



Technische verdieping

Bewonersinitiatieven Provincie Zuid-Holland





Populierstraat, 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	17 september 2025	
Gecontroleerd door	Milan de Blok	11 september 2025	

Definitief

	Naam	Datum	Paraaf
Aangepast door	Erik van der Plas	14 januari 2026	
Goedgekeurd door	Dick van Harlingen	10 februari 2026	

Disclaimer: Dit vooronderzoek is geen volledig ontwerpdocument 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

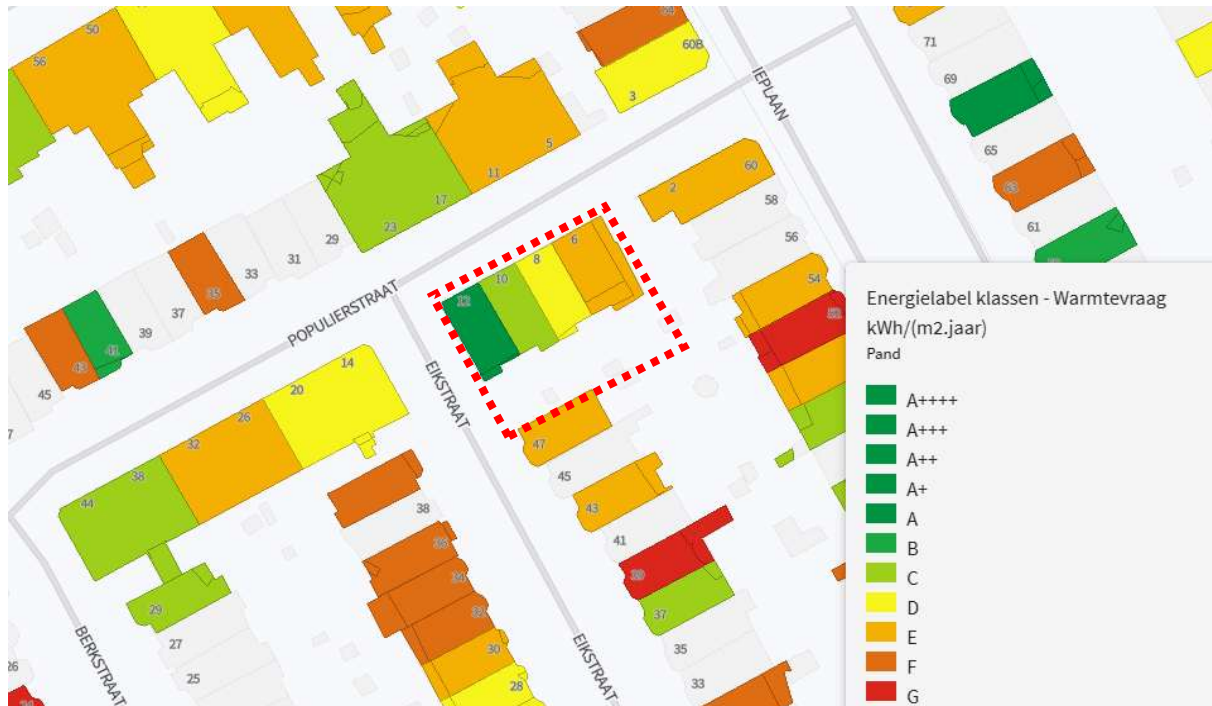
INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Toelichting	6
2	GRONDWATERSTAND EN -STROMING	7
3	BODEMOPBOUW EN MOGELIJKE BOORDIEPTE	8
4	SYSTEEMCONCEPTEN EN COLLECTIVITEIT	12
5	INPASBAARHEID WARMTEWISSELAARS	14
5.1	Ondergrondse obstakels	14
5.2	Potentiële bronlocaties	15
6	CONCLUSIE	18

1 Inleiding

Het pilotproject Populierstraat, Den Haag, omvat 4 rijwoningen aan de Populierstraat, gelegen tussen de Eikstraat en de Ieplaan. Het blok dient als voorbeeld voor de rest van de buurt en sluit aan op de ambities van de gemeente Den Haag met betrekking tot mini-warmtenetten. Drie van de vier woningen hebben isolatiemaatregelen getroffen. Het energielabel van de vier woningen varieert tussen de A en E en stammen uit bouwjaar 1917.

