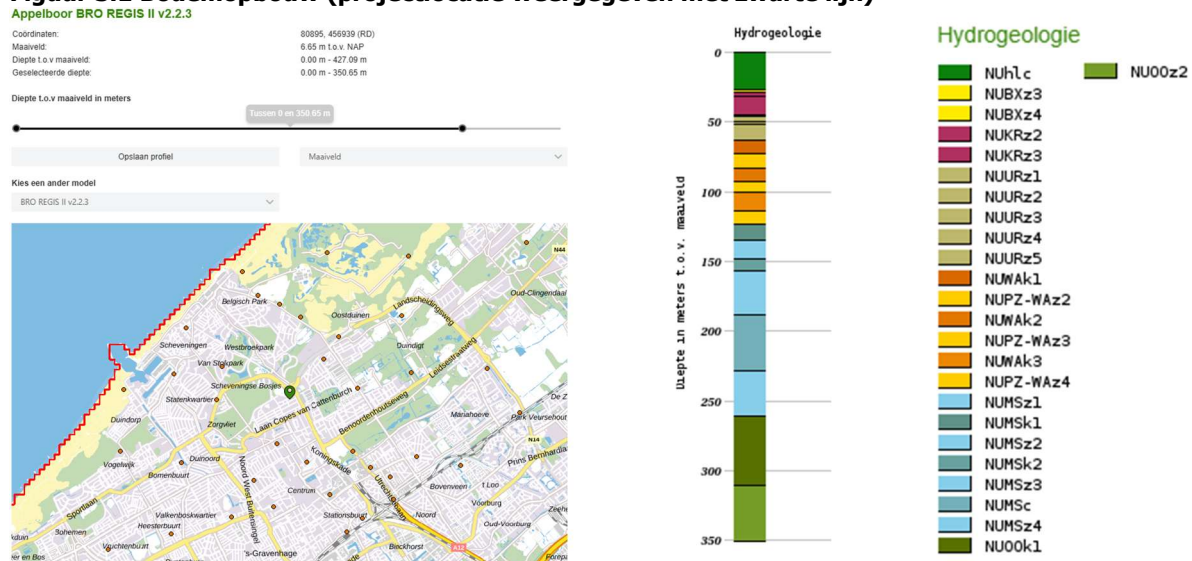
Bij diepere boringen spelen de volgende factoren mee:

- 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 oppervlakte gerealiseerd kunnen worden.
- Tevens geldt dat naarmate er dieper geboord wordt meer pompenergie benodigd 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 toch kan het 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 er voor bodemenergiesystemen zelden tot nooit tot deze dieptes geboord wordt, dienen er vergunningen bij het Rijk te worden aangevraagd. Dergelijke procedures vergen meer tijd en financiële middelen. Voor de particuliere woningbouw en mini-warmtenetten wordt deze oplossing momenteel niet als rendabel beschouwd.

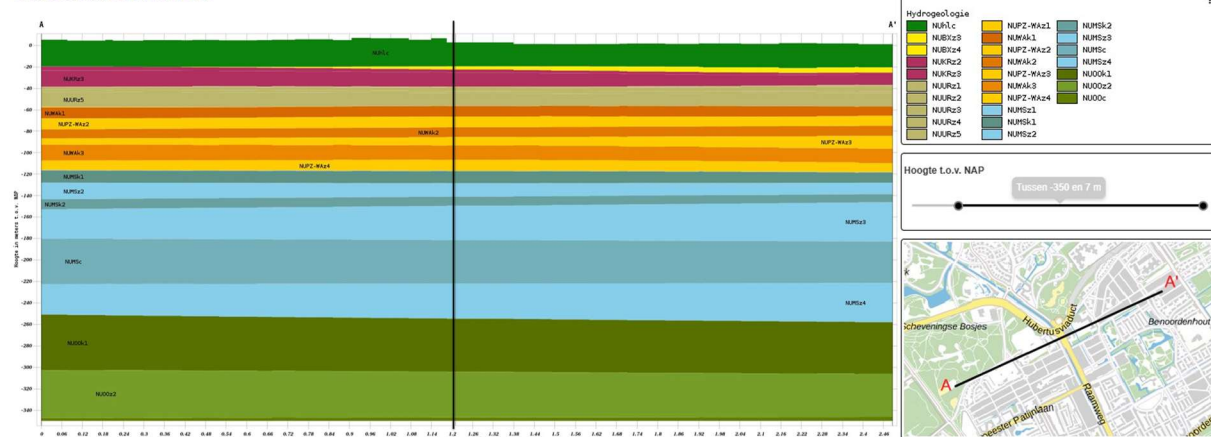
Om de bodemgeschiktheid voor het aanleggen van gesloten bodemenergiesystemen te analyseren is op basis van het DINOloket, model REGIS II V2.2.3 een doorsnede van de bodemopbouw gemaakt (figuur 3.1).