Figuur 1.1 Overzicht van de pilotlocatie Populierstraat, 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	7,0*

*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 A++ en E.

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 de 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 op water en een water-antivriesmengsel

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 stijghoogten

Watervoerend pakket	Gemiddelde grondwaterstand/stijghoogte	Fluctuatie
Freatisch pakket	1,6 m -mv	± 0,2 m
WVP1	2,0 m -mv	± 0,3 m
WVP2	2,4 m -mv	± 0,2 m
WVP3	2,9 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. Ook is er geen sprake van grondwater nabij of boven het maaiveld. Er hoeven geen extra maatregelen getroffen te worden tijdens perioden van een hoge grondwaterstand.

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 - 10 m/jaar	ZO
WVP2	< 1 m/jaar	ZO
WVP3	< 1 m/jaar	ZO
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.

De grondwaterstromingssnelheid 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 op de regeneratieve eigenschappen van de bodem hebben, 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 geïnfilterd, 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 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 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 er 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. 3 m +N.A.P.

Figuur 3.1 Bodemopbouw (projectlocatie weergegeven met zwarte lijn)

Appelboor BRO REGIS II v2.2.3

Coördinaten: 78667, 455277 (RD)
 Maaiveld: 2.99 m t.o.v. NAP
 Diepte t.o.v maaiveld: 0.00 m - 427.41 m
 Geselecteerde diepte: 0.00 m - 350.14 m

Diepte t.o.v maaiveld in meters

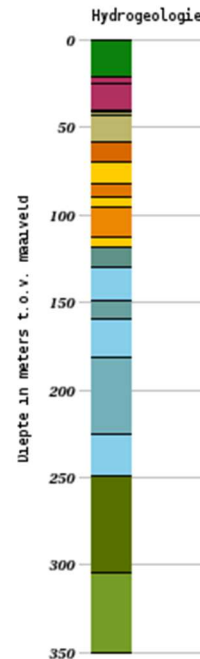
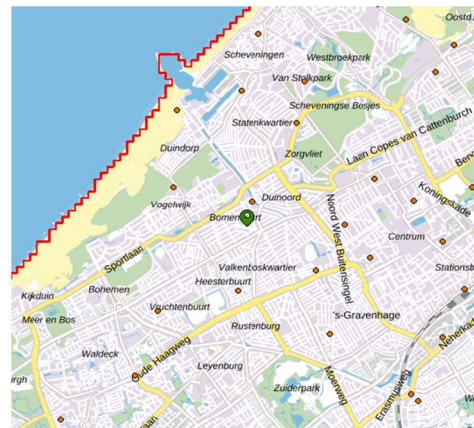


Opslaan profiel

Maaiveld

Kies een ander model

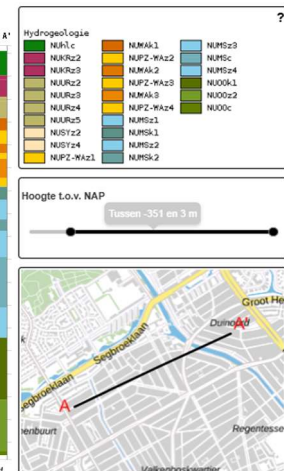
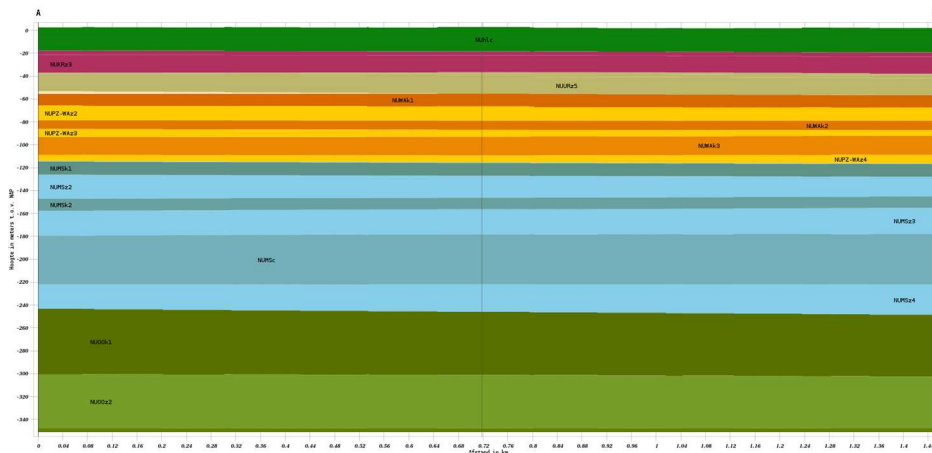
BRO REGIS II v2.2.3