In tabel 3.1 is vervolgens een schematisering van de bodem weergegeven. Het maaiveld van de projectlocatie ligt op een hoogte van ca. 6,65 m +N.A.P.

Figuur 3.1 Bodemopbouw (projectlocatie weergegeven met zwarte lijn)



Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2.3



Uit de analyse blijkt dat de optimale boordiepte, als wordt gekeken naar de geleidingscapaciteit, rond de 180 meter onder het maaiveld ligt (groene rij in tabel 3.1). De gele rij geeft de tweede optie weer tot een diepte van 255 meter onder maaiveld, waarbij iets wordt ingeleverd op de warmtegeleidende capaciteit van de bodem, maar wel zo'n 75 meter extra wisselaar geplaatst kan worden. Dieper dan 255 meter onder het maaiveld komen we ter plaatse van de pilotlocatie Ternatestraat alleen klei tegen. De rood gekleurde rij in tabel 3.1 geeft de maximale boordiepte tot 350 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: 6,65 m +N.A.P.			Samenstelling	Geohydrologische eenheid	Doorlaatvermogen [m ² /d]
mv	Tot	-19	Leem; zand en zandige klei	Deklaag	-
-19	Tot	-62	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 1	1.750 – 2.250
-62	Tot	-65	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 1	-
-65	Tot	-80	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 2a	100 – 300
-80	Tot	-90	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 2	-
-90	Tot	-97	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 2b	40 – 80
-97	Tot	-116	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 3	-
-116	Tot	-123	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 2c	60 – 100
-123	Tot	-132	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 4	-
-132	Tot	-146	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 3a	70 – 110
-146	Tot	-155	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 5	-
-155	Tot	-179	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 3b	200 – 250
-179	Tot	-225	Complexe eenheid; zand en klei gemend	Slecht doorlatende laag 6	100 – 200
-225	Tot	-255	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 3c	100 – 200
-255	Tot	-313	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 7	-
-313	Tot	-349	Midden tot fijn zandpakket	Watervoerend pakket 4	100 – 300
Dieper dan -349			Complexe eenheid; zand en klei gemend	Geohydrologische basis	-

In de context van de geohydrologische schematisering in tabel 3.1 heeft de geohydrologische basis betrekking op de onderkant van het geohydrologische schema. Deze formatie 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 ca. 350 m -mv.

De voorkeur om warmtewisselaars 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 per meter gemiddeld evenveel warmte en koude opslaan dankzij de vergelijkbare warmtecapaciteit. Dit betekent dat ook diepere boringen in kleilagen technisch goed uitvoerbaar zijn en effectief blijven voor energieopslag en -winning.

Tabel 3.2 Thermische bodemparameters voor de drie opties en haalbare vermogens

Parameter	Eenheid	Optimale lengte warmtewisselaar		Suboptimale lengte warmtewisselaar		Maximale lengte warmtewisselaar	
Einddiepte	m	180		255		350	
Grondwatertemperatuur	°C	11 -12		11 – 13		11 – 15	
Warmtegeleidingscoëfficiënt	W/m*K	2,04		1,99		1,95	
Warmtecapaciteit	MJ/m ³ *K	2,43		2,43		2,43	
Opbrengst warmtewisselaar (bodemzijdig)	kW	Water	4,5	Water	6,4	Water	8,8
		Antivries	7,2	Antivries	10,2	Antivries	14,0
Rendement verwarmingsbedrijf	COP	Water	6	Water	6	Water	6
		Antivries	5	Antivries	5	Antivries	5
Beschikbaar vermogen warmtepompen (gebouwszijdig)	kW	Water	5,4	Water	7,7	Water	10,5
		Antivries	9,0	Antivries	12,8	Antivries	17,5