Hydrogeologie

- NUH1c
- NUKRz2
- NUKRz3
- NUURz2
- NUURz3
- NUURz4
- NUURz5
- NUSYz2
- NUWak1
- NUWak2
- NUWak3
- NUWak4
- NUMS1
- NUMS2
- NUMS3
- NUMS4
- NUMSc
- NU00k1
- NU00z2

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 250 meter onder maaiveld, waarbij iets wordt ingeleverd op de warmtegeleidende capaciteit van de bodem, maar wel zo'n 70 meter extra wisselaar geplaatst kan worden. Dieper dan 240 meter onder het maaiveld komen we ter plaatse van de pilotlocatie Populierstraat alleen fijne zanden en 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: 3 m +N.A.P.			Samenstelling	Geohydrologische eenheid	Doorlaatvermogen [m ² /d]
mv	Tot	-21	Zand met enkele kleilaag	Deklaag	-
-21	Tot	-58	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 1	1.000 – 2.000
-58	Tot	-69	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 1	-
-69	Tot	-82	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 2a	100 – 300
-82	Tot	-90	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 2	-
-90	Tot	-96	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 2b	40 – 80
-96	Tot	-112	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 3	-
-112	Tot	-119	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 2c	50 – 75
-119	Tot	-130	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 4	-
-130	Tot	-149	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 3a	50 – 150
-149	Tot	-159	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 5	-
-159	Tot	-181	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 3b	150 – 250
-181	Tot	-225	Complexe eenheid	Slecht doorlatende laag 6	100 – 150
-225	Tot	-249	Midden tot grof zandpakket	Watervoerend pakket 3d	100 - 200
-249	Tot	-304	Kleilaag	Slecht doorlatende laag 7	-
-304	Tot	-350	Midden tot fijn zandpakket	Watervoerend pakket 4	150 - 300
Vanaf -350			Complexe laag	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 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 3.2 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 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	
		Water	Antivries	Water	Antivries	Water	Antivries
Einddiepte	m	180		240		350	
Bodemtemperatuur	°C	11 -12		11 – 13		11 – 15	
Warmtegeleidingscoëfficiënt	W/m*K	2,01		1,97		1,94	
Warmtecapaciteit	MJ/m ³ *K	2,43		2,43		2,43	
Opbrengst warmtewisselaar (bodenzijdig)	kW	Water	4,5	Water	6,3	Water	8,8
		Antivries	7,2	Antivries	10,0	Antivries	14,0
Rendement verwarmingsbedrijf	C.O.P.	Water	6	Water	6	Water	6
		Antivries	5	Antivries	5	Antivries	5
Beschikbaar vermogen warmtepompen (gebouwszijdig)	kW	Water	5,4	Water	7,5	Water	10,5
		Antivries	9,0	Antivries	12,5	Antivries	17,5

In tabel 3.2 valt op dat er aanzienlijk meer vermogen kan worden verkregen uit systemen die als circuliatiemidium niet met water maar met een water-glycolmengsel 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 met 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 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 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 3.2 (groen 180 meter, geel 250 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 antivriescemengsel

Circulatiemedium	Vermogen per woning	Vermogen bodemzijdig 1 won.	Vermogen bodemzijdig 2 won.	Vermogen bodemzijdig 3 won.
-	kW	5,8	11,7	17,5
water	7,0	5,8	11,7	17,5
antivriescemengsel	7,0	5,6	11,2	16,8

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 antivriescemengsel 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 wordt een tweesplitsing van het cluster 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 per systeem	Benodigd vermogen (gemiddeld verbruik)
-	n	kW
Hele blok	4	28
2 clusters	2	14
Individueel	1	7

Uit bovenstaande tabel 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 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 systeemdimensies per cluster – water als circuliatiemedium

Cluster	Bodemzijdig vermogen	Totaal benodigde lengte warmtewisselaar	Aantal bronnen benodigd		
			180m	240m	350m
-	kW	m			
Hele blok	23,3	934	6	4	3
2 clusters	11,7	467	3	2	2
3 woningen	17,6	704	4	3	2
Individueel	5,8	234	2	1	-1

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

Tabel 4.4 Benodigde systeemdimensies per cluster – antivriesmengsel als circuliatiemedium

Cluster	Bodemzijdig vermogen	Totaal benodigde lengte warmtewisselaar	Aantal bronnen benodigd		
			180m	240m	350m
-	kW	m			
Hele blok	22,4	560	4	3	2
2 clusters	11,2	280	2	-1	1
3 woningen	16,8	420	3	2	2
Individueel	5,6	140	1	-1	-1

Als er sprake is van gedeeltelijke participatie, kan een tussenoplossing worden gekozen die valt tussen de varianten in tabel 4.3 en 4.4. In deze fase zijn dit nog aannames. Wanneer duidelijk is welke partijen definitief deelnemen en daarmee ook de uitgangspunten vaststaan - zoals warmtevraag, koudevraag en benodigd vermogen - kan in overleg met de betrokken partijen het definitieve ontwerp worden uitgewerkt. De opdrachtgever(s) kan/kunnen hierbij invloed uitoefenen op het ontwerp, zolang dit binnen de geldende economische, technische en juridische kaders blijft.

5 Inpasbaarheid warmtewisselaars

Een van de centrale vragen bij het kiezen van 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.

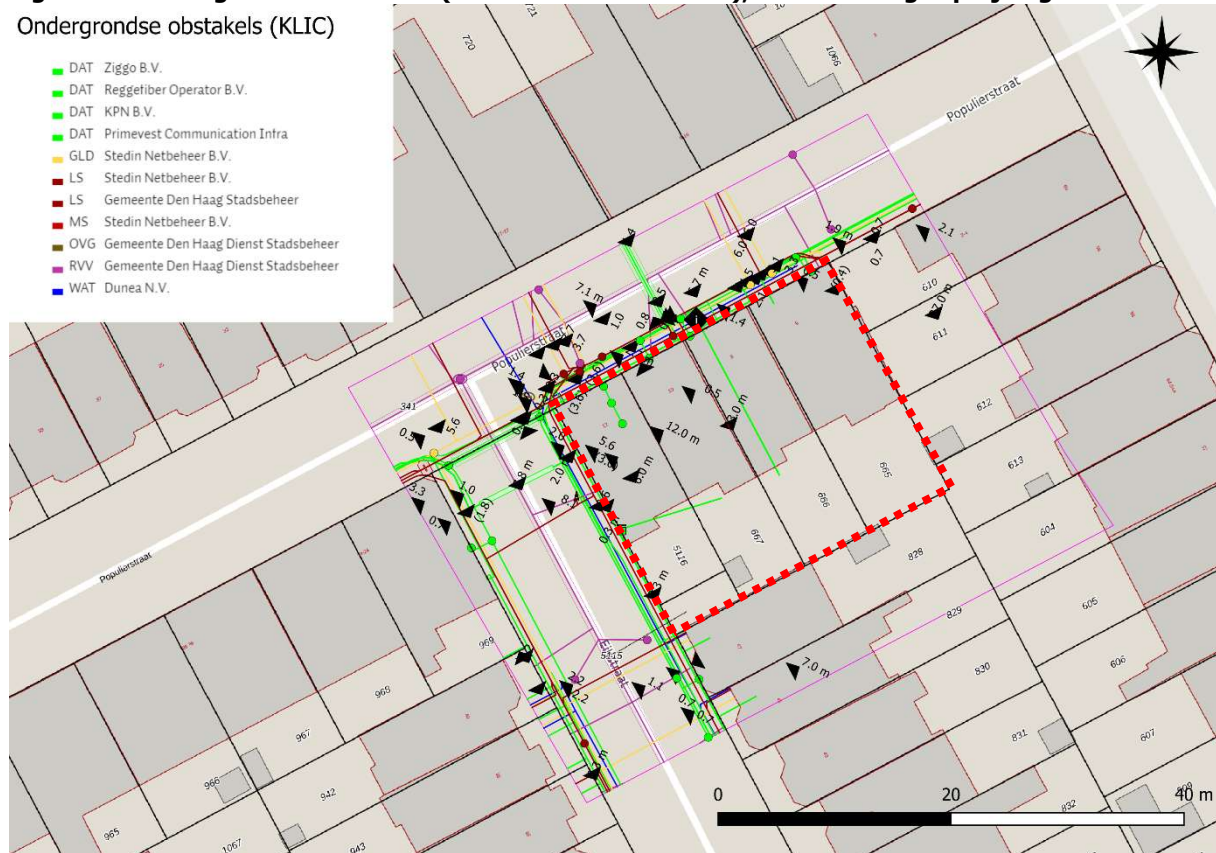
Toestemming verkrijgen en werken in de openbare ruimte brengen een extra dimensie complexiteit met zich mee. Zo moeten o.a.:

- 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), rode arcering is projectgebied



Uit figuur 5.1 blijkt dat de meeste ondergrondse infrastructuur aan de voorkant (ter hoogte van de Populierstraat) en de zijkant (ter hoogte van de Eikstraat) onder het trottoir gerealiseerd is. Deze ondergrondse infra ligt redelijk dicht bij de woningen.

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 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

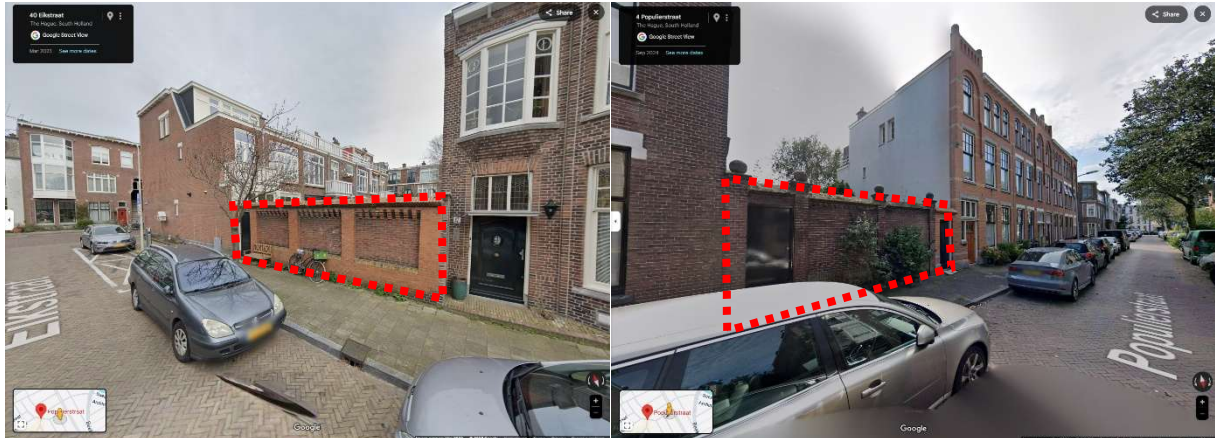


Door middel van satellietfoto's en Google Streetview kan in kaart worden gebracht welke locaties mogelijk geschikt en ongeschikt zijn.

Achterkant woonblok

Een logische zet zou het realiseren van het mini-warmtenet aan de achterkant van het woonblok in de achtertuinen van de deelnemende woningen zijn. Hier is immers amper tot 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 achtertuinen ingesloten zijn door omliggende bebouwing, zoals muren en schuurtjes. Vanaf de straat is het zodoende niet mogelijk om met werkmaterieel, zoals een boorstelling, in de achtertuinen te komen zonder het inzetten van een mobiele kraan.