In tabel 3.2 valt 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 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 het rendement van een systeem op water, 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 kan weer onderverdeeld worden 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 distributienet 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 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 voor 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 3.2 (groen 180 meter, geel 255 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

Circulatiemedium	Vermogen per woning	Vermogen bodemzijdig 1 woning	Vermogen bodemzijdig 2 woningen	Vermogen bodemzijdig 3 woningen
-	kW	kW	kW	kW
Water	8,6	7,2	14,3	21,5
Antivriesmengsel	8,6	6,9	13,8	20,6

Uit de gegevens in tabel 4.1 blijkt dat het niet mogelijk is om twee woningen op één bodemlus 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 een tweesplitsing en een viersplitsing overwogen en wordt gekeken naar een scenario waarin elke woning een individuele lus krijgt.

Tabel 4.2 Inventarisatie clusters en bepaling benodigd vermogen

Cluster	Aantal woningen	Benodigd vermogen (gemiddeld verbruik)
-	n	kW
Hele blok	8	68,8
2 clusters à 4 woningen	4	34,4
4 clusters à 2 woningen	2	17,2
Individueel	1	8,6

Uit bovenstaande tabel 4.2 volgen de benodigde gebouwzijdige vermogens. Uitgaande van een COP van 6 voor systemen met water als circuliatiemedium kan het vermogen uit tabel 4.3 omgerekend worden naar het benodigde bodemzijdig vermogen van het systeem, oftewel het vermogen dat uit de bodem wordt onttrokken. Uitgaande van een onttrekking van 25W 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 systeemdimensies per cluster – water als circuliatiemedium

Cluster	Bodemzijdig vermogen kW	Totaal benodigde lengte warmtewisselaar m	Aantal bronnen benodigd		
			180m	255m	350m
-					
Hele blok	57,3	2.292	13	9	7
2 clusters	28,7	1.147	7	5	4
4 clusters	14,3	574	4	3	2
Individueel	7,2	287	2	2	1

Ditzelfde wordt gedaan voor systemen met een antivriesmengsel als circuliatiemedium, uitgaande van een COP van 5 en een onttrekking van 40W per meter (bodemzijdig vermogen). Zie hiervoor tabel 4.4.

Tabel 4.4 Benodigde systeemdimensies per cluster – antivriesmengsel als circuliatiemedium

Cluster	Bodemzijdig vermogen kW	Totaal benodigde lengte warmtewisselaar m	Aantal bronnen benodigd		
			180m	255m	350m
-					
Hele blok	55,0	1.376	8	6	4
2 clusters	27,5	688	4	3	2
4 clusters	13,8	344	2	2	1
Individueel	6,9	172	1	1	1

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 en daarmee de vergunningsplicht voor het aanleggen van een gesloten systeem te vermijden. Tevens wordt geadviseerd het aantal verbruikers (lees: huishoudens) op 10 of lager te houden.

In het geval van de Ternatestraat is dit niet aan de orde. Zelfs wanneer alle huishoudens aangesloten worden op hetzelfde warmtenet valt het systeem buiten de criteria van de ACM en is deze niet onderhevig aan de vergunningsplicht. Tevens valt het systeem onder de drempel van 70 kW om in aanmerking te komen als groot systeem en de daaraan verbonden vergunningsplicht vanuit het bevoegd gezag. Zodoende is er de mogelijkheid om samen te werken als heel blok wat de realisatie van het warmtenet betreft.

Nu resteert de vraag of het systeem idealiter gevuld wordt met circuliatiemedium 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 circuliatielpomp 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.