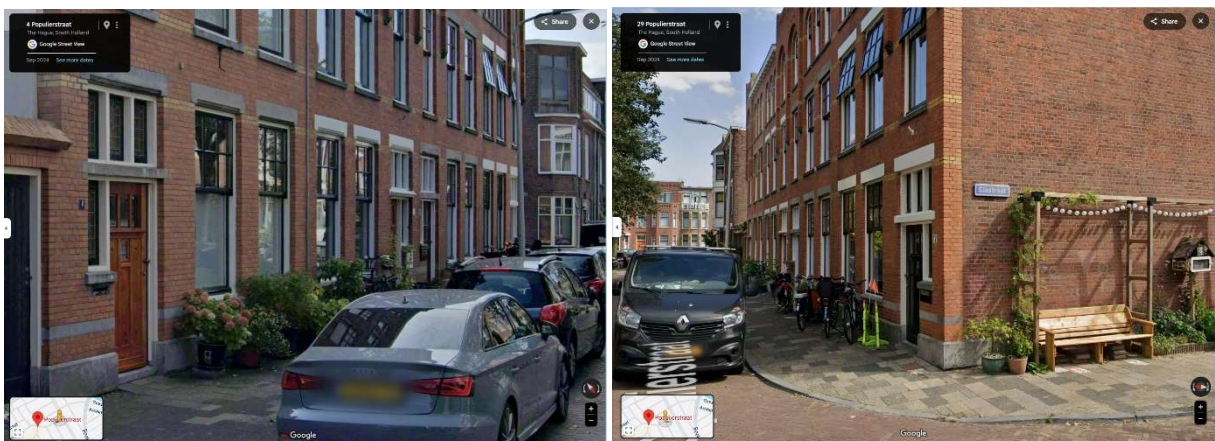
Figuur 5.3 Foto Streetview, doorgangen naar de achterkant van het woonblok rood gearceerd



Voorkant woonblok, eigen terrein

Een andere logische zet zou het realiseren van het mini-warmtenet aan de voorkant van het woonblok in de voortuinen van de deelnemende woningen zijn. In het geval van de projectlocatie zijn de woningen direct aan de straatkant gerealiseerd (zie figuur 5.4) en is er van een voortuin geen sprake. Zodoende is dit niet uitvoerbaar.

Figuur 5.4 Foto Streetview, straatkant Populierstraat begin en einde woonblok

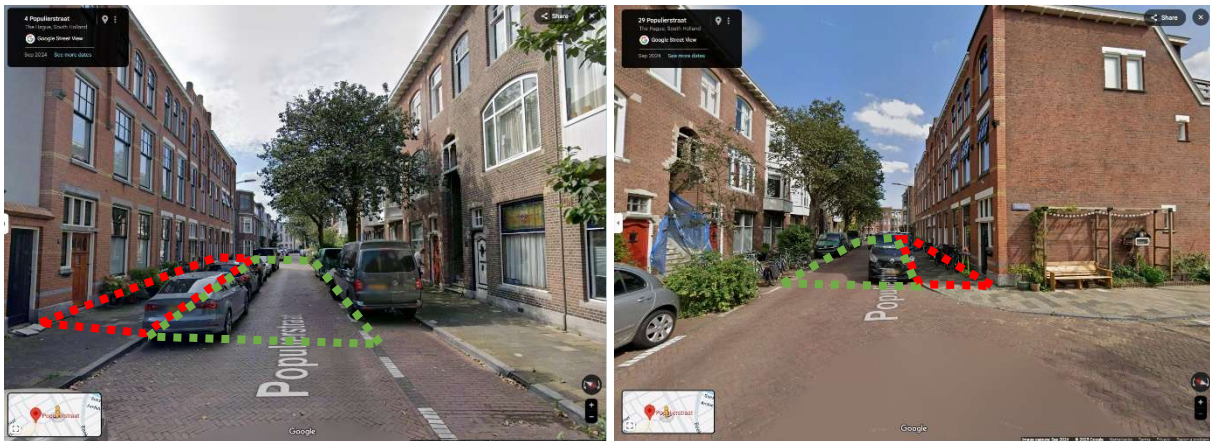


Voorkant woonblok, openbare ruimte

Omdat het mini-warmtenet op eigen terrein praktisch niet haalbaar lijkt te zijn, zal er gekeken moeten worden naar de openbare ruimte. Het is het meest voor de hand liggend om het mini-warmtenet aan de voorkant van het woonblok te realiseren, doordat dit de meest korte route creëert voor het aansluiten van de woningen op het mini-warmtenet. In figuur 5.5 is het trottoir rood gearceerd en is de straat groen gearceerd. Het trottoir en de straat zijn beide betegeld en kunnen gemakkelijk opengemaakt worden om ruimte te maken voor de benodigde werkzaamheden.

De boorgaten van het mini-warmtenet onder het trottoir direct aan de woningen realiseren, betekent dat er drastisch minder meters aan distributienetwerk aangelegd hoeven te worden gedurende het aansluiten van de woningen. Omdat naar verwachting de meeste ondergrondse infrastructuur in het trottoir gerealiseerd zal zijn, zal er beperkte ruimte beschikbaar zijn voor het inpassen van de boorgaten. Het realiseren van de boorgaten onder de straat zal resulteren in meer meters distributienet in ruil voor meer ruimte voor het inpassen van de boorgaten.

Figuur 5.5 Foto Streetview, straatkant Populierstraat begin en einde woonblok

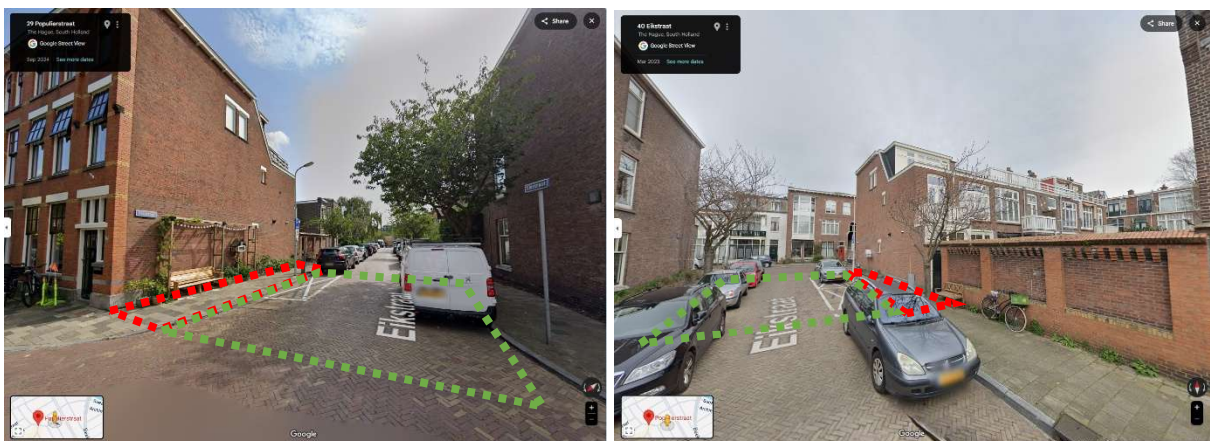


Zijkant woonblok ter hoogte van de Eikstraat, openbare ruimte

Een andere mogelijke positie voor de aanleg van het mini-warmtenet is aan de zijkant van het woonblok ter hoogte van de Eikstraat. In figuur 5.6 is het trottoir rood gearceerd en is de straat groen gearceerd. Het trottoir en de straat zijn beide betegeld en kunnen makkelijk opengemaakt worden om ruimte te maken voor de benodigde werkzaamheden.