De keuze tussen water en een antivriesmengsel als circulatiemedium komt neer op een afweging tussen hogere aansluitkosten met lagere energielasten of juist 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 warmtewisselaar, dus minder aantal bronnen benodigd om te voorzien in dezelfde warmtevraag. De inpasbaarheid van het systeem 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 (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

Zowel op eigen terrein als in de openbare ruimte dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van bestaande ondergrondse infrastructuur. Onderstaande figuur 5.1 geeft de ligging van deze ondergrondse infra weer die verkregen is van het Kadaster via een KLIC-oriëntatieverzoek.

Figuur 5.1 Ondergrondse obstakels (KLIC-oriëntatieverzoek)



Uit figuur 5.1 blijkt dat de meeste ondergrondse infrastructuur aan de voorkant (ter hoogte van de Ternatestraat) onder het trottoir gerealiseerd is. Onder de weg loopt een gemengde riolering. Onder de opritten en in de voortuinen van de woningen zijn verschillende huisaansluitingen gerealiseerd.

De aanwezigheid van kabels en leidingen creëert extra uitdagingen voor 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 wordt gekeken 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



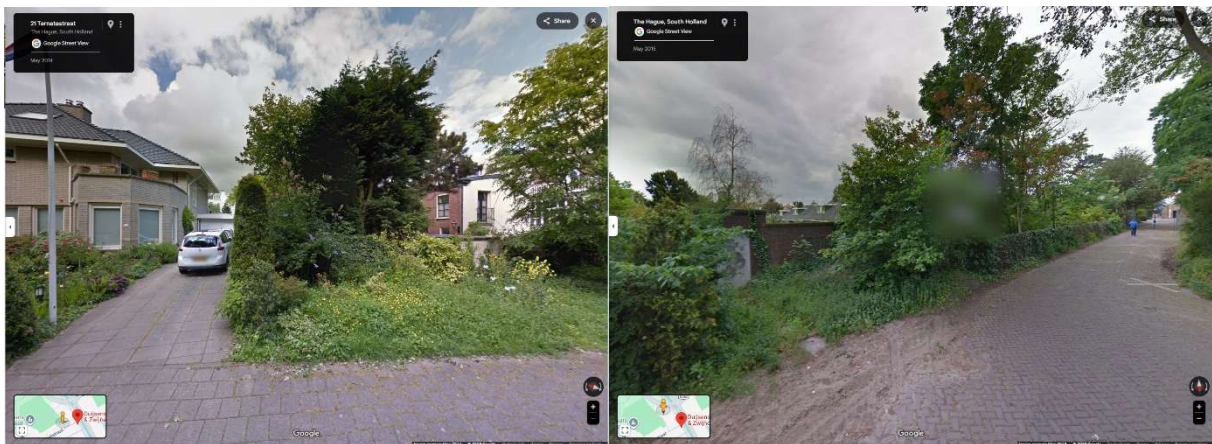
Door middel van satellietfoto's en Google Streetview kan in kaart worden gebracht welke locaties mogelijk geschikt en ongeschikt zijn voor het plaatsen van warmtewisselaars.

Achterkant woonblok

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

Uit de analyse van figuur 5.2 en Google Streetview (figuur 5.3) blijkt dat het lastig is om de achtertuinen te bereiken door de omliggende bebouwing. Er is wel een mogelijkheid daar te komen via de Kerkhoflaan ter hoogte van de woning aan de Ternatestraat nummer 35. Het blok zou in deze situatie als geheel op één mini-warmtenet aangesloten kunnen worden of verdeeld worden over twee clusters van vier woningen of vier clusters van twee woningen. Indien de warmtewisselaars aan de achterkant van de woningen gerealiseerd worden bestaat het risico dat de tuinen deels of volledig opnieuw ingericht zullen moeten worden.

Figuur 5.3 Foto Streetview, zijkant woonblok gezien vanaf de Ternatestraat/Kerkhoflaan

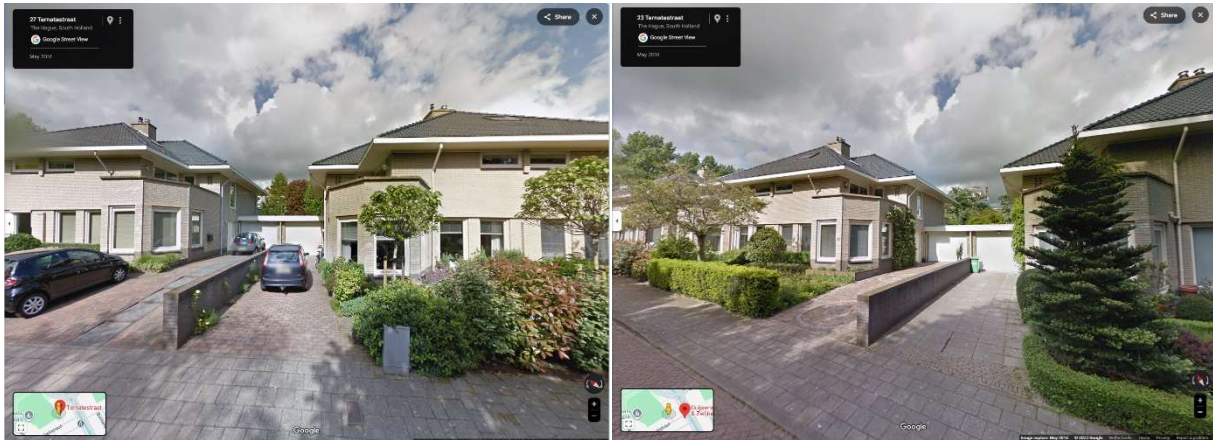


Voorkant woonblok, eigen terrein

Een andere logische zet zou zijn om het mini-warmtenet aan de voorkant van het woonblok te realiseren, in de voortuinen van de deelnemende woningen. Hier zijn voornamelijk de huisaansluitingen gerealiseerd met verschillende kabels en leidingen, en hierbij hoeft het systeem niet in de openbare ruimte te worden gerealiseerd.

Uitgaande van figuur 5.2 en Google Streetview (figuur 5.4) lijken de opritten van de woningen een geschikte plek voor de plaatsing van de warmtewisselaars. Het blok zou in deze situatie als geheel op één mini-warmtenet aangesloten kunnen worden of verdeeld kunnen worden over twee clusters van vier woningen of vier clusters van twee woningen. Hierbij is de situatie van vier clusters van twee woningen het minst lucratief, omdat de woningen aan de uiteinden van het blok (Ternatestraat 35 en 21) hun oprit niet delen met de burens. Wel dient er rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van ondergrondse infrastructuur en het risico dat de voortuinen deels of volledig opnieuw ingericht zullen worden bij het aanleggen van het distributienetwerk van het mini-warmtenet.

Figuur 5.4 Foto Streetview voorkant woningen vanaf de Ternatestraat



Voor kant woonblok, openbare ruimte

Er kan eventueel nog gekeken worden naar het realiseren van het mini-warmtenet in de openbare ruimte. Het meest voor de hand liggende is om deze aan de voorkant van het woonblok te realiseren, bijvoorbeeld in het trottoir, de weg of onder de parkeervakken aan de Ternatestraat. Doordat deze mogelijke locaties allemaal betegeld zijn, kunnen deze makkelijk opengemaakt worden om ruimte te maken voor de benodigde werkzaamheden.

Naar verwachting zal de meeste ondergrondse infrastructuur onder het trottoir gerealiseerd zijn (figuur 5.1). De verwachting is dat hier beperkt ruimte beschikbaar is voor het inpassen van het systeem. In dat opzicht bieden de straat en de parkeervakken meer ruimte voor het inpassen van de warmtewisselaars, maar staat daar een langer distributienet van de warmtewisselaars naar de woningen tegenover. De woningen kunnen dan vervolgens via de oprit aangesloten worden op het mini-warmtenet.

Alle werkzaamheden aan de voorkant van het woonblok in de openbare ruimte zullen onvermijdelijk resulteren in verkeershinder aan de Ternatestraat. Indien er werkzaamheden onder de straat plaatsvinden, zal de straat waarschijnlijk volledig worden afgesloten. Bij werkzaamheden onder het trottoir of in de parkeervakken is een gedeeltelijke afsluiting van de straat mogelijk.