De boorgaten van het mini-warmtenet onder het trottoir direct aan de woningen realiseren betekent dat er drastisch minder meters aan distributienetwerk aangelegd hoeven te worden gedurende het aansluiten van de woningen. Omdat naar verwachting de meeste ondergrondse infrastructuur in het trottoir gerealiseerd zal zijn, zal er zodoende beperkte ruimte beschikbaar zijn voor het inpassen van de boorgaten. Naar verwachting zal er onder de straat en de parkeervakken meer ruimte zijn voor het inpassen van de boorgaten. Indien de woningen via de voorkant van het blok aangesloten worden op het warmtenet, zal er een langer distributienetwerk gerealiseerd moeten worden. Om dit te voorkomen zou overwogen kunnen worden het systeem via de achtertuinen (en onder de schutting door) naar de achterkant van de woningen door te trekken.

Figuur 5.6 Foto Streetview, zijkant woonblok ter hoogte van de Eikstraat



5.3 Voorstel inpassing warmtewisselaars

De grootste slagingskans wordt gezien in en rond de parkeervakken aan de zijkant of de voorkant van de woningen. Het leidingwerk kan vervolgens aan de voorkant van de woningen wordt gebracht tussen de overige kabels en leidingen of onder de parkeervakken.



6 Conclusie

Uit analyse van grondwaterstanden en stijghoogten blijkt dat er geen risico op artesisch grondwater of water boven het maaiveld tijdens het boren is. De grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket is relatief hoog en dit komt waarschijnlijk door nabijgelegen grondwateronttrekkingen en/of de duinen. Een hoge grondwaterstroming kan een positief effect hebben, maar gezien dit watervoerend pakket maar ca. 40 meter dik is, zal het effect hiervan gering zijn. Voor zover bekend is de stromingssnelheid in diepere pakketten laag.

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 moeten de warmtewisselaars zo veel mogelijk in zandlagen gerealiseerd worden. Zodoende is gekozen voor de warmtewisselaars op 180 m -mv, 240 m -mv en 350 m -mv. Op basis van de gekozen warmtewisselaars kan vervolgens een inschatting gemaakt worden van de opbrengst uit de bodem per warmtewisselaar, 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 wel met een lager rendement als gevolg.

Er is gekeken naar verschillende clusters (hele blok samen, twee clusters van twee woningen, alle woningen individueel) en voor elk scenario zijn de verwachte benodigde vermogens en warmtewisselaars berekend, voor zowel water als een antivriesmengsel als circulatiemedium. Voor de projectlocatie is aansluiting van het hele blok op één warmtenet mogelijk zonder vergunningsplicht vanuit de ACM of het bevoegd gezag en zodoende wordt dit aangeraden indien er voldoende draagkracht voor dit voorstel is vanuit de bewoners.

De plaatsing van de warmtewisselaars op eigen terrein is praktisch niet haalbaar vanwege de beperkte toegang tot de achtertuinen en het ontbreken van voortuinen. Hierdoor is de openbare ruimte aan de voorkant en zijkant van het woonblok het meest geschikt. Er moet daarbij rekening gehouden worden met bestaande ondergrondse infrastructuur, welke naar verwachting voornamelijk onder het trottoir zal liggen. Hierdoor biedt het trottoir minder ruimte voor de plaatsing van de warmtewisselaars, maar zal dit wel schelen in de aanlegkosten van de warmtewisselaars naar de woningen en zal het minder verkeershinder veroorzaken, omdat de straat hiervoor niet opengemaakt hoeft te worden. Daarentegen biedt de straat meer ruimte voor het inpassen van de warmtewisselaars, maar zal dit wel gepaard gaan met meer verkeershinder en een langer distributienetwerk.

Omdat in het trottoir aan de voorzijde van de woningen veel ondergrondse leidingen aanwezig zijn, is het niet aannemelijk dat de boringen daar veilig kunnen worden uitgevoerd. Het risico op beschadiging van de bestaande infrastructuur is in dat gebied namelijk te groot. Boren in de parkeervakken aan de voorkant of zijkant wordt het meest realistisch geacht.

Voor de projectlocatie is de realisatie van een mini-warmtenet haalbaar, maar zal deze naar alle waarschijnlijkheid in de openbare ruimte gerealiseerd moeten worden. 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.