Daarnaast zullen verschillende zaken met de gemeente kortgesloten moeten worden, zoals een recht van opstal, WIOR-vergunning en wegafzettingen. Indien het mini-warmtenet op eigen terrein gerealiseerd kan worden gaat daar de voorkeur naar uit in plaats van realisatie in de openbare ruimte.

Figuur 5.5 Foto Streetview begin en einde van de Ternatestraat t.h.v. de woningen



5.3 Ruimtelijke inpassing bronnen

De meest optimale oplossing wordt gezien in het plaatsen van de bronnen op eigen terrein en per boring 2 woningen aan te sluiten.



6 Conclusie

Uit analyse van grondwaterstanden en stijghoogten blijkt dat de kans op artesisch grondwater in het freatische pakket klein is, wel is er een kans op een hoge grondwaterstand in het freatische pakket gedurende natte perioden. De grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket is gemiddeld tot hoog. Dit wordt hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door nabijgelegen grondwateronttrekkingen en/of de aanwezigheid van duinen ten noordwesten van de projectlocatie. De stroomsnelheid in de overige watervoerende pakketten kan als laag worden beschouwd.

De bodemsamenstelling rondom de projectlocatie bestaat uit verschillende zand- en kleilagen, waarbij zandlagen optimaal zijn door hun hoge geleidbaarheid. Om hier optimaal van te profiteren wordt aangeraden om de warmtewisselaars zoveel mogelijk in zandlagen te realiseren. Zodoende is gekozen voor de boordieptes van 180 m -mv, 255 m -mv en 350 m -mv.

Op basis van de gekozen warmtewisselaars is vervolgens een inschatting gemaakt van de opbrengst uit de bodem per warmtewisselaar, uitgewerkt met zowel water als een antivriesmengsel als circulatiemedium. Hieruit blijkt dat er met een antivriesmengsel als circulatiemedium meer vermogen en energie per meter lus uit de bodem onttrokken kan worden, maar met een lager rendement als gevolg.

Er is gekeken naar verschillende clusters (hele blok samen, per vier woningen, per twee woningen en een individueel scenario) en voor ieder scenario zijn de verwachte benodigde vermogens en benodigde luslengten berekend, voor zowel water als een antivriesmengsel als circulatiemedium. Geen van deze scenario's zal leiden tot een mini-warmtenet met een bodemzijdig vermogen boven de 70 kW en zal dus niet onderhevig zijn aan een vergunningsplicht vanuit het bevoegd gezag. Voor de projectlocatie is aansluiting van het hele blok op één warmtenet mogelijk zonder vergunningsplicht vanuit de ACM.

Plaatsing van de warmtewisselaars op eigen terrein is mogelijk. Plaatsing zou bijvoorbeeld onder de opritten kunnen in clusters van vier of twee woningen, waarbij de voorkeur gaat naar twee woningen. In de achtertuin zou dit kunnen als geheel cluster of clusters van vier of twee woningen. In zowel de oprit als in de achtertuin dient rekening gehouden te worden met het (deels) openbreken van de tuinen. In de openbare ruimte is er meer sprake van beperkende factoren, zoals bijvoorbeeld de bestaande ondergrondse infrastructuur en verkeershinder door (gedeeltelijke) wegafzettingen. Dit betekent dat een en ander gecoördineerd zal moeten worden met belanghebbende partijen, zoals de gemeente Den Haag, voor het recht van opstal, een WIOR-vergunning en mogelijke verkeershinder en met het Kadaster en netbeheerders met betrekking tot de ondergrondse infrastructuur.

Voor de projectlocatie is de realisatie van een mini-warmtenetwerk haalbaar. Het advies is om te sturen op het realiseren van een dergelijk systeem op eigen terrein met een boring per twee woningen. Wel dienen nadere uitwerkingen plaats te vinden en moeten de hierboven genoemde overwegingen en maatregelen zorgvuldig worden meegenomen.